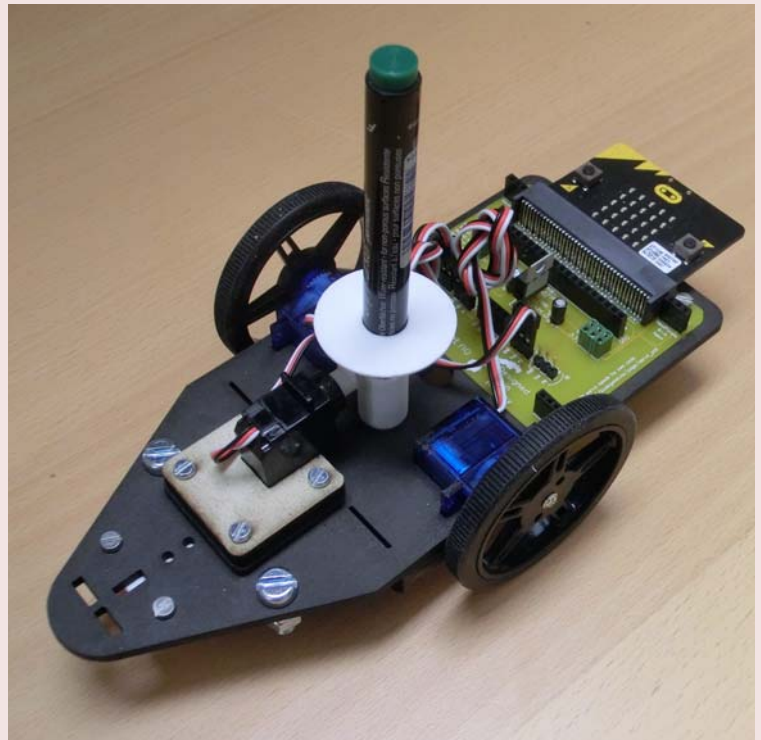




Vitensenteret

Nils Kr. Rossing
Anne Birgitte Belboe

Skaperlærerkurs – Programmering, lodding, laserkutting, 3D-printing og treskjæring



Oktober 2018



Skaperlærerkurs

**Programmering, lodding, laserkutting, 3D-printing
og treskjæring**

ISBN-13 978-82-92088-??-?

Skaperlærerkurs – Programmering, lodding, laserkutting, 3D-printing og treskjæring

Trondheim 2018

Bidragstyttere:

Nils Kr. Rossing, (nkr@vitensenteret.no) Vitensenteret i Trondheim og Skolelaboratoriet ved NTNU

Anne Birgitte Belboe, (anne-birgitte.belboe@ou.trondheim.kommune.no) Vitensenteret i Trondheim

Layout og redigering: Nils Kr. Rossing, Skolelaboratoriet ved NTNU

Tekst og bilder Nils Kr. Rossing, Vitensenteret i Trondheim
Anne Birgitte Belboe, Vitensenteret i Trondheim

Faglige spørsmål rettes til:

Vitensenteret i Trondheim

Kongensgate 1

7011 Trondheim

v/Nils Kr. Rossing, nkr@vitensenteret.no eller

[Anne Birgitte Belboe, anne-birgitte.belboe@ou.trondheim.kommune.no](mailto:Anne.Birgitte.Belboe@ou.trondheim.kommune.no)

Kongensgate 1

7011 Trondheim

Vitensenteret i Trondheim

Telefon: 72 90 90 07

Post: post@vitensenteret.com

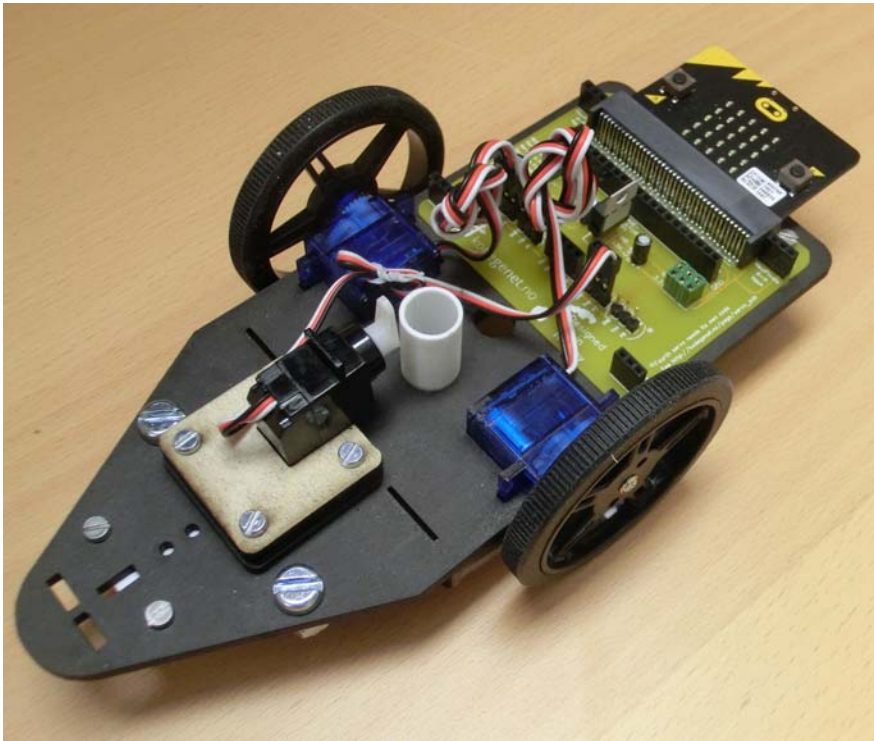
<http://www.vitensenteret.com>

Rev 2.0 – 30.10.18

Skaperlærerkurs

Programmering, lodding, laserkutting, 3D-printing
og treskjæring

Nils Kr. Rossing
Anne Birgitte Belboe



Vitensenteret i Trondheim

Forord

Heftet er laget som et kurshefte for Skaperlærerkurset som tilbys lærere i Trondheim kommune. Kurset går over fire dager fordelt over en måned. Hensikten er å kvalifisere lærere i grunnskolen til å operere utstyr i Vitensenterets makerspace, Trigger, slik at de selv kan ta med seg og veilede egne elevene. Dessuten har lærerne ansvar for å spre kunnskap om bruken av verkstedet blant kollegaer ved egen skole og på den måte kunne være kontaktpersoner og brobyggere mellom senteret og sine skoler.

Det gjennomgående temaet for kurset er bygging og programmering av en liten robot styrt av mikrokontrollerkortet Micro:bit. Dette inkluderer lodding, skjæring med laserkutter, 3D-printing og blokkprogrammering. I tillegg vil det bli gitt opplæring i grunnleggende treskjæring.

Hensikten er at lærerne skal lære seg å bruke verktøy og maskiner på en forsvarlig måte og slik at de kan veilede sine elever. Det er derfor viktig at prosedyrene for sikker bruk gjennomgås og praktiseres så mange ganger at de føler at de mestrer teknikkene. Det vil i denne omgangen ikke bli lagt vekt på å skape underlaget for 3D-printing og laserkutting.

Bakgrunnen for å bygge kurset opp om en robot er å vise at når ulike teknologier spiller på lag vil man kunne skape tverrfaglige produkter. De fleste produkter vi omgir oss med til daglig er designet og framstilt ved samvirke mellom ulike teknologier.

Ved endt kurs vil deltagerne få et diplom som viser at de er skikket til å bruke verkstedet.

Vitensenteret
Trondheim
Oktober 2018
Nils Kr. Rossing
Anne Birgitte Belboe

Innhold

1 Innledning	13
1.1 Oppretting av en arbeidskatalog ved Trigger	13
1.2 Sikker bruk av Trigger	14
1.3 Symbolforklaringer	14
1.3.1 Ordensregler Trigger.....	14
1.3.2 Sikkerhetsbestemmelse ved bruk av elektrisk verktøy	15
1.3.3 Lovlige og forbudte materialer for bruk i laserkutter	15
DEL I – PROGRAMMERING	
2 Introduksjon til Micro:bit og roboter	19
2.1 Micro:bit og roboter	19
3 Litt teknisk småplukk om Micro:bit	21
3.1 Kantkontakten	21
3.2 Batteripakke for Micro:bit	23
4 Programmering av Micro:bit – øvingsoppgaver	24
4.1 Øvingsopplegg	24
4.1.1 Øvingsoppgaver – grunnleggende	24
4.1.2 Forslag til andre øvingsoppgaver.....	26
4.1.3 Oppgaver knyttet til styring av servoer.....	27
4.2 Tips til blokkoding med Micro:bit	28
4.2.1 Programvare, arbeidsflaten og lagring av prosjektfiler	28
4.2.2 Noen blokker.....	31
4.3 Justering av 360 servoer	36
5 Programmering av Micro:bit roboten	36
5.1 Styring av roboten	37
5.2 Programmering av senderenheten	38
5.3 Programmering av mottakerenheten	39
5.4 Program for styring av penna	39
5.5 Kombinert program med kjørekontroll og penn	42
DEL II – 3D-PRINTING	
6 Kort introduksjon til 3D-printing	47
7 Tutorial - 3D-printer Ultimaker 2+ og 3	48
7.1 Bruk av OpenSCAD - tilpasning av nesehjulet til klinkekula	48

7.2	Bruk av CURA – Generering av g-fil for styring av 3D-printer	49
7.3	Overføring av filer – Start 3D-printing (2+ og 3)	52
7.3.1	Manuell overføring av filer (2+ og 3)	52
7.3.2	Nettbasert overføring av filer (2+ og 3)	53
7.4	Ferdigstilling og fjerning av 3D-printet modell	53
8	Detaljert om menyer og betjening av Ultimaker 2+	54
8.1	Bli kjent med menyene	54
8.2	Oppstart – Tutorial	55
8.2.1	Kalibrer byggeplata	55
8.2.2	Lading av filament:	56
8.2.3	3D-printing av modell	56
8.2.4	Behandle byggeplaten med heftestoff	57
8.2.5	Utskrift av modell	57
8.2.6	Valg av filament	58
9	Gangen i designprosessen	59
9.1	Ide	59
9.2	Modellering av modeller for utskrift	60
9.2.1	Modelleringsverktøy	60
9.2.2	.STL filer	60
9.3	“Slicing”	60
9.3.1	De viktigste funksjonene	61
9.3.2	g-code filer	61
9.4	Utskrift av modellen	61
10	Programvare for tilrettelegging for 3D-printing	61
10.1	CURA – 3.1.0	61
10.2	OpenSCAD	63
10.2.1	Oversikt over grafisk grensesnitt for OpenSCAD	64
10.2.2	Gangen i designprosessen	65
10.3	Sentrale kommandoer i OpenSCAD	68
10.3.1	2D-objekter	68
10.3.2	3D-objekter	69
10.3.3	Transformasjoner	70
10.3.4	Bolske operasjoner	70
10.3.5	Import av STL-filer i et design	71
10.4	Oppskrift på 3D-printede deler til roboten	72

10.4.1 Enkel nesestøtte	72
10.4.2 Holder for nesehjul med klinkekule.....	73
10.4.3 Deler for løfting av penn.....	73
10.5 BlocksCAD	74
10.5.1 Bakgrunn.....	74
10.5.2 Brukergrensesnittet – Mitt første design.....	75
10.5.3 Lag et nese-”hjul” til en robot.....	77
10.5.4 Flere kommandoer	79

DEL III – LASERKUTTING

11 Kort introduksjon til gravering og kutting med laser	93
12 Tutorial – Skjæring og gravering av chassie til roboten	94
12.1 Huskeliste for bruk av Laser-kutter:	100
13 Detaljer ved bruk av laserkutting og bruk av FleksiDesigner	102
13.1 Innledning	102
13.2 Klargjøring av laserkutteren	102
13.2.1 Oppstart av laserkutteren og avtrekksvifte	102
13.2.2 Plassering av plata	103
13.2.3 Kalibrering	103
13.3 Klargjøring av tegningen for skjæring/gravering	104
13.3.1 Hent inn fila	104
13.3.2 Opplasting av filen og dimensjonering av arbeidsflata	104
13.3.3 Markering av det som skal skrives/skjæres ut	105
13.3.4 Utskrift av flere lag med posisjonerte tegninger.....	105
13.3.5 Merking - separering av tegningens enkelte deler (“Unmask”) .	106
13.3.6 Skalering	106
13.3.7 Raster eller vektor – Skjæring og/eller gravering	107
13.3.8 Utskriftsmenyen og setting av skrive/skjære parametere	108
13.3.9 Gravering på akryl	110
13.3.10Skjæring og rastrening styrt av farger.....	111
13.4 Skjæring og gravering	111
13.4.1 Start skjæring/gravering.....	111
13.4.2 Prøveskjæring/graver	112
13.4.3 Etterskjæring	112
13.4.4 Gjenta tidligere jobber	112

14 Programhjelpemidler for laserkutting	112
14.1 Utarbeiding av tegninger - fram til ferdig pdf-file	112
14.1.1 Håndtegnet design	113
14.1.2 Bruk av PowerPoint.....	113
14.1.3 Inkscape.....	115
14.2 Verktøy for framstilling av lukkede esker	116
14.2.1 MakerCase.....	116
14.2.2 Box Designer.....	118
14.2.3 make-a-box.....	118
14.3 Verktøy for framstilling av tannhjul	119
14.4 DXF Viewer	120
DEL IV – MONTERING	
15 Kodegenets Servo:bot-kort for Micro:bit	124
15.1 Introduksjon til Servo:bot-kortet	124
15.2 Detaljert byggebeskrivelse for Kodegenets Servo:bot-kort for Micro:bit	126
15.3 Test av kortet og servoene	131
16 Mekanisk oppbygging av robot	135
16.1 Byggebeskrivelse – Grunnenhet med chassie	135
16.2 Montering av laserkuttede hjul	140
16.3 Byggebeskrivelse – Tegneenhet	141
DEL V – TRESKJÆRING	
17 Treskjæring	147
17.1 Valg av emne	147
17.2 Dekorteknikker	149
Vedlegg A Komponentliste	151
A.1 Komponent og innkjøpsliste	151
Vedlegg B Løsningsforslag øvingsoppgaver	152
B.1 Løsningsforslag øving 1 – Lag en animasjon	152
B.2 Løsningsforslag øving 2 – Bruk av variabler	153
B.3 Løsningsforslag øving 3 – Bruk av akselerometer	153
B.4 Øving 4 Overføring av informasjon via radio	154
B.5 Løsningsforslag skritteller	155

B.6	Løsningsforslag lysteremin	155
B.7	Løsningsforslag til oppgave 7 – Lag kompass som peker mot nord	155
B.8	Løsningsforslag til oppgave 8 – Når Micro:bit ”forstår” hva som blir sagt	158
B.9	Styring av 360° servo	158

1 Innledning

Heftet er delt inn i fire deler ev. en 5 del om treskjæring:

- **Del I - Programmering**
... om roboter og blokkprogrammering av Micro:bit
- **Del II - 3D-printing**
... om framstilling av robotens nesehjul o.a.
- **Del III - Laserkutting**
... om framstilling av robot-chassiet
- **Del IV - Montering**
... om elektronikk, lodding og montering av roboten
- **Del V - Treskjæring**
... om treskjæring og bruk av verktøy

Til sammen skal arbeidet med disse temaene ende opp med en Micro:bit robot i tillegg til utskårne trestykker.

1.1 Oppretting av en arbeidskatalog ved Trigger

For at vi skal få litt system i filene som vi lager under kurset, så foreslår vi at hver enkelt deltager oppretter sin egen katalog på Trigger. Denne katalogen kan brukes til alle filer som genereres under kurset og ev. også senere når dere skal ta med egne elever.

Dere kan enten bruke Triggers bærbare maskiner eller logge dere på med egne maskiner. Bruker og passord vil bli oppgitt.

Dersom dere bruker egen maskin er det nødvendig å koble til drevet

Opprett katalog på Trigger

Installer katalogen på egen pc. Dette gjøres ved å gå til "Datamaskin" (under Windowslogoen nederst i venstre hjørne) på Windows 7 og velge "Datamaskin". Dernest velges "Koble til nettverksstasjon" på menylinja.

På Windows 10 kan man åpne filutforskeren å klikke på "Denne PCen" og velg "Koble til nettverksstasjon".

Velg en ledig "Stasjon" (f.eks. x) og skriv inn under "Mappe":

`\\trigger.vitensenteret.com\Offentlig1`

"Koble til ved hjelp av annen legitimasjon" og skriv inn:

Bruker: Trigger

Passord: *****

1. Ev. om dette ikke går kan man benytte \\192.168.1.7\Offentlig

Opprett en katalog f.eks.: med eget navn. Denne mappen kan nå nås fra PC'en ved laserkutteren og hentes direkte opp i programmet for styring av laserkutteren. Det samme gjelder for 3D-printerne som er koblet på nett.

1.2 Sikker bruk av Trigger

Dette avsnittet oppsummerer noen regler for bruk av makerspacet Trigger ved Vitensenteret i Trondheim.

1.3 Symbolforklaringer

Maskiner og arbeidsplasser skal være merket med symboler, vennligst følg disse. Betydningen av disse symbolene er forklart under:



Mentor må være til stede

mens maskinen benyttes



Vernebriller er påkrevd

mens maskinen benyttes



Hørselvern er påkrevd

mens maskinen benyttes



Operatør må være myndig



Det kreves et gjennomført kurs

for å benytte maskinen



En voksen må være tilstede

mens maskinen benyttes



Bruk av materialer

medfører kostnader

1.3.1 Ordensregler Trigger

1. Verktøy henges på plass etter bruk
2. Bruk av 3D-printere og laserkutter krever opplæring av mentor
3. Bruk av laserkutter krever oppsyn av mentor
4. Forbruksmateriell og elektronikkomponenter hentes ut kun etter avtale med mentor
5. Lodding krever opplæring av mentor
Bruk loddeunderlag og avtrekksvifte

-
6. Tilgang på datamaskin og trådløst nettverk avtales med mentor

1.3.2 Sikkerhetsbestemmelse ved bruk av elektrisk verktøy

1. Mentor plugges inn verktøy

Alt elektrisk verktøy forblir frakoblet når det ikke er i bruk og skal kun kobles til av mentor

2. Gå gjennom bruken av verktøyet

Spør en mentor om opplæring for sikker bruk.

3. Beskytt deg selv og andre

Bruk rett utstyr for bruk av verktøyet:
vernebriller, hørselsvern, hansker etc.

4. Sikre løse gjenstander

Langt hår settes opp, ermer rulles opp, ingen dinglende smykker.

5. Mål to ganger, skjær én gang

Materialet må være ferdig oppmålt og merket før skjæring.

6. Sikre materialet

Bruk klemmer.

7. Fokuser på arbeidsoppgaven

Multitasking er ikke tillatt.

1.3.3 Lovlige og forbudte materialer for bruk i laserkutter

Det er ikke alle materialer som bør brukes i laserkutteren. Lista til høyre gir en oversikt over materialer som egner seg for gravering og skjæring

LOVLIGE MATERIALER

Materiale	Gravere	Skjære	Notater
PMMA (akryl, pleksiglass)	X	X	
Anodisert metall	X		
Delrin	X	X	
Glass	X	X	
Granitt	X		
Keramikk	X		
Kork	X	X	
LaserMax	X	X	
Linoleum	X	X	
Lær/skinn	X	X	
Marmor	X		
Melamin	X	X	
Metall med CerMark	X		
Mylar	X	X	
Neopren (1,6 mm)	X	X	
Papir	X	X	
Sjokolade	X	X	
Stoff (bomull/ull)	X	X	
Tre	X	X	Behandlet treverk kan være et unntak

Lista under gir en oversikt over FORBUDTE materialer

FORBUDTE MATERIALER

Materiale	Fare	Konsekvens
PVC (polyvinylklorid)		
Kunstskinn/kunsthår (skai)	Smelter, frigjør klorgass	Svært giftig! Kan ødelegge laserkutteren
Moleskin		
PC (polykarbonat/lexan)	Smelter, brannfare	Misfarging, dårlige kutt
ABS (f.eks lysbrytere og Lego)	Smelter, brannfare	
PE/PEHD/HDPE (polyeten)	Smelter, brannfare	Helsefarlig for operatøren Kan ødelegge laserkutteren
PS (polystyren/isopor)	Smelter, brannfare	
Lightere	Eksplisjonsfare	Helsefarlig for omgivelsene
Glassfiberarmert plast (polyester)	Brannfare, frigjør avgasser	Helsefarlig for operatøren
Karbonfiberarmert plast (epoksy)	Brannfare, frigjør avgasser	Helsefarlig for operatøren
Pulver (generelt)	Brannfare (generelt)	Avsug gjør det umulig å holde pulveret i ro

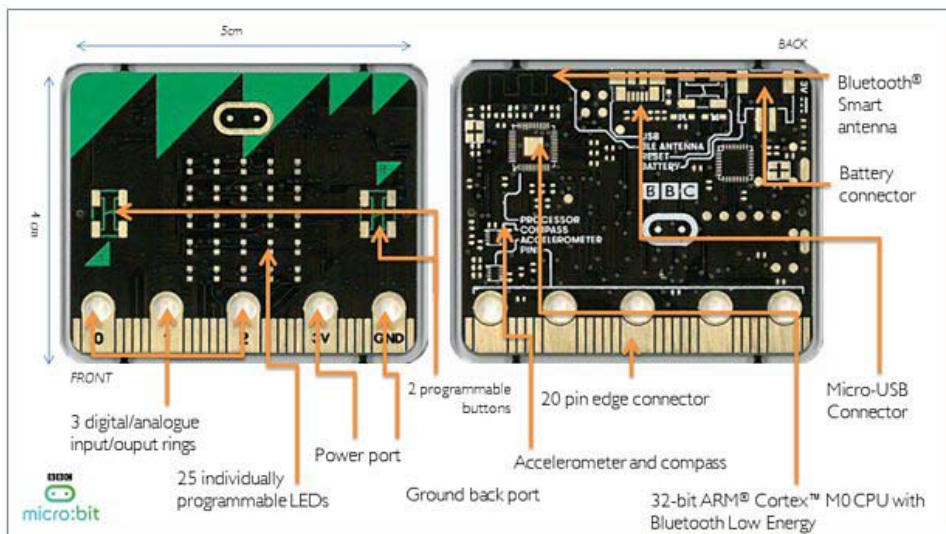
Del I

Programmering

**Om roboter
og blokkprogrammering
av Micro:bit**

2 Introduksjon til Micro:bit og roboter

Micro:bit er blitt en svært populær krets for å komme raskt i gang med programmering og å realisere ideer. Årsaken til dette er flere, men de viktigste grunnene er at kretsen er utstyrt med sensorer og et enkelt diodedisplay, den kan kommunisere trådløst med andre micro:bits og den kan programmeres med ulike programmeringsverktøy fra blokkprogrammering til Java og Python. Den kan også monteres i en sokkel (kantkontakt) slik at man kan få tilgang til mange av Micro:bits porter. Den er derfor lett å komme i gang med, men gir samtidig store muligheter.



Kretsen har dessuten et 3-aks akselerometer og magnetometer slik at den kan detektere helningen til Micro:bit-kortet. Den kan dessuten fungere som kompass. Videre kan diode-displayet brukes som lysdetektorer.

2.1 Micro:bit og roboter

På markedet finnes det en mengde roboter bygget omkring Micro:bit, ikke minst roboter laget av enkle materialer. Her er noen eksempler som er i salg.

Bildet under viser en roboter bygget opp av meget billige materialer.



Artbot



Roombot



Golfbot

Artbot kan holde en pen og tegne på et papir mens den beveger seg. Roombot har en kollisjonsbryter foran laget av aluminiumsfolie som gjør den i stand til å detektere sammenstøt og på den måten snu og styre unna. Golfbot detekterer en ball som ruller inn i skuffen foran. Når ballen legger seg i skuffen slutes en krets gjennom aluminiumsfolien². Det fine med disse er at barna selv kan utforme og videreutvikle roboten selv med hjelpemidler de finner hjemme. Det forutsettes imidlertid at de har en Micro:bit. Pris for settet: ca. 250 – 300 kr inkludert batteripakke og kabel.

Kitronik Micro:bit buggy

Kitronik leverer også en linjefølgende robot: *Micro:bit buggy*³. Denne leveres som byggesett og krever litt lodding. Den er basert på et DC-motor driverkort med sokkel for Micro:bit-kortet. To DC-motorer med utveksling driver hjulene. Tre lyssensorer er festet foran på undersiden og fungerer som sensor for følgning av en svart linje.

Pris € 32 Micro:bit-kort ikke inkludert.



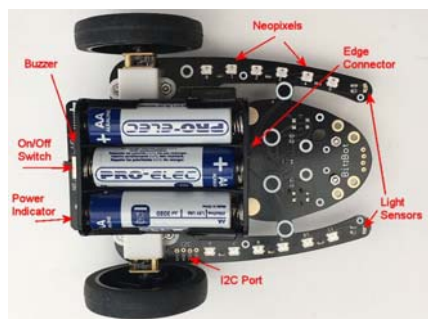
4:tronix Robo:Bit Buggy⁴

har laget en interessant robotvariant med Micro:bit. Denne anvender akselerometeret for å detektere kollisjoner. Dessuten kan den styres trådløst via en annen Micro:bit. Med tillegg i prisen kan den utstyres med ultralyd avstandssensor og sensorer for å følge en linje.

Pris: £ 22,- hos Rapid electronics



4:tronix Bit:Bot⁵



Denne roboten er basert på standard DC-motorer med utveksling som forsynes med 3 x AA batterier. 12 lysdioder er montert på armer på hver side av roboten, og to digitale sensorer for å følge en linje er montert under foran. En lyd giver (buzzer) kan programmeres til å gi lyd. Det følger dessuten med en innretning for montering av en penn. Roboten kan dessuten styres med flere sensorer. En ulempe er at pennen er plassert så langt bak, dette gjør det utfordrende å lage programmer for å tegne spesifikke tegninger.

Pris: £29.75 + MVA

Dette er et lite utvalg av roboter som finnes på markedet og som benytter Micro:bit.

Hva kan så vår robot tilføre dette mangfoldet?

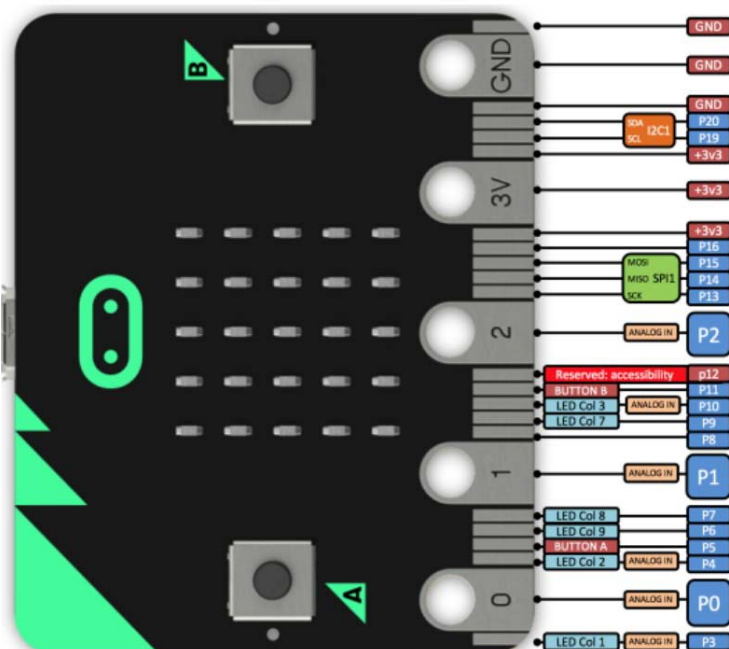
2. <https://www.techwillsaveus.com/shop/microbit-microbot-pack/>
3. https://www.stuff.tv/features/how-masterthe-bbc-microbit/master-1-microbit-crane?_format=amp
4. <https://www.rapidonline.com/4tronix-robo-bit-buggy-for-bbc-micro-bit-75-0123>
5. https://www.rapidonline.com/pdf/75-0117_v1.pdf
<https://www.rapidonline.com/4tronix-robo-bit-buggy-for-bbc-micro-bit-75-0123>

3 Litt teknisk småplukk om Micro:bit

I dette kapittelet skal vi se nærmere på Micro:bit-kretsen og løfte fram noen aktuelle programmeringsblokker. Det er ikke tanken at dette skal være noen komplett oversikt over blokkoding av Micro:bit.

3.1 Kantkontakten

Ved tilkobling av kantkontakten til Micro:bit får man tilgang til et langt større utvalg av porter, både inn- og utganger og analoge og digitale porter. Figuren under viser en oversikt over kantkontakten.



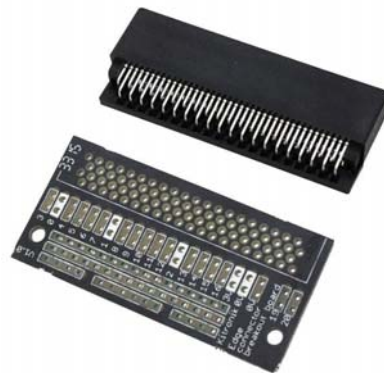
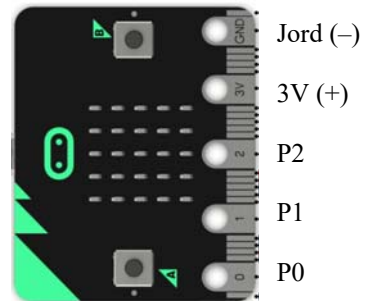
Som det framgår av figuren så har kretsen 20 porter hvorav 6 er analoge inn- eller utganger (P0, 1, 2, 3, 4 og 10), hvorav P0, 1 og 2 også kan brukes som berøringssensorer. De resterende 15 digitale portene (P5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) kan settes opp som inn- eller utganger etter behov så fremt de ikke er reservert til spesielle oppgaver som f.eks. P12 som er reservert til annet formål. Dessuten er P3, 4, 6, 7, 9, 10 brukt til å styre displayet, men kan frigjøres til andre formål etter behov. Vi legger også merke til at P3, 4 og 10 kombineres med analoge innganger. Hvilket betyr at lysdiodene også kan fungere som lyssensorer. Knappene A og B er koblet til P5 og P11.

I tillegg ser vi at drivspenningen er spesifisert til 3,3 V, men Micro:bit kan også kjøres på 3 V (dvs. ett CR2032 eller 2 x AA eller 2 AAA batterier). Forsyningsspenningen er tilknyttet tre pinner. Dessuten er tre pinner koblet til jord. Selv om mange sensorer og *break out kort*⁶ anvender 3,3 V,

så er det også mange som trenger en arbeidsspenning på 5 V. Den roboten vi skal bygge har en 6 V kilde som kan senkes til 3,3 V om nødvendig.

Pinne P19 (SCL) og P20 (SDA) kan også brukes til kommunikasjon via seriebuss (I²C). Dette er en særdeles anvendelig seriekommunikasjonslinje for å kommunisere med eksterne digitale sensorer o.l. Det er også gitt mulighet for trelinje SPI-buss (P13, 14 og 15).

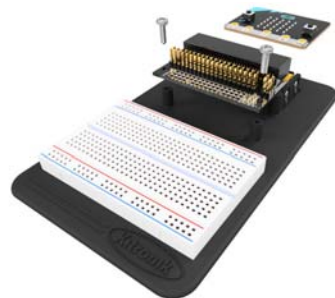
Fem av tilkoblingspunktene er utvidet og gjennomhullet slik at det skal være mulig å koble til bananstikkere eller krokodilleklemmer. Dette gjelder batterispenningen 3V (+ og -) og portene P0, P1 og P2. Dette gjør at en kan komme igang svært fort med et minimum av tilleggsutstyr. Samtidig som det ligger et betydelig utviklingspotensial i kretsen.



Det finnes kantkontakter som passer til Micro:bit og som selges til en overkommelig pris (typ. £4 montert på kretskort og dobbel stiftlist). Figuren over til venstre viser en kantkontakt uten kretskort. Bildet til høyre viser en kantkort og kretskort som kan utstyres med dobbel stiftlist.

For den som ønsker å gå videre og utforske mulighetene til kretsen, kan en anskaffe et Inventors kit som gjør det lett å koble til eksterne komponenter på et koblingsbrett.

I tillegg til byggeplata inneholder settet jumpere og en rekke sensorer og aktuatorer, men selges uten Micro:bit så det må kjøpes separat. Pris i Norge ca. kr. 500,- inkl. mva. Mens Micro:bit koster ca. kr. 250,- inkl. mva.



-
- Små kretskort med sensorer eller andre elektriske komponenter, påmontert kontakter for tilkobling til andre elektroniske kretser

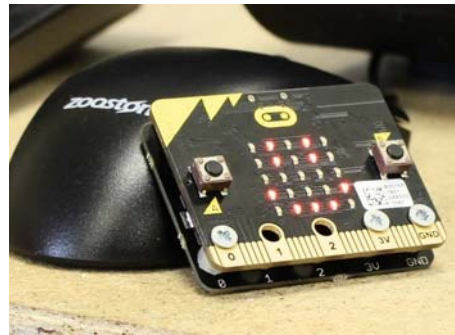
I 2017 ble utviklet et kort med kantkontakt av Joachim Hagen Skeie som driver Kodegenet AS. Kortet har fått navnet Micro:bit Servo:bot, og er spesielt laget for å kunne brukes for å bygge små roboter. Kortet kan fås som byggesett eller ferdig bygget.

Det er forberedt for å kunne koble til 4 servoer, avstandssensor og to Neopixler (fargete LED). Vi skal bruke kortet til vår robot.



3.2 Batteripakke for Micro:bit

Dersom Micro:bit skal brukes uten å være tilkoblet PC, er det praktisk å montere den på et batteridekk (Power Back) som inneholder batteri (CR2032 – 3V), lyd giver (piezo elektrisk) og bryter. Dekket monteres til Micro:bit med tre maskinskruer med mutter og avstandsstykker.



4 Programmering av Micro:bit – øvingsoppgaver⁷

Siden blokkprogrammering for Micro:bit er ganske intuitiv, spesielt for de som har litt erfaring med programmering fra før, er det kun nødvendig med en meget enkel introduksjon.

4.1 Øvingsopplegg

Programmeringsverktøyet finnes på nett på følgende adresse:

Åpne gjerne programmet i Edge eller Internett Explorer⁸

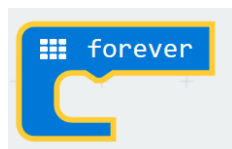
<https://makecode.microbit.org/#>

4.1.1 Øvingsoppgaver – grunnleggende

Følgende oppgaver gir en grunnleggende innføring i programmering av Micro:bit. Siktemålet er hele tiden å legge grunnlaget for å kunne forstå programmet som skal brukes til å styre roboten med, både på sender- og mottakersiden.

1. **Oppgave 1:** *Lag en animasjon som beveger seg over displayet. Bruk minst tre bilder.*

Tips:



Gå i endeløs loop



Skriv animasjon til display

Merk at fargen på blokkene viser hvilken meny de tilhører.

2. **Oppgave 2A:** *Bruk av variabler*

Lag et program som øker et tall på displayet med 1 hver gang du trykker på knapp A



3. **Oppgave 2B**

Lag et program som:

- ... viser økende antall på displayet for hvert trykk på knapp A og
- ... viser minkende antall på displayet for hvert trykk på knapp B og
- ... nullstilles når begge knappene trykkes samtidig

7. Bygger på erfaringer som Jon Haavie fra Teknoteket ved Teknisk museum i Oslo

8. Chrome kan oppføre seg noe annerledes enn Internet Explorer

Tips:



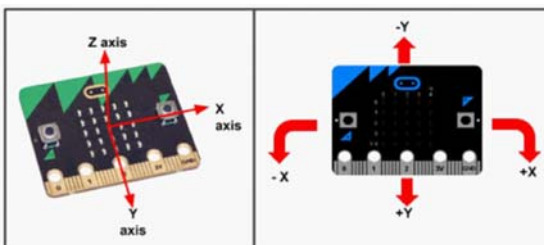
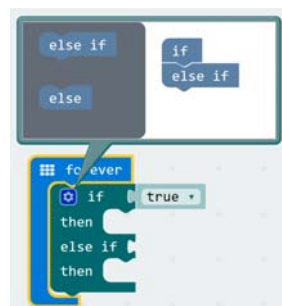
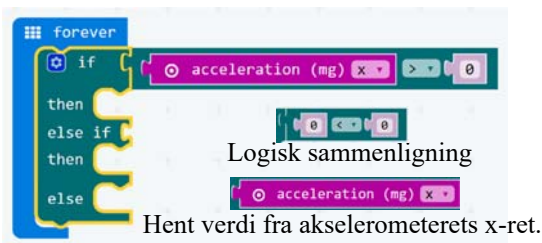
4. **Oppgave 3A:** Lag et program som viser navnet til den ene deltageren på displayet når knapp A trykkes, og som viser navnet til den andre når knapp B trykkes.

Tips:



5. **Oppgave 3B:** Hva kan du gjøre for å vise mer enn to forskjellige navn?
6. **Oppgave 3C:** Bruk akselerometeret for å vise fire forskjellige navn avhengig av hvordan du holder Micro:biten

Tips:



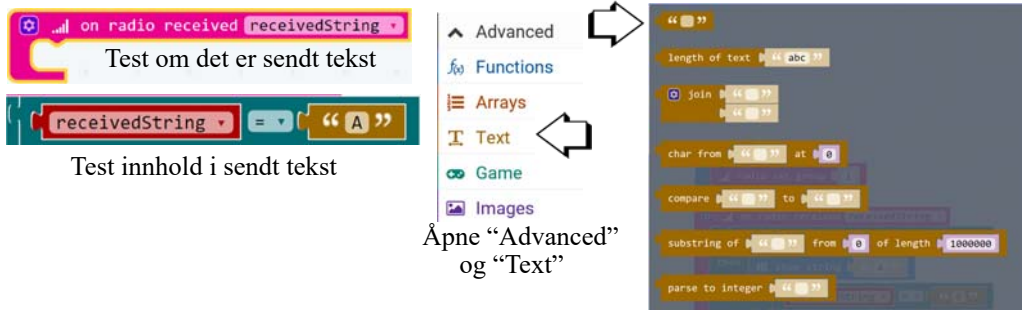
Akselerometerets funksjonalitet, graden av helning angis av et positivt tall i x- eller y-retning

7. **Oppgave 4A:** *Micro:bit kan overføre informasjon fra en Micro:bit til en annen. Lag et program som overfører informasjon om hvilken knapp som trykkes på den ene Micro:bit til den andre, og samtidig vises på displayet til den andre.*

Tips sender:



Tips mottaker:

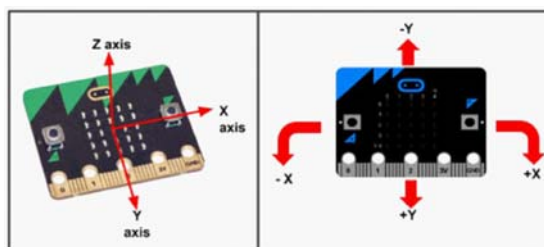


4.1.2 Forslag til andre øvingsoppgaver

8. **Oppgave 5A:** *Lag en skritteller som teller hvor mange skritt som tas og viser summen av skritt på forespørsel.*

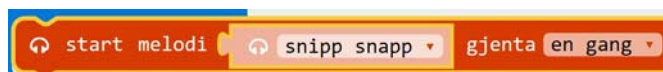
TIPS: Forsøk å utnytt at akselerometeret kan brukes til å finne Micro:bits retning i rommet
Hvem lager den mest pålitelige skrittelleren?

Tips:



9. **Oppgave 5B:** *La Micro:bit lage en trudelutt når den har talt 10 skritt.*

Tips:



10. **Oppgave 6:** Lag en lysteremin med en tone som varierer med lysterken på lysdiodene

Tips:



Gir verdien 0 ved helt mørke og 255 ved kraftig lys



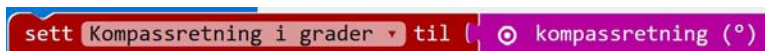
Omformer ett tallområde til et annet (f.eks. 0 – 1023 → 0 – 4)



Lager en tone med en gitt frekvens

11. **Oppgave 7A:** Lag et kompass som peker mot nord

Tips:



Leser av og legger kompassretningen inn i variabelen
"Kompassretning i grader"

Lim neodym magneter på undersiden av bordet og bruk Micro:bit til å finne posisjonen til magnetene slik de framstår på oversiden av bordet.

12. **Oppgave 8:** Når Micro:bit "forstår" hva som blir sagt

La en forsøksperson velge et tall fra 1 til 4

Legg Micro:bit med displayet ned

Når Micro:biten snus rundt skal displayet vise det tallet som forsøkspersonen har sagt

Det er du som snur Micro:bit'en

4.1.3 **Oppgaver knyttet til styring av servoer**

I de etterfølgende oppgaver kreves to 360° servoer og kortet Servo:bot. I tillegg bruker vi en 6V batteripakke med batteriplugg.

13. **Oppgave 9A Programmering av 360° servo - Styring**

Lag et program som kjører høyre servo forover når knapp A trykkes og venstre servo forover når knapp B trykkes. Når begge trykkes stopper begge motorene.

Tips:



P0 - høyre servo

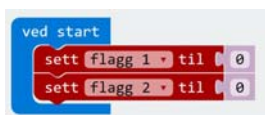
P1 - venstre servo

Pulslengde 1200 – 1475, servo går bakover, jo kortere puls jo fortere – bakover
Pulslengde 1475 – 1525, servo står i ro
Pulslengde 1525 – 1800, servo går framover, jo lengre puls jo fortere – forover

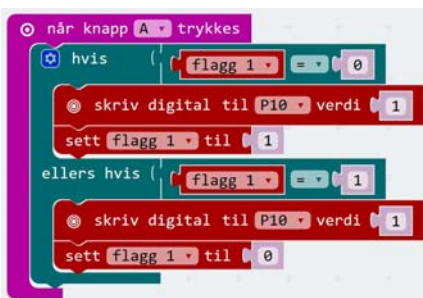
14. Oppgave 9B Programmering av 360° servo - Styling

Lag et program som kjører høyre servo framover når knapp A trykkes første gang og bakover når knapp A trykkes 2. gang, og venstre servo forover når knapp B trykkes første gang og bakover når knapp B trykkes 2. gang. Når både A og B trykkes samtidig, stopper begge motorene.

Tips:



Sett flaggene innledningsvis til 0



Velg er en av to aksjoner avhengig av hva som ble gjort sist gang

For å la samme bryter gi to forskjellige responser for annet hvert trykk kan man benytte "flagg". Et "flagg" er en merkelapp som kan slås av og på ("heises" eller "fires"), avhengig av "flaggets" tilstand velges en av to responser.

15. Oppgave 9C Programmering av 360° servo - Fjernstyring

Lag en fjernstyringsprogram slik at en av servoene kan styres som i oppgave A, men via en radioforbindelse med en Micro:bit nr. 2.

4.2 Tips til blokkoding med Micro:bit

4.2.1 Programvare, arbeidsflaten og lagring av prosjektfiler

Micro:bit kan kodes på ulike måter bl.a. ved hjelp av Python, Java eller blokkoding basert på Java. Vi skal ikke her gi noen fullstendig innføring i blokkoding, men bare peke på noen sentrale blokker som kan være nyttige for prosjektene i dette heftet. Generelle kommandoer i blokkoding er ganske like mellom de ulike blokkodingsverktøyene.

La oss imidlertid først se litt på programmeringsvinduet som er web-basert og finnes på følgende nettside: <https://makecode.microbit.org/>. Går vi til adressen kommer følgende vindu opp:



Her er en kort beskrivelse av gangen i arbeidet:

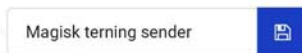
Vi anbefaler å bruke Edge eller Eksplorerer, de fleste andre kan også brukes, men kan gi litt varierende prosedyrer for lagring.

1. **Plugg inn Micro:bit**

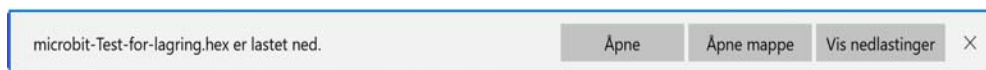
Da vil Micro:bit komme opp som en katalog når du skal lagre prosjektet ditt, se under.

2. **Opprett et nytt prosjekt**

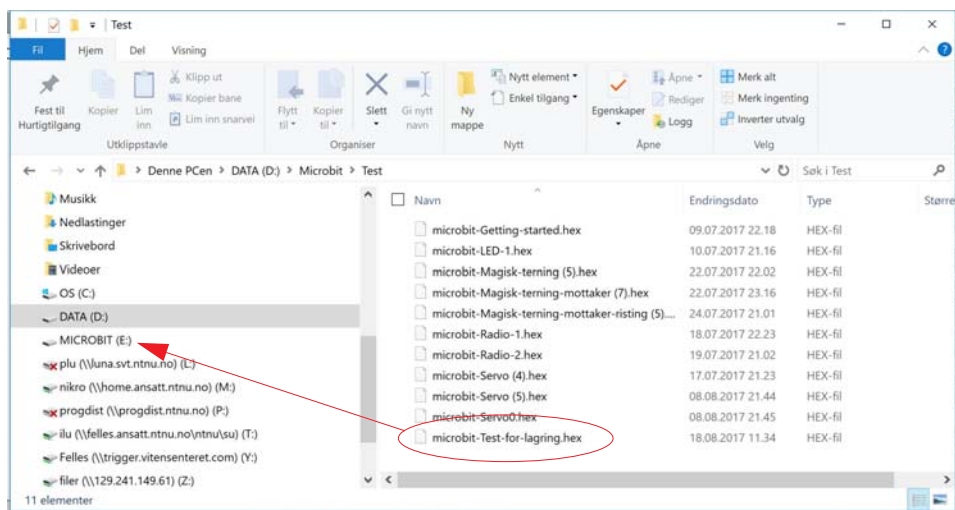
Start med å skriv inn et navn på prosjektet (filnavn) inn i boksen (vist til høyre) og det kommer opp en menylinje:



Velg “hake opp” til høyre for “Lagre” og få fram “Lagre som”. Lagre fila i en ønsket katalog, og du får opp følgende:



Velg “Åpne mappe” og finn igjen den lagrede fila i mappa, Den har nå fått endingen hex

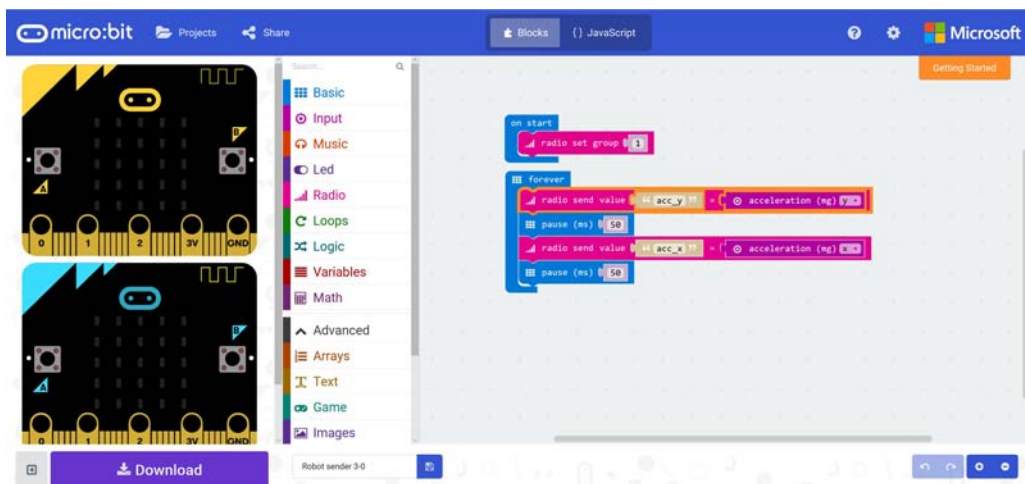


Bruk musa og dra hex-fila over til katalogen ”MICROBIT” i lista til venstre, dermed programmeres Micro:biten som er tilkoblet PCen. Det nye programmet skriver automatisk over ev. gamle programmer.

Du kan også benytte “Lagre som” kommandoen og lagre fila rett i Micro:bit, det kan være praktisk ved uttesting. Du må da være klar over at programmet ikke lagres på maskina og at det ikke uten videre er mulig å hente programmet fra Micro:bit og legge det i en katalog.

3. Skriv programmet

Ved å velge blant fanene i blokkmenyen får du opp lister over blokkkommandoer. Disse dras fram av menyen og settes sammen på Arbeidsflata til de blir det ønskede programmet som i eksempelet vist på figuren under.



Legg spesielt merke til at simulatoren viser to Micro:bits til venstre. Dette skyldes at akkurat dette programmet spesifiserer radiokontakt med en annen Micro:bit, dermed trengs det minst to for å simulere funksjonen til programmet. Det kan være praktisk å bruke simulatoren for å teste ut programmer før man overfører det til den fysiske Micro:biten.

4. **Lagre og overfør programmet** som vist foran under punkt 1. Det kan være verdt å merke seg at ved kun å velge “Lagre” og ikke “Lagre som” så vil filene automatisk havne i mappa “Nedlasting”. Her vil filene få endingen (2), (3), (4) osv. etter som nye versjoner av programmet skrives og lagres. Dette kan være en fordel dersom man vil lagre tidligere versjoner.

Ønsker man opplæring går man til den brune fanen øverst i høyre hjørne: “Getting started” så får man tilbud om et øvingsopplegg.

4.2.2 Noen blokker

Her skal vi se på noen blokker i et par undermenyer som er litt spesielle for Micro:bit og nyttige for de formål vi skal bruke dem til.

Bruk av variabler

Når man programmerer med blokkode så har man to typer variable, det er *heltall* og *tekst*. Hvilken som blir hva bestemmes av om man bruker en variabel til tall eller tekststrenger. Det er ikke nødvendig å deklare variablene innledningsvis. Man trenger heller innledningsvis ikke å sette en tall-variabel til 0 eller en tekst-variabel til “ingen tekst”, det vil programmet gjøre automatisk ved oppstart.

Tilordning av variabler er vist i figuren over til høyre. Her settes variabelen “variabel” til verdien 2, dvs. at variabelen “variabel” vil være en tall-variabel hvor det ikke er mulig å skrive inn en bokstav eller tekst. Variabelen “name” derimot settes imidlertid til en tekst her lik “HEI” og vil dermed bli en tekstvariabel (tekststreng), og kan da ikke senere i programmet tilordnes et tall. Gjør man det, får man en advarsel (advarselsskilt) som vist nederst på figuren over.



Endre variabelnavn

Det anbefales ikke å bruke de navnene som automatisk kommer opp når man trykker på pilen til høyre for “variabel”.

Velger man menyen “Variabler” får man opp listen av “default” variabler (variabel, name, item osv.) i tillegg til de man har definert selv (berøring). Ved å velge “Lag en variabel”

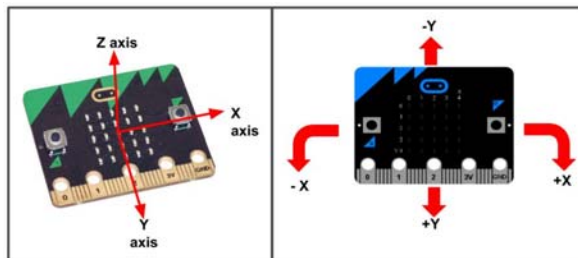
(øverst i lista), kan man definere egne variabler. Dette anbefales sterkt. Bruk navn som er forståelige og umiddelbart gir mening for den som leser programmet. Disse vil da legges til lista.



Akselerometer - Under katalogen Input

Denne variabelen inneholder løpende avlest verdi av akselerometeret i Micro:bit. Akselerometeret måler akselerasjon i x-, y- og z-retningen og leverer en verdi lik ± 2048 med benevnningen milli-g (mg), hvor $g = 9.81 \text{ m/s}^2$. Dvs. at med denne innstillingen (område satt lik $\pm 2g$) kan Micro:bit måle verdier fra -2 g til $+2 \text{ g}$. Området for akselerometeret kan settes til ett av fire områder, se under for nærmere beskrivelse.

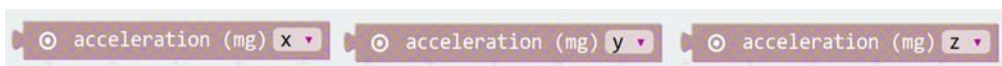
Et akselerometer som ligger i ro eller beveger seg i en konstant rettlinjet bevegelse, vil her på jorda kun påvirkes av gravitasjonen. Når Micro:bit ligger flatt på bordet vil vi ideelt sett kun få en verdi i z-retning $\text{acc_z} = -1000 \text{ milli-g} = -1000 \text{ mg} = -1 \text{ g}$. Verdien er negativ fordi den positive retningen til z-aksen er rettet oppover fra Micro:bit, mens gravitasjonen virker nedover. Figuren over til høyre⁹ viser hvordan aksene til akselerometeret er definert.



Følgende bevegelser vil gi ulike verdier for x-, y- og z-retningene:

Handling	x-retning	y-retning	z-retning
Flatt på bordet, display opp	0 mg	0 mg	- 1000 mg
Flatt på bordet, display ned	0 mg	0 mg	+ 1000 mg
Tilting mot høyre om y-akse, display opp	økende positiv verdi	0 mg	minkende negativ verdi
Tilting mot venstre om y-akse, display opp	økende negativ verdi	0 mg	minkende negativ verdi
Tilting framover om x-aksen, display opp	0 mg	økende positiv verdi	minkende negativ verdi
Tilting bakover om x-aksen, display opp	0 mg	økende negativ verdi	minkende negativ verdi

Med andre ord så kan akselerometeret fortelle oss orienteringen av Micro:bit i rommet. Følgende tre blokkvariabler gjør det mulig å avlese de tre verdiene.



Disse er avleste verdier som kan tilordnes variabler som vist i eksempelet under.

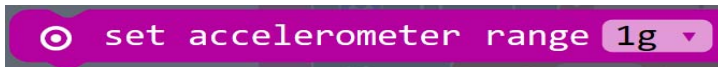


Her tilordnes akselerometerverdien i x-retning til variabelen "x".

Men akselerasjon kan også skje på andre måter enn ved tyngdeakselerasjonen. For eksempel ved at Micro:bit gis en akselererende bevegelse, dvs. at farten øker eller minker.

9. <http://microbit-challenges.readthedocs.io/en/latest/tutorials/accelerometer.html>

Kommandoen “Set accelerometer range” setter måleområdet for akselerometeret til verdiene: 1, 2, 4 eller 8 g. Avlesningen vil alltid være i milli-g (mg). Verdien kan derfor komme opp i verdier på ± 8000 mg.



Radio – Under katalogen Radio

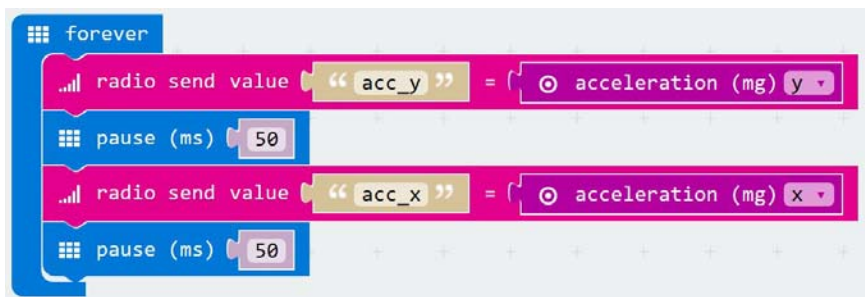
Kommandoene i denne katalogen skal vi bruke for å opprette radioforbindelse mellom to eller flere Micro:bits. La oss anta at det er ønskelig å opprette en radioforbindelse mellom to Micro:bits. Det skal overføres en tallverdi, og en tekst som kan knyttes til dette tallet. Dermed er det mulig å overføre forskjellige parametere (verdier) og det er fortsatt mulig å skille verdiene fra hverandre ved hjelp av den “medsendte” tekststrengen.



1. I “on start” funksjonen bestemmes hvilken kanal vi ønsker å opprette radioforbindelsen i (“radio set group ch”). I alt kan man velge mellom 256 kanaler fra 0 – 255.
2. Dernest må man velge et navn og en parameter man ønsker å sende:



Figuren under viser et eksempel der vi sender to parametere knyttet til hver av parametrene “acc_x” og “acc_y” (dvs. akselerometeravlesningen i x- og y-retning).



Her ser vi at vi avleser verdien til akselerometeret i x-retning med blokken “acceleration (mg) z) og sender verdien sammen med navnet acc_x. Tilsvarende sender vi akselerometerverdien i y-retning under navnet acc_y.

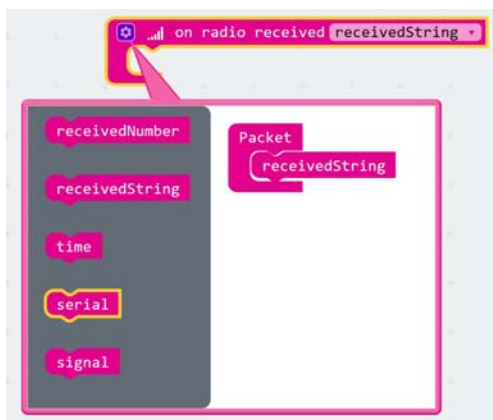
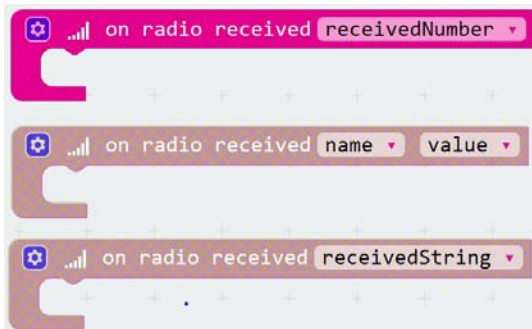


La oss se hvordan disse kan skilles igjen på mottakersiden.

3. Også mottakeren må settes opp med riktig kanal. Dette gjøres på samme måte som på sendersiden i “on start” blokken..



4. Vi har ulike kommandoer som kan brukes til å motta og skille ut de ulike parametrene. Under ser vi alle de som ligger i menyen. I virkeligheten er alle disse den samme funksjonen, man har bare valgt ut litt forskjellige parametere.



Dersom vi trykker på det vesle hjulet i venstre hjørne får vi opp samtlige valgmuligheter som vist i figuren under.

Her er en komplett oversikt¹⁰ over parametere som kan velges inn i datapakken som sendes over radiokanalen (Blue tooth):

receivedNumber: Er en variabel som inneholder den *verdien* som er knyttet til datapakken (akselerometerverdien i eksempelet foran)

receivedString: Er teksten som er knyttet til datapakken. Det kan også være navnet

til variabelen viss verdi ønskes overført.

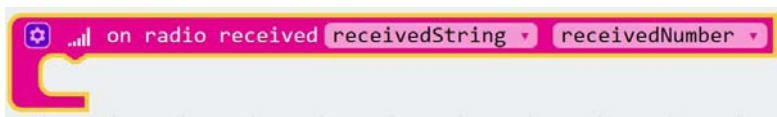
time: Er systemtidspunktet til Micro:bit som sendte meldingen, dvs. tid fra påslag.

serial: Serienummeret til den Micro:bit som sendte meldingen, om den er merket med et serienummer fra fabrikk.

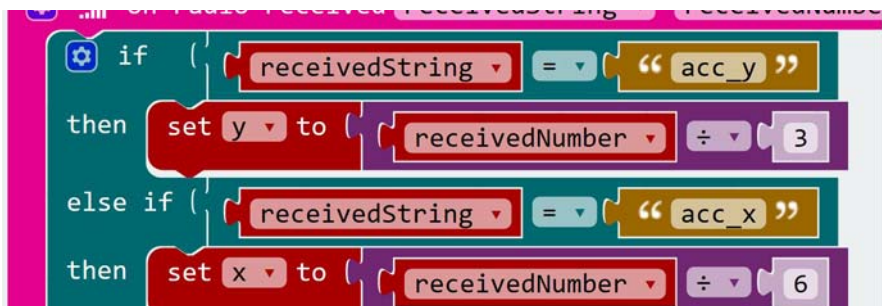
signal: Angir signalstyrken til radiosignalet, fra en svakeste verdi på -128 til en sterkeste verdi på -42.

10. <https://makecode.microbit.org/reference/radio/on-data-packet-received>

Vi velger å ta med variablene “receivedNumber” og “receivedString” og får følgende argumenter i funksjonen. Her knytter vi “receivedString” (“default” navn) til parameterens navn f.eks. acc_y og receivedNumber” til en verdi mellom +/- 0 – 1000 som angir akselerometerverdien.



5. I figuren under ser vi hvordan vi anvender innholdet i receivedString for å skille de to variablene x_acc og y_acc fra hverandre.



Ved hjelp av betingelsen til if-setningen sjekkes hvilke av de to medfølgende tekststrengene sendingen gjelder slik at de to tilhørende verdiene kan tilordnes de riktige variablene.

6. Derneft kan vi la det etterfølgende programmet bruke de overførte verdiene som nå er tilordnet variabler.

I stedet for å bruke “receivedString” og “receivedNumber” kan definere våre egne variabler som gir mer mening.

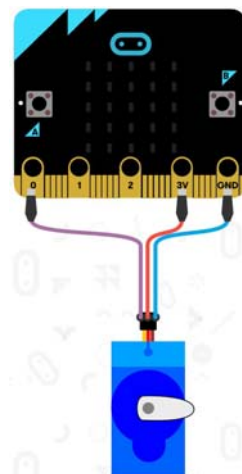
Servo – Under katalogen Pins

Denne skal vi bruke for å styre ulike servoer, både 180° og 360° servoer.

Hos en 180° servo kan akslingen dreies 0 – 180°. Slike egner seg for å dreie en arm eller dra i en sleide. En 360° servo roterer kontinuerlig 360° rundt og vil fungere som en motor. Slike egner seg til å kjøre en robot bortover gulvet. Figuren til høyre viser oppkoblingen for en 180° servo. Siden vi bruker P0 som styreutgang kan vi bruke en bananstikker eller en krokodilleklemme som vist på figuren til høyre.

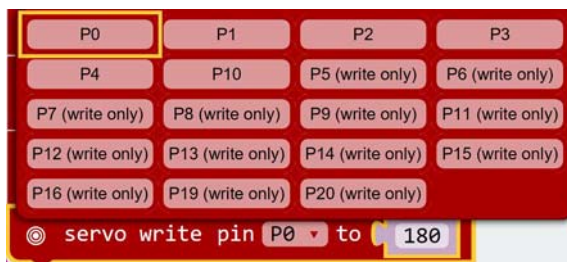
Vi skal her se nærmere både på blokker som kan styre ut 180° og 360° servoer. Disse blokkene finner vi under menyen “Pins”.

Blokken vist under er primært for styring av en 180° servo.



Her velger vi hvilken pinne som vi anvender til styring og hvor mange grader vi vil at akslingen skal dreie. I eksempelet over vil servoen som er koblet til port P0, dreie 180°.

Når man trykker den vesle pila ved siden av pinnenummeret, vil man få opp en komplett oversikt over de portene som er valgbare.



Skal vi styre en 360° servo så bruker vi kommandoen:



Her velger vi hvilken pinne som vi ønsker å bruke til styring og hvor fort servoen skal rotere. Blokken setter opp den valgte porten (f.eks. P0) som en analog utgang som sender et pulstog med pulser som har en lengde gitt i mikrosekunder (f.eks. 1500 μ s). Ved å trykke pila ved siden av P0, så vil vi få opp alle de mulig valgbare utgangene.

360° servoer er ofte konstruert slik at de står i ro for pulslengder på omkring 1500 μ s, går med full fart framover ved en pulslengde på 1800 μ s og full fart bakover med en pulslengde på ca. 1200 μ s.

4.3 Justering av 360° servoer¹¹

Det finnes en rekke ulike 360° servoer på markedet. Vi har valgt å bruke *FS90R Continuos servo*. Denne har en liten trimmeskrue på baksiden som gjør det mulig å justere nullpunktet for servoen. Dvs. justere den slik at servoen står stille i et 45 μ s vindu omkring 1500 μ s pulslengden.



5 Programmering av Micro:bit roboten

I dette avsnittet skal vi se hvordan vi kan bygge opp programvaren som skal styre roboten etter intensjonen. I innledningen av dette kapittelet har vi valgt meget enkle programmer som har stort potensial for forbedring. I tillegg ønsker vi å løfte og senke pennen fra papiret, til denne funksjonen ønsker vi å bruke de to bryterne A og B og en ekstra 180° servo på roboten.

For å være istand til å programmere de tre servoene må vi vite hvilke porter som styrer hver enkelt av dem. Disse opplysningene står også på kretskortet.

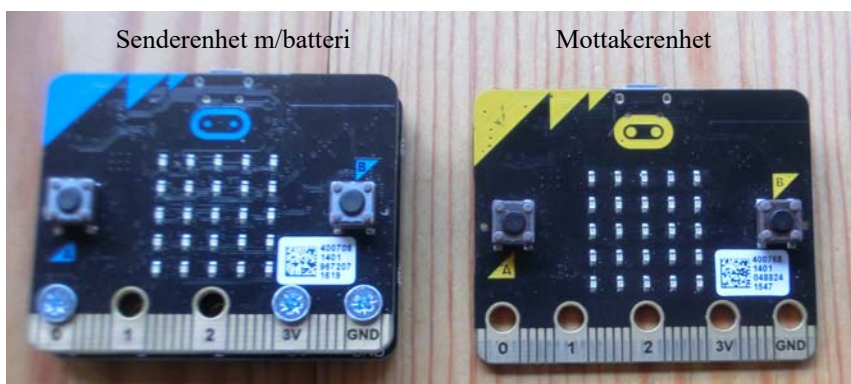
11. <https://www.pololu.com/product/2820>

Servo 1 → P0 (port 0)
Servo 2 → P1 (port 1)
Servo 3 → P2 (port 2)
Servo 4 → P8 (port 8)

I tillegg er kretskortet forberedt for en avstandssensor.

5.1 Styring av roboten

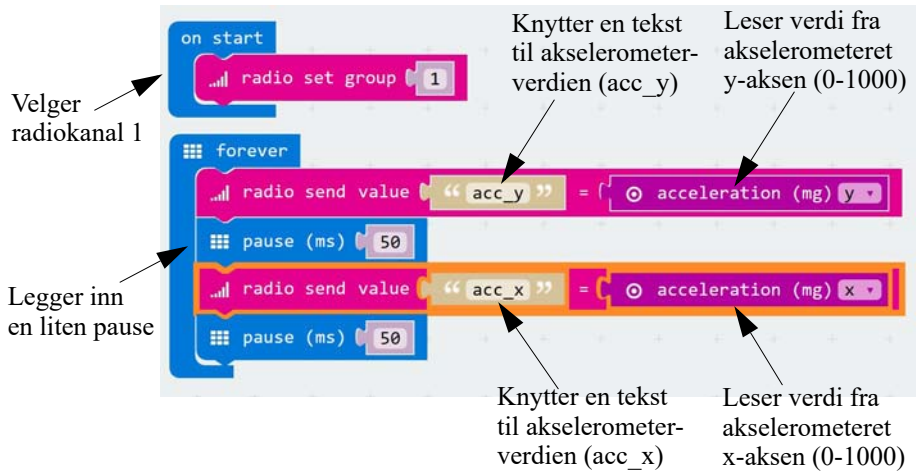
Siden målet er at roboten skal kunne styres framover, bakover og svinge til høyre og venstre fra en håndholdt Micro:bit, så må vi lage et program for både senderen (Micro:bit'en i hånda) og mottakeren (Micro:bit'en på roboten). Både sender- og mottakerenheten er Micro:bits. Senderenheten må ha eget batteri, mens mottakerenheten kan forsynes fra robotens strømkilde.



Oppdraget: Siden en Micro:bit kun har to knapper velger vi å bruke akselerometeret for styring. Vi ønsker at roboten skal kjøre forover når vi heller senderen framover og bakover når vi heller den bakover. Tilsvarende vil vi at den skal svinge til venstre når vi heller den mot venstre og tilsvarende mot høyre. I tillegg vil vi at farten og hvor brått den svinger skal være avhengig av helningsvinkelen.

5.2 Programmering av senderenheten

Figuren under gir et forslag til programmet i senderen.

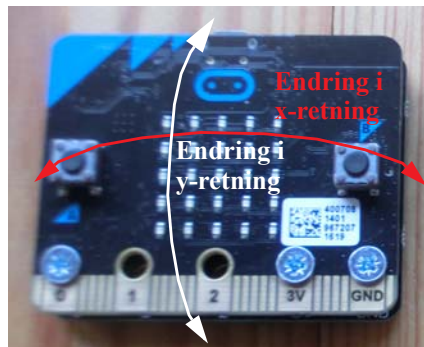


Figuren over er nesten selvforklarende. Variasjoner i y-aksen er knyttet til tilting forover (-y) og bakover (+y), mens x-aksen er knyttet til tilting sideveis. Tilting til venstre negativ x-verdi og tilting til høyre, positiv x-verdi..

Senderenhet

Kjør framover (- y)

Sving til venstre (- x)



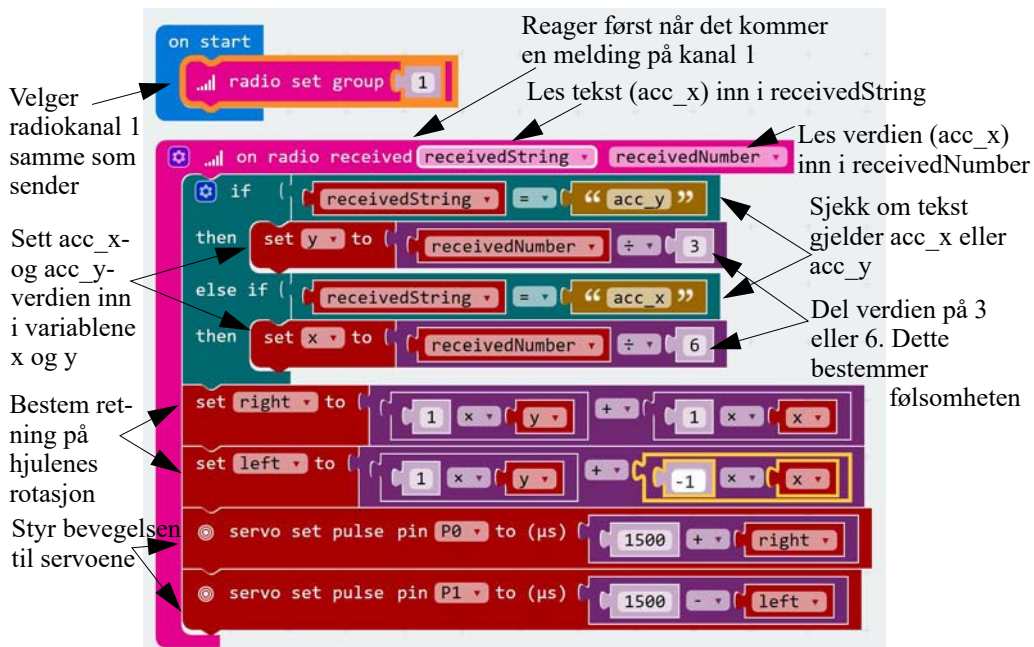
Sving til høyre (+ x)

Kjør bakover (+ y)

Å holde orden på retningene er mottakerens oppgave. En kan imidlertid med fordel legge inn piler på displayet slik at fjernstyreren ser at senderen fungerer korrekt.

5.3 Programmering av mottakerenheten

Programmet for mottakeren er noe mer komplisert da dette programmet skal tolke signalene fra senderen. Figuren under viser programmet for mottakeren som er så kompakt det er mulig å lage det.

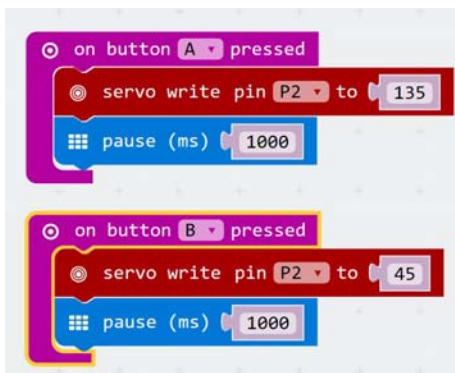


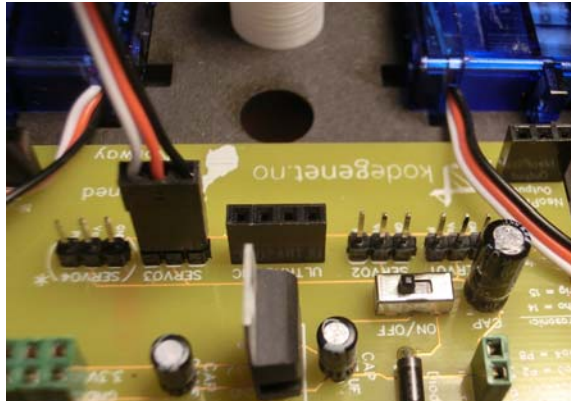
Fordelen med dette programmet er at det er enkelt og det fungerer faktisk ganske godt når man legger senderen i hånda. Ev. avvik vil automatisk korrigeres i bevegelsen av hånda på bakgrunn av observasjoner av roboten. Likevel er det stort potensial for å forbedre koden.

5.4 Program for styring av penna

Vi ønsker å kunne løfte og senke penna ved å trykke knappene A og B på Micro:bit. Vi ønsker også at denne funksjonen skal være fjernstyrt og på sikt integrert med styring av robotens framdrift.

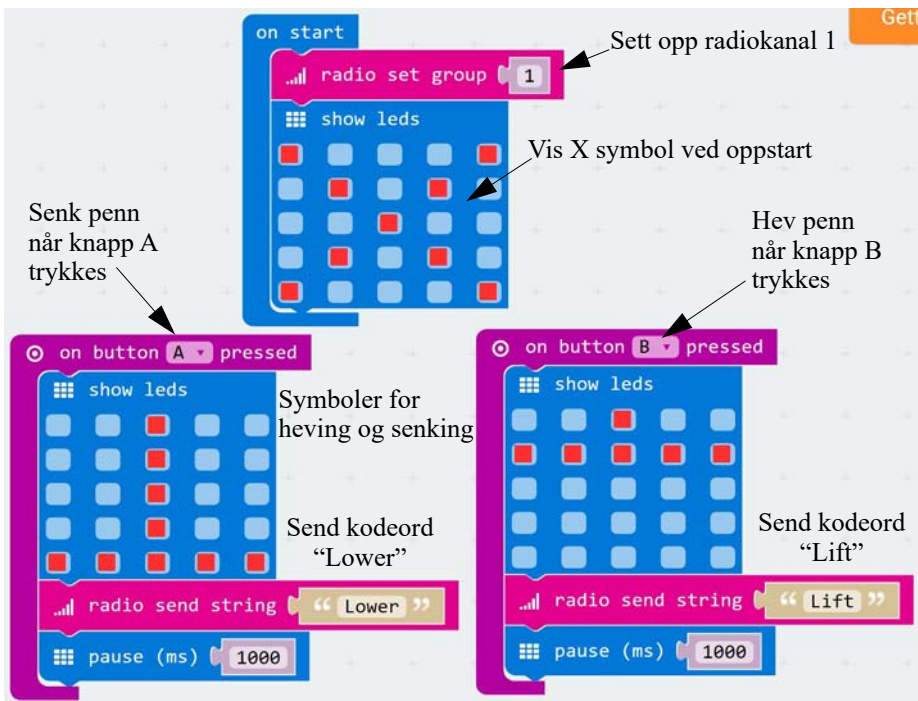
Figuren til høyre et enkelt testprogram som installeres på Micro:bit som er montert på roboten for å teste servoen som kobles til Servo 3 som igjen styres av port P2.





Penn kontroll – sender

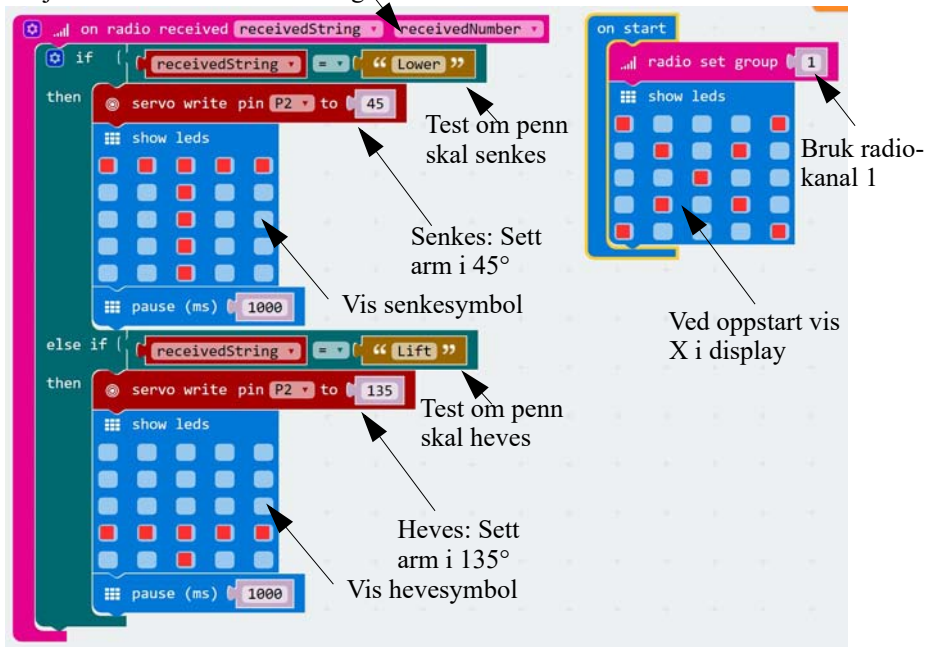
Vi bruker samme teknikk her som for styre roboten. Siden vi ikke trenger å overføre noen parameter velger vi å bruke en enklere kommunikasjonskommando som kun overfører ordene “Lower” for å senke pennen, og “Lift” for å heve pennen. I tillegg vises et symbol på skjermen som indikerer om pennen heves eller senkes.



Penn kontroll – mottaker

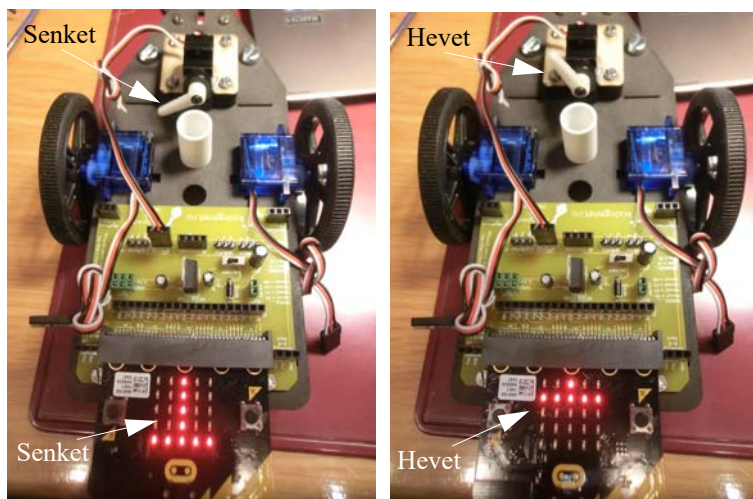
Også i mottakeren benyttes samme metode som vi brukte for å styre roboten.

Kjør rutine ved mottatt melding



Avhengig av hvilket kommandoord som overføres, løftes eller senkes armen til servoen. Legg merke til at symbolene som viser stillingen til pennen er tegnet opp-ned slik at det skal se fornuftig ut når roboten betraktes bakfra.

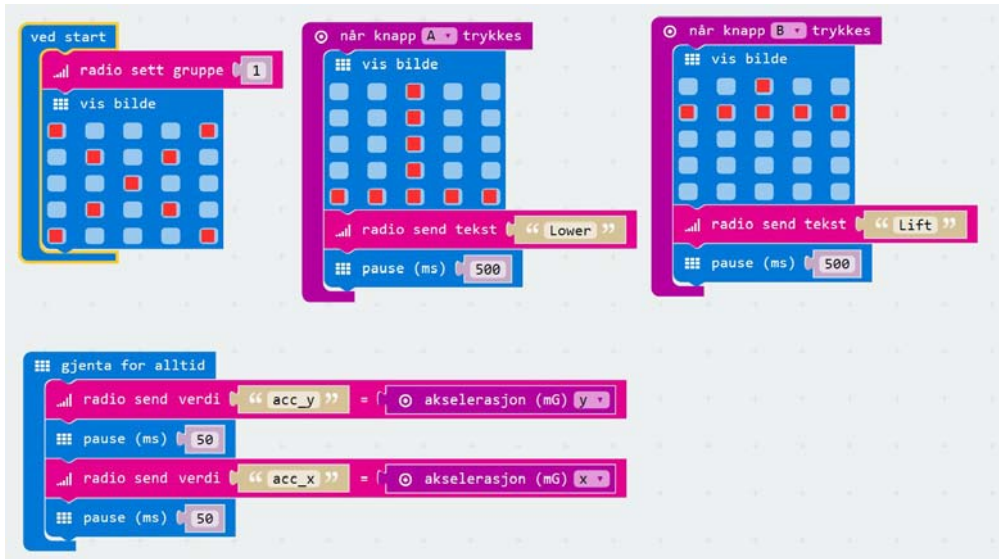
Bildene under viser hvordan servoen oppfører seg og hvordan displayet illustrerer det som skjer.



5.5 Kombinert program med kjørekontroll og penn

Vi skal nå kombinere styring av robotens bevegelser og løfting og senking av pennen. Dette er ikke vanskeligere enn at vi kombinerer de to programmene i ett.

Kombinert robotprogram med kjørekontroll og styring av penn – sender



Kombinert robotprogram med kjørekontroll og styring av penn – mottaker

```
ved start
  radio sett gruppe 1
  vis bilde
  [5x5 grid of red and blue squares]

  når radio mottar receivedString, receivedNumber
    hvis receivedString = "acc_y"
      sett y til receivedNumber / 3
    ellers hvis receivedString = "acc_x"
      sett x til receivedNumber / 6
    ellers hvis receivedString = "Lower"
      vis bilde
      servo skriv til P2 verdi 45
      pause (ms) 500
    ellers hvis receivedString = "Lift"
      vis bilde
      servo skriv til P2 verdi 135
      pause (ms) 500

  sett right til (1 * x * y) + (1 * x * x)
  sett left til (1 * x * y) + (-1 * x * x)
  servo skriv pulslengde på P0 til (1500 + right)
  servo skriv pulslengde på P1 til (1500 - left)
```

Del II

3D-Printing

**Om framstilling av
robotens nesehjul o.a.**

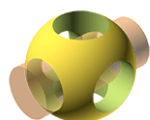
6 Kort introduksjon til 3D-printing¹²



Ulike teknologier for 3D-printing har vært tilgjengelig gjennom mange år, men det er først i de seneste årene at slike printere er blitt så billige og pålitelige at de er egnet for bruk til hobbyformål. I dag kan man få en rimelig god printer til under kr. 10 000,-. Skal man imidlertid få noe som gir god kvalitet og fungerer over tid, bør man velge en printer i en noe høyere prisklasse.

Ved Vitensenteret i Trondheim og Skolelaboratoriet ved NTNU har de valgt å satse på Ultimaker 2+ og 3 som har vist å være rimelig driftssikre og gi god kvalitet dersom man velger et godt *filament* (plastmateriale). Disse er såkalte FDM-printere (Fused Deposition Modeling (FDM)) som fungerer omtrent som en avansert limpistol.

Et plastmateriale som tilføres printeren i form av en tråd, føres til en oppvarmet (typisk 180° til 240°C) dyse (typisk Ø 0,2 - 0,6 mm) som utgjør printerens *skrivehode*. To motorer styrer hodet fram og tilbake med stor presisjon over en oppvarmet plate, eller bord, og legger igjen en tynn tråd av flytende plast. Når et lag er ferdig, senkes bordet slik at skrivehodet kan legge på det neste laget. Slik fortsetter det til hele figuren er skrevet ut. I tillegg til den oppvarmede dysen, består skrivehodet av små vifter som kjøler plasten så snart den er lagt ned på modellen, slik at neste lag kan skrives ut oppå det forrige.



OpenSCAD

For at dette skal være mulig må man lage en tredimensjonal tegning av det som skal skrives ut. Dette gjøres ved hjelp av spesielle tegneprogrammer. Her finnes det mange å velge i hvor flere er gratis og kan lastes ned fra nettet. Noen tegneprogrammer anvender geometriske byggeklosser som kobles sammen i rommet slik at de tilslutt danner den ønskede gjen-

standen. Vi kan kalle disse *grafiske* tegneprogrammer. På den annen side finnes det tegneprogrammer hvor man skriver inn kommandoer som spesifiserer de ulike geometriske figurene, vi kan kalle dette et *symbolsk* tegneprogram. På dette kurset skal vi bruke det symbolske tegneprogrammet **OpenSCAD** som er gratis og gir oss en unik presisjon i utformingen av modellen. Programmet genererer en *STL-fil*.

Når tegningen er klar, må vi bruke et programverktøy som bestemmer hvordan skrivehodet skal bevege seg gjennom de ulike lagene, fra bunn til topp. Her vil vi bruke programmet *CURA* fra Ultimaker til å generere en *g-kode-fil* som er den fila vi mater inn i printeren.



G-code fila lastes så opp til 3D-printeren og utskriften kan starte.

La oss se nærmere på hvordan vi bruker 3D-printeren.

¹²Aranda, Sean. The A-Z 3D Printing Handbook: The Complete Guide to Rapid Prototyping. Kindle Edition.

7 Tutorial - 3D-printer Ultimaker 2+ og 3

Denne gir en svært kort oppskrift på hvordan man skal betjene Ultimaker 2+ for å skrive ut nesehjulet. Filene kan i prinsippet overføres på to måter:

- Ved hjelp av SD-kort (Ultimaker 2+) eller USB minnebrikke (Ultimaker 3)
- Via nettverket i Trigger, det er denne måten som foretrekkes, men begge kan i prinsippet brukes.

Vi skal nå skrive ut nesehjulet til roboten. Nesehjulet består av en klinkekule som roterer i en 3D-printet holder.

7.1 Bruk av OpenSCAD - tilpasning av nesehjulet til klinkekula

Klinkekulene kan ha litt forskjellig størrelse og rommet til kula i holderen må tilpasses den aktuelle kula. Til dette bruker vi OpenSCAD

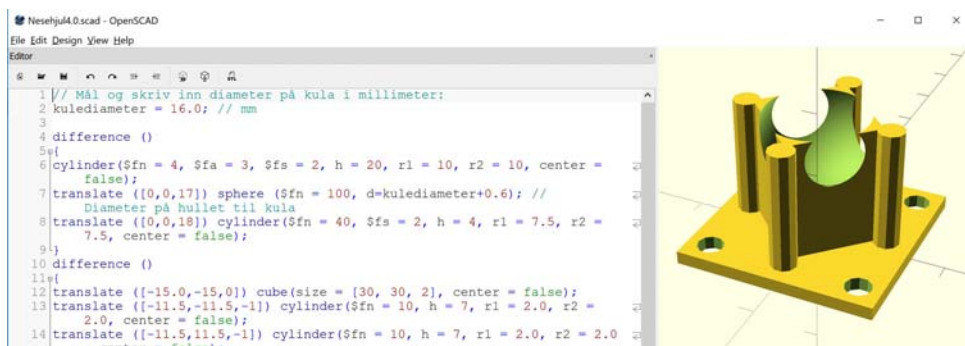
1. Start modelleringsprogrammet OpenSCAD

Dette gjøres ved å trykke på ikonet vist til høyre

- Velg *Open* og hent opp fila Nesehjul 4.0.scad



Du vil da få opp et bilde som viser koden som modellerer nesehjul holderen.



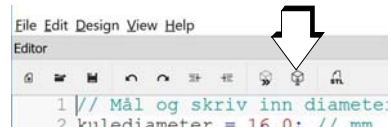
På nest øverste linja står det kulediameter = 16.0 // mm

Det betyr at default-verdien er 16 mm.

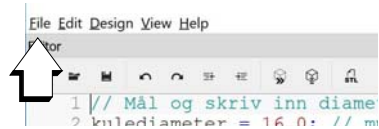
- Mål den aktuelle kula med skyvlæret og legg inn ny verdi. Bør være på nærmeste tidels millimeter.
- Trykk på Preview kommandoen på menylinja slik at bildet av modellen oppdateres med ny verdi for kulediameteren.



- Trykk på *Render* kommandoen på menylinja. Det kan ta litt tid før den er ferdig.



- Lagre din modelleringsfil under din katalog ved hjelp av *File* menyen. Lag gjerne et personlig navn på fila.



- Velg *Export as STL* for å lagre den som en SDL-fil. Lagre den gjerne med samme navn som modelleringsfila under din katalog.



Du kan nå gå ut av OpenSCAD. Du skal nå forberede STL-fila for å kunne skrives ut på 3D-printeren.

7.2 Bruk av CURA – Generering av g-fil for styring av 3D-printer

2. Åpne SLT-fila i CURA

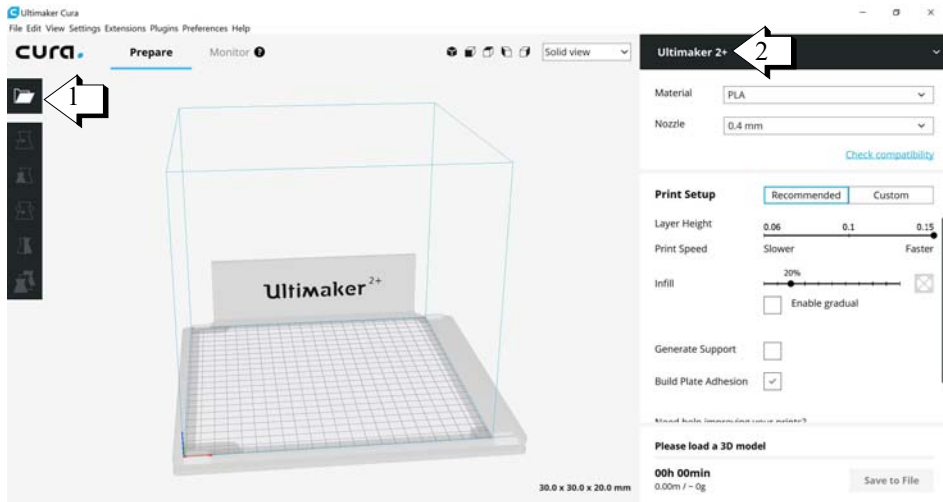
CURA er et program som bestemmer hvordan printerhodet skal bevege seg for å lage nesehjulholderen.

3. Start programmet CURA (Rev.3.1.0)

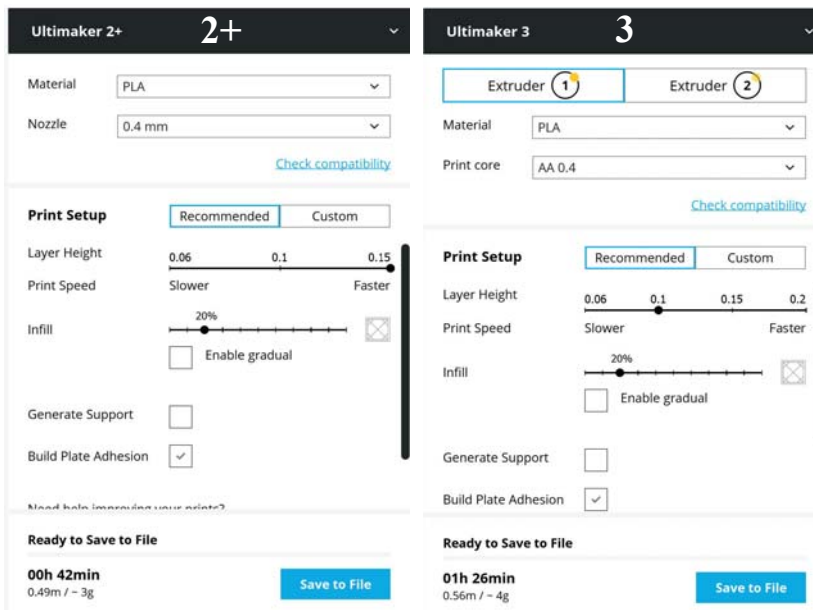
Dette gjøres ved å trykke på ikonet vist til høyre



- Etter en stund vil du få opp programvinduet til CURA



- Velg File *Open* eller mappe-ikonet (1) oppe til venstre og hent opp fila Nesehjul 4.0.stl. Når dette er gjort vil nesehjulholderen vise seg i arbeidsflata hos CURA.
- I menyen til høyre skal det velges printer. Velg Ultimaker 2+ eller 3 (2) avhengig av hvilken printer dere skal bruke.
- Når det gjelder innstillinger av printerparametere så foreslår vi at det brukes *Recommended* verdier



For Ultimaker 2+ sjekk gjerne at:

- *Material* er PLA
- Nossel er 0.4 mm (dyseåpningen)
- *Layer Hight* er *Faster*
- *Infill* er satt til 20 %, kan økes da den vil gjøre holderen noe sterkere, men øker tiden
- *Generate support* er ikke er haket av
- *Build Plate Adhesion* er haket av

For Ultimaker 3 sjekk gjerne at:

- Velg Extruder 1
- *Material* er PLA
- Nossel er AA0.4 mm (dyseåpningen)
- *Layer Hight* er 0.2
- *Infill* er satt til 20 %, kan økes da den vil gjøre holderen noe sterkere, men øker tiden
- *Generate support* er ikke er haket av
- *Build Plate Adhesion* er haket av

Extruder 2 er støtte materialet i den andre snella som vi ikke trenger å bruke i denne sammenhengen.

7.3 Overføring av filer – Start 3D-printing (2+ og 3)

7.3.1 Manuell overføring av filer (2+ og 3)

4. Overføring av filer til 3D-printer

La oss først se på overføring via *SD-kort eller minnepinne*. CURA leverer en .gfil som er en lang rekke instruksjoner til 3d-printeren hvordan hodet skal flytte seg og hvor mye plast som skal sprutes ut gjennom dysa. Videre inneholder den også informasjon om temperatur på skrivehode og byggeplata.

- **Mengde materiale og utskriftstid:**

CURA beregner hvor mye plasttråd som trengs og hvor lang tid utskriften tar. Dessuten vises størrelse på utskriften. Det kan være lurt å følge med på disse verdiene dersom man endrer parameterene for utskriften.



UM2+_Nesehjul4.0 
30.0 x 30.0 x 20.0 mm
00h 42min
0.49m / ~ 3g

- **Save to File**

I nederste høyre hjørnes finnes knappen Save to file. Dersom et SD- eller minnekort er satt inn, så vil filen legges på der. Etter lagring blir man bedt om å trykke *Eject*.



- **Flytte filen**

Man tar med seg SD- eller minnebrikken bort den aktuelle 3D-printeren og stikker den inn i SD-kortleseren eller USB-brikken.

5. Manuell oppstart 3D-printer, Ultimaker 2+

Vi skal nå vise kortversjonen av hvordan vi starter utskrift av neshjulet

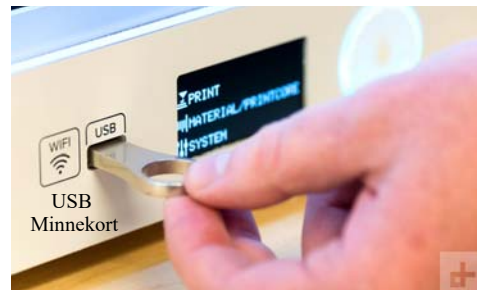
- Slå på 3D-printeren om ikke det er gjort
Av/på-bryteren finnes på baksiden nederst til *venstre* sett forfra
- Stikk SD-kortet inn i SD-leseren foran på printeren
- Betjeningsmenyen
Bruk betjeningshjulet til høyre slik at ruta som er betegnet *PRINT* blir opplyst.
Trykk inn hjulet for å velge *PRINT* menyen
- Velg ønsket fil for utskrift
Bruk betjeningshjulet til å bla deg nedover lista av filer. Trykk når du finner Ultimaker 2+ Neshjul 4.0. Printeren vil nå starte.



6. Ultimaker 3 – Manuell oppstart 3D-printer

Vi skal nå vise kortversjonen av hvordan vi starter utskrift av neshjulet

- Slå på 3D-printeren om ikke det er gjort
Av/på-bryteren finnes på baksiden nederst til *høyre* sett forfra
- Stikk minnepennen med print-fila inn i USB inngangen foran på printeren
- Betjeningsmenyen
Bruk betjeningshjulet til høyre for å velge *PRINT*.
Trykk inn hjulet for å velge *PRINT* menyen
- Velg ønsket fil for utskrift
Bruk betjeningshjulet til å bla deg nedover lista av filer. Trykk når du finner Ultimaker 3 Neshjul 4.0. Printeren vil nå starte.



7.3.2 Nettbasert overføring av filer (2+ og 3)

<Ennå ikke beskrevet>

7.4 Ferdigstilling og fjerning av 3D-printet modell

7. Fjerning og klargjøring av neshjul

Når utskriften er ferdig vil bordet senke seg og skrivehode og byggeplata avkjøles. Vent gjerne til bordet er kaldt til å fjerne utskriften, da løsner den lett.

- Fjern utskriften
Bruk ev. en spatel eller en avrundet bordkniv til å fjerne utskriften
- Fjerning av grader
Bremmen rundt sokkelen kan enkelt klippes bort med en saks.
Bruk en avrundet bordkniv til å fjerne plastrusk som sitter igjen på innsiden av hulrommet der kula skal sitte. Vær sikker på at alt er fjernet.
- Monter kula
Press kula forsiktig inn i hulrommet. Vær klar over om den er for trang er det vanskelig å få den ut uten å ødelegge holderen som da må skrives ut på nytt. Du kan da ev. se om du finner en litt mindre kule i beholdningen.

8 Detaljert om menyer og betjening av Ultimaker 2+

8.1 Bli kjent med menyene

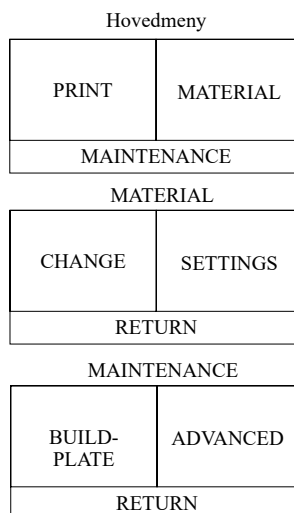
- **Av/på-bryteren** finnes på baksiden nederst til venstre

Foran finner vi:

- **SD-kortet**
SD-kortet brukes for å overføre filer for utskrift
- **Betjeningsmenyen**
Menyen inneholder flere undermenyer og brukes til å sette opp, kalibrere 3D-printeren og skrive ut filer.
- **Betjeningshjulet**
Hjulet brukes for å bevege seg i menyene og endre verdier. ENTER gjøres ved å trykke på hjulet.

Under er gitt en oversikt over menyene. Ved oppstart viser displayet tre feltet som vist på figuren til høyre.

- **PRINT-menyen**
Her velges bl.a. hvilken fil som skal printes ut fra SD-kortet.
- **MATERIAL-menyen**
Her kan man skifte filament (CHANGE) og spesifisere hvilket materiale man bruker (SETTINGS). Vi bruker stort sett PLA eller ABS. Ved å velge RETURN kommer man tilbake til Hovedmenyen.



- **MAINTENANCE**

Her kan man kalibrere byggeplaten (BUILDPLATE), det kommer vi snart tilbake til. I menyen ADVANCED kan man sette en rekke ulike parametere, mens ved å velge RETURN kommer vi tilbake til Hovedmenyen.

La oss gi en kort oversikt over de viktigste parameterene vi kan vaiere i ADVANCED-menyen:

- **LED-settings**

Her kan LED-belysningen inne i printerens settes opp. Normalt lar vi dette lyset alltid være på.

- **Heatup nozzle**

Her velger vi temperaturen til “skrivehodet”, normalt skrur vi den opp til 220°C for PLA.

- **Heatup buildplate**

Her velger vi temperaturen til “byggeplata” som er plata i bunnen av skriveren, normalt skrur vi temperaturen opp til 60° – 65°C for PLA.

- **Home head**

Denne plasserer skrivehodet lengst bak og til venstre.

- **Lower buildplate**

Byggeplaten senkes til nedre posisjon.

- **Raise buildplate**

Byggeplaten heves til øvre posisjon (ca. 5 cm under skrivehodet).

- **Inserte material**

Her skyver man nytt materiale inn i materen på baksiden av skriveren

Det er normalt bedre å bruke CHANGE-menyen for å utføre bytte av materiale.

- **Move material**

Med denne kan man skyve materialet opp kanalen manuelt

Det er normalt bedre å bruke CHANGE-menyen for å utføre bytte av materiale.

- **Set Fan Speed**

Med denne kan man sette hastigheten til viftene som er plassert rundt skrivehodet. Normalt vil dette skje automatisk.

- **Retraction og Motion settings**

Denne parameteren regulerer hvordan filamentet skal oppføre seg under skriveprosessen.

- **Version**

Oppgir programvarens versjonsnummer.

- **Runtime state**

- **Factory reset**

Gå tilbake til parametere satt ved levering fra fabrikken.

8.2 Oppstart – Tutorial

Vi skal nå gå gjennom oppstarten av en utskrift trinn for trinn. Se også <https://ultimaker.com/en/resources/18770-loading-materials> for hjelp til å komme igang.

1. Sett i power-pluggen og slå på utstyret med av/på-knappen bak til venstre.

8.2.1 Kalibrer byggeplata

2. KALIBRER BYGGEPLATA

Det er særdeles viktig av byggeplata er like langt fra skrivehodet i alle posisjoner.

3. VELG MAINTENANCE-MENYEN

Kalibreringen gjøres ved å velge menyen MAINTENANCE.

MAINTENANCE	
BUILD-PLATE	ADVANCED
RETURN	

4. VELG BUILDINGPLATE

Dernest velges BUILDINGPLATE-menyen. Man blir så guidet gjennom prosedyren med justering av plata både foran og bak. På siden av printeren henger Ultimaker Calibration Card, dette brukes til å justere hodet i riktig posisjon ved å smyge dette mellom printerhodet og plata. Plata justeres dels med betjeningshjulet og dels med skruene til venstre og høyre under foran på byggeplata, slik at skrivehodet øver litt motstand mot kortet når dette dras fram og tilbake.

8.2.2 Lading av filament:

5. MONTER SPOLE MED FILAMENT

Monter spolen med filament bak på spoleholderen slik at filamentet kommer ut på undersiden til venstre.

6. VELG CHANGE-MENYEN

Velg CHANGE i hovedmenyen og følg anvisningene etter som de kommer på displayet. Trykk CONTINUE når du er klar.

7. OPPVARMING AV SKRIVEHODE

Før filamentet mates inn må skrivehodet varmes opp slik at filamentet smelter når det kommer fram. Når det er varmt nok ber den deg om mate inn filamentet.



8. MAT INN FILAMENTET

På anmodning stikk filamentet opp i materen (på baksiden) fra undersiden. Etter hvert vil du merke at den drar filamentet inn. Trykk CONTINUE når du merker at materen har grepet filamentet, og materen fører filamentet raskt fram til skrivehodet.

MATERIAL	
CHANGE	SETTINGS
RETURN	

9. KLAR FOR SKRIVING

Trykk CONTINUE når smeltet filament begynner å strømme ut av skrivehodet.

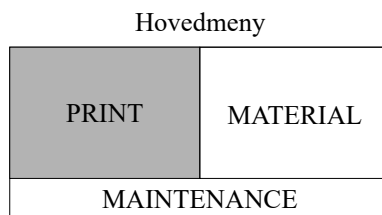
Printeren vil nå automatisk senke temperaturen i hodet og byggeplata og vente på oppstart av printing.

8.2.3 3D-printing av modell

Det neste som nå skal skje er at filen lastes opp slik at 3D-printingen kan starte.

10. SETT INN SD-KORTET

Etter å ha lagt fila som skal printes over på SD-kortet – Dette gjøres på PC'en – så stikkes denne i SD-kortleseren nede til venstre foran.



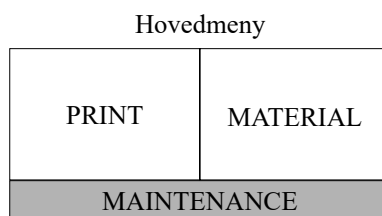
11. VELG PRINT-MENYEN

Velg PRINT-menyen i hovedmenyen og finn igjen fila du skal printe på SD-kortet ved å dreie på betjeningshjulet. Trykk inn hjulet når fila er funnet. Dette vil starte oppvarming av skrivehode og byggeplata så fremt temperaturen er satt i printfila.

Det hender at det kan være ønskelig å justere temperaturen manuelt. Normalt vil ikke det være nødvendig da denne informasjonen overføres fra CURA. Om man likevel ønsker det så kan man gå fram som følger:

12. SETT TEMPEARUREN PÅ SKRIVEHODET

Gå til Menyene MAINTENACE og velg Heatup nozzle. Bruk betjeningshjulet til å heve temperaturen 220°C. Trykk inn betjeningshjulet for å forlate valget.



13. SETT TEMPEARUREN PÅ BYGGEPLATA

Velg "Heatup buildplate" og skru temperaturen opp til 60°C. Trykk inn betjeningshjulet for å forlate valget.

8.2.4 Behandle byggeplaten med heftestoff

Siden byggeplaten er oppvarmet vil filamentet normalt kunne feste seg godt til plata. Det er derfor vanligvis ikke behov for å legge på noe ekstra festestoff. Om man likevel ønsker det kan man gjøre følgende:

14. BRUK LITT STYLING SPRAY

Mens plata varmes opp, spray litt Styling (hårspray) på plata der hvor modellen plasseres (normalt midt på plata). Det er nok med en tre – fire sprut. Alternativt kan man bruke limstift eller maskeringstape. Unngå å spraye skrivehodet.

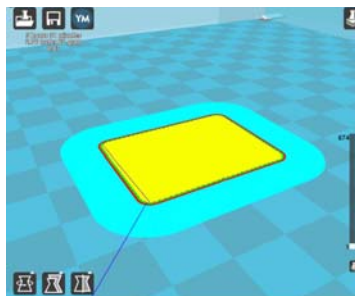
15. RENGJØRING AV BYGGEPLATA

Etter at utskriften er ferdig kan det være lurt å rengjøre byggeplata med en fuktig myk klut, eller rett og slett løse den og ta den med bort til en vask for grundig rengjøring. Dette gjøres ved å vippe klipsene til høyre og venstre foran på plata framover. Dermed kan plata trekkes ut av de bakre klipsene slik at den kan rengjøres. Normalt trenger man ikke gjøre dette hver gang, men det kan være lurt å gjøre det dersom man bruker spray eller limstift som heftemiddel.

8.2.5 Utskrift av modell

16. FESTE AV MODELL

Normalt vil printeren skrive ut *et fundament* før den begynner på selve modellen. Dette fundamentet er en tynn skive som er litt større enn selve modellen og vil hjelpe til å holde den på plass (se figuren til høyre). Denne fjernes lett fra modellen etter at den er ferdig skrevet ut. Det må spesifiseres i programmet CURA at man ønsker denne.



17. LØSNING AV MODELLEN UNDER UTSKRIFT

Det hender at modellen løsner under veis, dette er spesielt kritisk ved oppstart. Noen ganger kan det være lurt å holde et øye med utskriften i starten. Om fundamentet bøyes opp kan man presse det ned med fingeren eller sjekke temperaturen.

18. JUSTERING AV TEMPERATUR UNDER VEIS

En kan godt gå inn i MAINTENACE-menyen for å sjekke parameterne, mens man skriver ut. Det er mulig å justere opp temperaturen mens printeren går.

19. LØSNING AV MODELL NÅR DEN ER FERDIG

Dersom man ikke bruker heftemiddel vil modellen normalt løsne lett, men det er lurt å vente til modellen og byggeplata er kald, da løsner den som oftest svært lett. Noen ganger kan det imidlertid være vanskelig å løsne modellen fra byggeplata, dette gjelder spesielt når man bruker heftemiddel. I så fall kan man bruke et buet knivblad som stikkes under kanten av modellen og bende forsiktig.

8.2.6 Valg av filament

Før man i det hele tatt kan begynne å skrive ut noe som helst må man velge et materiale som egner seg til formålet. Ultimaker anvender filamenter av dimensjon 2,85 mm som leveres i ruller på 750 eller 1000 gram.

De fleste bruker PLA siden dette er et materiale som er billig, gir lite avgasser og smelter på relativt lav temperatur (190 – 220° C). Trenger man derimot et kraftigere materiale kan man velge ABS, dette materialet har høyere smeltepunkt (og det anbefales å benytte lokalt avtrekk på printerens).

Valg av PLA

Det finnes en mengde ulike typer PLA fra omtrent like mange leverandører. Foreløpig har forfatteren lite erfaring med ulike typer PLA, men har erfart at den sløvgrå varianten som følger printerens ved levering hittil synes å være den som har gitt best resultat.

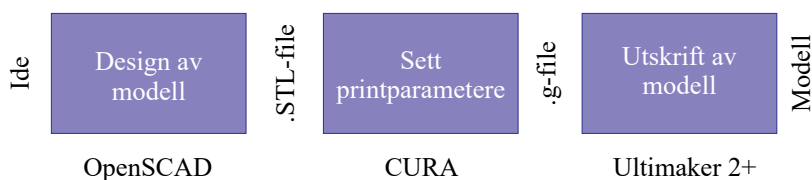
3DNet leverer filamenter av ulike typer. Men anbefaler <https://3dnet.no/collections/2-85/products/pla-2-85>. Her finnes det en mengde ulike farger å velge i. Etter en tids bruk av filamenter fra dette firmaet har vi erfart at det blir sprøtt og brekker lett. Dette kan skyldes at filamentet ikke har vært oppbevart forskriftsmessig i lukket beholder. Det sies at PLA blir sprø når den oppbevares i fuktige omgivelser.

Det kan være svært plagsomt da en bit av filamentet blir stående igjen i materøret som må demonteres for å fjernes.

Det påstås ved Vitensenteret at problemer med brekt filament ikke skjer så lett ved bruk av filamenter fra ColorFabb (www.colorfabb.com). 3Dnordic er norsk forhandler for Colorfabb (www.3dnordic.no).

9 Gangen i designprosessen

Under er vist et flytdiagram for gangen i designprosessen.



9.1 Ide

Normalt vil man starte med en ide om hva man ønsker å modellere. Det er ikke alle ideer som lar seg realisere like lett:

- **Overheng**

Normalt vil printeren være avhengig av å skrive ut på et fundament. Overheng vil derfor være vanskelig å få til uten spesielle tiltak. Dette kan normalt løses på ulike måter:

- *Del opp modellen*

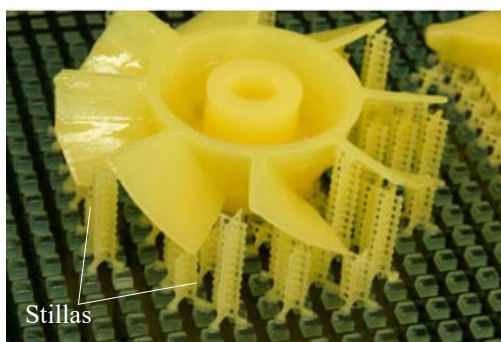
For å unngå overhang kan man dele modellen i to eller flere deler der overhengen starter, for så å lime eller skru delene sammen i ettertid.

- *Snu modellen opp-ned*

Noen ganger vil det være lurt å snu modellen opp-ned, på denne måten kan man f.eks. bygge innover i stedet for utover etter hver som modellen bygges.

- *Bruk av stillas*

I CURA kan man spesifisere at det lages stillaser under veis mens man bygger. Dette vil være støttestrukturer som lett kan fjernes etter at modellen er ferdig. Hos printere med to skriveskriver kan det ene hodet skrive ut stillaset i et materiale som lett kan løses opp av f.eks. aceton eller vann. En må imidlertid være klar over at stillasbygging tar tid¹³.



- **Tynne vegger**

-
- Det er en god regel at veggene minst må være tilsvarende 3 x tykkelsen på dysen til skrivet hodet, i vårt tilfelle betyr dette en minimum veggykkelse på 1,2 mm. Normalt vil det være lurt å holde seg et stykke unna denne minstetykkelsen. Det viser seg også at det kan være lurt å velge en veggykkelse som går opp med dysestørrelsen f.eks. 12 mm, 16 mm, 20 mm osv.

9.2 Modellering av modeller for utskrift¹⁴

Modelleringen av modellen betyr at det må lages en tegning av hvordan modellen skal se ut, både inni og utenpå.

9.2.1 Modelleringsverktøy

Det finnes i dag en mengde ulike programmer for tegning av modeller, både grafiske tegneprogrammer og kodebaserte tegneprogrammer. Her er noen forslag:

- **TinkerCAD** (Autodesk) – Enkelt grafisk nettbasert tegneprogram (gratis)
- **123Design** (Autodesk) – Kraftige enn TinkerCAD, grafisk tegneprogram (gratis for kompakte modeller)
- **SketchUp Make** (Trimble) – Populært 3D-tegneprogram spesielt for arkitektur, kun overflatemodellering
- **Fusion 360** (Autodesk) – Avansert program for modellering med mange muligheter, gratis for utdanningsformål, men kan være krevende å lære seg.
- **Inventor** (Autodesk) – Autodesk sitt kraftigste grafiske verktøy for profesjonell bruk – Billigste versjon koster ca. \$4725
- **OpenSCAD** – Et tekstbasert gratis program med rike muligheter. Etter at koden er skrevet inn, framkommer resultatet i et 3D-vindu.

Her er det mye å velge i. Det kan være lurt å finne noe som man er komfortabel med og som er tilstrekkelig avansert så man oppnår det resultatet man ønsker. Det kan være lurt å begynne med noe som er relativt enkelt å komme i gang med.

9.2.2 .STL filer

Et vanlig grensesnitt ut av slike programmer er .STL filer. STandard Lithography er et filformat utviklet for å overføre 3-dimensjonale figurer og ble i sin tid utviklet av *3D-systems*. I dette tilfellet bruker vi det kun som et mellomstadium mellom tegneprogrammet og programmet som skal dele opp modellen i lag og bestemme hvordan lagene skal bygges opp.

13. Bildet er hentet fra: https://timpickup.wordpress.com/2008/05/29/14_3d-printers/

14. For mer informasjon se: https://www.ntnu.no/documents/2004699/1265694650/3D-printing+i+skolen_veien_videre.pdf/d62291c0-4b96-4926-b8ec-2c3b3bf00096

9.3 “Slicing”

Programverktøyet CURA 2.5.0 henter inn .STL-fila og viser denne i et 3D format plassert på byggeplata på 3D-printeren. Programmet leveres av ULTIMAKER, men kan tilpasses ulike 3D-printere. Programmets funksjoner er å forberede modellen for 3D-printing.

9.3.1 De viktigste funksjonene

Følgende er programmets viktigste funksjoner. Se eget avsnitt for flere detaljer om bruken av CURA 2.5.0

- Plassering av modellen på byggeplata
- Skalering av modellen og beregning av tid for utskrift og ressursbruk
- Valg av fundament for modell (kan velges eller velges bort)
- Velg av fyllprosent av innvendig volum (hul, delvis fylt eller fylt)
- Valg av stillas for overheng (kan velges eller velges bort)
- Kvalitet (hvor detaljert modellen skal være)

For nærmere beskrivelse av funksjonaliteten se avsnitt 10.1. Etter at parameterne er valgt, generer CURA en strategi for utskrift og deler opp modellen i lag som er hensiktsmessig mht. å få et heldig resultatet.

9.3.2 g-code filer

Dette er et språk som er utviklet for å styre numeriske verktøymaskiner og inneholder informasjon om hvor skriveholdet skal bevege seg, hvor fort det skal gå og hvilken vei det skal følge. Dessuten spesifiseres når filament skal skyves ut av dysa, når det skal stoppes eller trekkes tilbake for å avbryte eller gjøre et hopp i skriveprosessen.

Denne fila legges så over til SD-kortet som overføres til 3d-printeren.

9.4 Utskrift av modellen

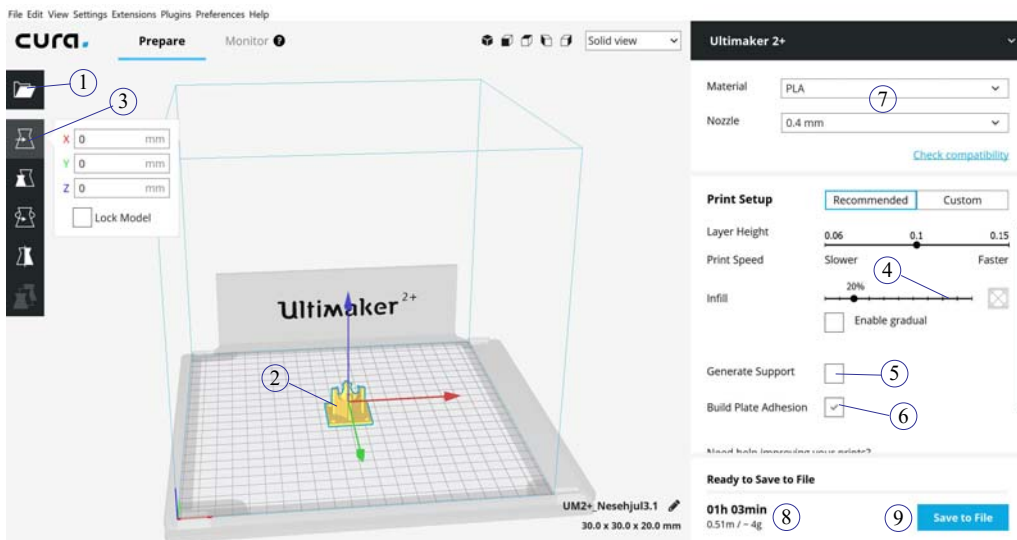
g-kodefila hentes så inn fra SD-kortet og selve utskriften kan starte, se avsnitt 8.2.3 på side 56.

10 Programvare for tilrettelegging for 3D-printing

10.1 CURA – 3.1.0

CURA er en programvare utviklet av ULTIMAKER 2+¹⁵ som tilrettelegger et design for å skrives ut på en 3D-printer. Programmet legger opp en strategi for hvordan 3D-printeren skal bevege skrivehodet for at modellen skal få den ønskede form og styrke ved bruk av minst mulig materiale på kortest mulig tid. Den vil også ta hensyn til om det skal skrives ut et fundament, om det skal bygges stillaser og i hvilken grad det innvendige volumet skal fylles.

Videre estimerer programmet hvor lang tid det tar å skrive ut modellen, hvor stor den blir og hvor mye filament som går med til utskriften.



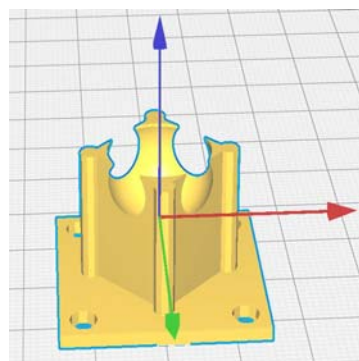
Figuren over viser programmets brukergrensesnitt. Vi skal nå gå gjennom en prosedyre for behandling av en modell som er lagret som STL-file.

Nummereringen av punktene under henviser til numrene på figuren over.

15. Ved bruk av Ultimaker 3 så får menyene noen flere valg siden Ultimaker 3 åpner for å bruke to ulike filamenter

1. **Open**

Hent fila som skal behandles ved å bruke Open-ikonet. Modellen vil plasseres midt på byggeflata. Merk modellen ved å klikke på den. Et aksekors festes til modellen (se figuren til høyre)



2. **Inspiser modellen**

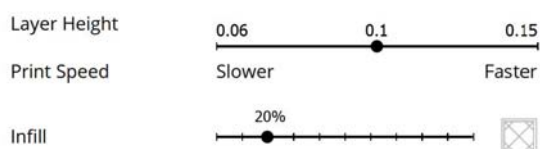
Bruk hjule på musa til å zoome inn på modellen. Hele koordinatsystemet kan dreies ved å flytte musa med høyreknappen trykket inn. *Sjekk at modellen er plassert på midten av byggeplata og at den står nede på plata.*

3. **Move**

Bruk *Move-ikonet* til å forskyve modellen slik at den står plassert på byggeplata og ellers er plassert på plata slik du ønsker.

4. **Infill (0 - 100%)**

Velg om volumet inne i modellen skal fylles helt eller delvis av et nettverk. Dersom modellen har store kompakte volumer, så bør det vurderes om det kan tillates redusert innfylling. Om



modellen ikke skal tåle belastning, så vil det spare både tid og materialer dersom man tillater redusert innfylling. En kan i prinsippet også velge helt åpne hulrom, men dette kan medføre at det blir vanskelig å bygge toppen av hulrommet som da vil henge i luften. På samme måte kan en endre hastigheten på utskriften. Denne endres ved å forandre tykkelsen på lagene.

5. **Enable support**

Dersom modellen har overheng bør man velge å hake av “Enable support” som betyr at det bygges stillaser der modellen har overheng. Printerens klarer imidlertid inntil 30°



6. **Build plate adhesion**

Ved å hake av dette valget vil det lages et fundament rundt modellen slik at den skal feste bedre til byggeplata. Det kan være lurt å velge denne, spesielt dersom modellen er høy og relativt smal.

7. **Nozzel & Material**

Sjekk at det er riktig dimensjoner på dysa (normalt 0,4 mm) og materiale (vanligvis PLA). Dessuten kan man gjerne benytte “Normal Quality”.

8. **Tid, materialforbruk og størrelse**

En informasjonsrute nederst omtrent midt på skjermbilde vises et estimat av forventet tid for utskriften, materialforbruk i lengde og gram. Dessuten vises størrelsen på modellen.



9. Save to file

Nå er fila klar for lagring. Velg “Save to file” og lagre “g-code” file på ønsket sted. Dersom SD-kortet står i kortleseren, vil den automatisk bli lagt på kortet.

10. SD-kortet

Flytt SD-kortet over til 3D-printeren.

10.2 OpenSCAD

I denne sammenhengen har vi valgt å benyttet programmet OpenSCAD som er et kodebasert tegneprogram for framstilling av 3D-modeller.

Den viktigste fordelen med programmet er:

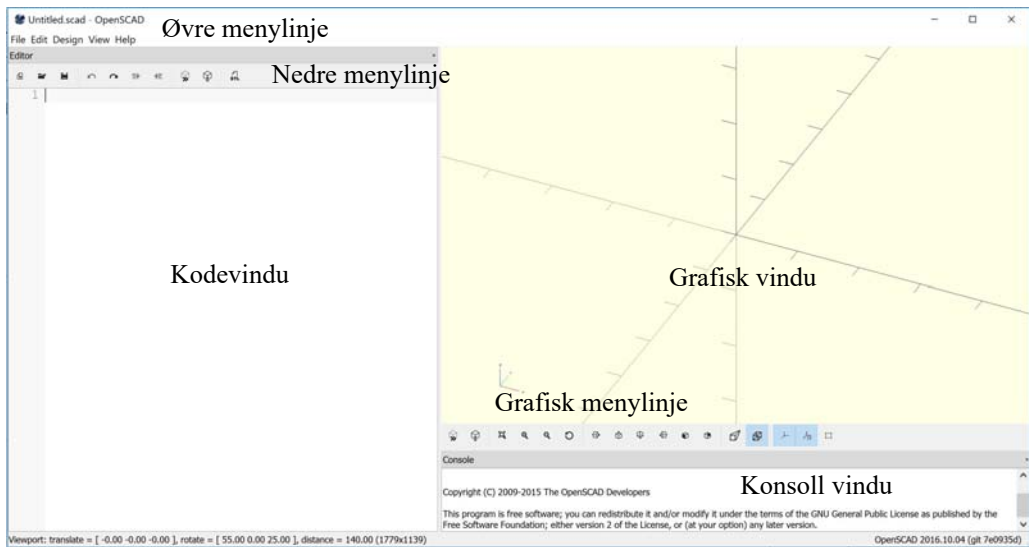
- ... at det er lett å komme igang å bruke
- ... at man har full kontroll over størrelser og plassering siden alle dimensjoner er basert på tall i kommandoene
- ... at det lett å redigere en modell uten å måtte starte helt på nytt
- ... at det er lett å se for seg resultatet av det en gjør, siden en nesten umiddelbart kan se den animerte 3D-modellen

Ulemper med programmet kan være:

- ... at det kan være vanskelig å ha oversikt over koden
- ... at det er lett å rote seg bort i problemer med syntaksen

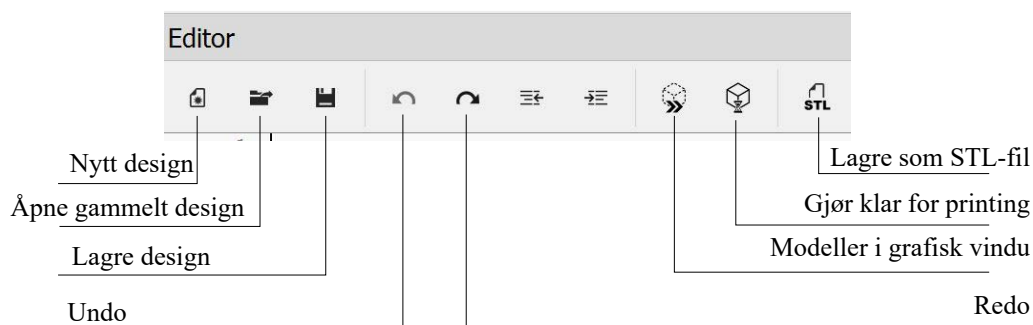
10.2.1 Oversikt over grafisk grensesnitt for OpenSCAD

Figuren under viser introduksjonsbildet når vi åpner programmet.



Grensesnittet domineres av følgende:

- **Kodevinduet** – Her skrives koden, som spesifiserer de geometriske figurene som modellen skal bestå av.
- **Grafiskvindu** – Her tegnes den modellerte tredimensjonale modellen ut og her kan vi zoome inn og dreie modellen rundt om vi ønsker det.
- **Konsollvindu** – Her skrives statusmeldinger, disse kan f.eks. beskrive hvor i prosessen programmet befinner seg når den settes til større jobber, eller gi feilmeldinger om noe skulle være feil.
- **Øvre menylinje** – Inneholder kjente nedtrekbare menyer som **File**, **Edit**, **View** og **Help**. I tillegg inneholder den en **Design** meny.
- **Nedre menylinje** – Denne inneholder noen viktige kommandoer som er hentet ut av nedtrekksmenyene. De viktigste kommandoene er vist på figuren under:



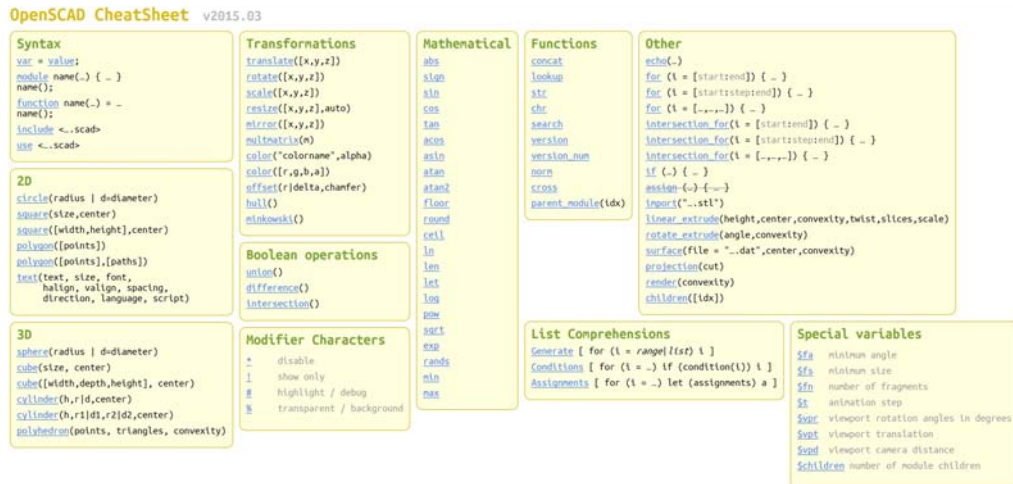
- **Grafisk menylinje** – Denne inneholder kommandoer for å endre synsvinkelen av modellen.

10.2.2 Gangen i designprosessen

Det er viktig at man planlegger designet som også nevnt i avsnitt 9.1. La oss se på et eksempel. Vi skal lag et rør som har en indre diameter på 7 mm og en ytre diameter på 10 mm, dvs. at røret har en veggtykkelse på 1,5 mm. Videre vil vi at røret skal ha en lengde på 30 mm. Da går vi fram som følger:

1. Vi orienterer røret slik at det står med aksens i vertikal retning, dermed slipper vi overheng under utskriften
2. Dernest må vi lage en sylinder med rørets ytre diameter
3. Så må vi lage en sylinder med rørets indre diameter
4. Det innerste sylindere er jo lik hulrommet i den første sylindere. For å danne et rør må derfor trekke den indre sylindere fra den ytre.

Dermed er røret konstruert. Det som nå gjenstår er å finne de aktuelle kommandoene som trengs for å gjøre jobben. Her har vi et unikt hjelpemiddel i *OpenSCAD Cheat Sheet* som vi finner ved å velge **Help/Cheat Sheet** fra den øverste menylinja. Da kommer følgende bilde opp med klikkbare referanser.



5. Vi velger kommandoen:

`cylinder (h, r|d, center)`

Klikker vi på denne kommandoen vil få utdypet hva de enkelte parameterne betyr. `r|d`, betyr radius eller diameter. Vi velger en hvor vi kan spesifisere radius i toppen, `r2`, av sylindringen og radiusen i bunnen, `r1`, av sylindringen.

`cylinder(h = height, r1 = BottomRadius, r2 = TopRadius, center = true/false);`

Hvor:

`h` = høyden


`r1` = nedre radius

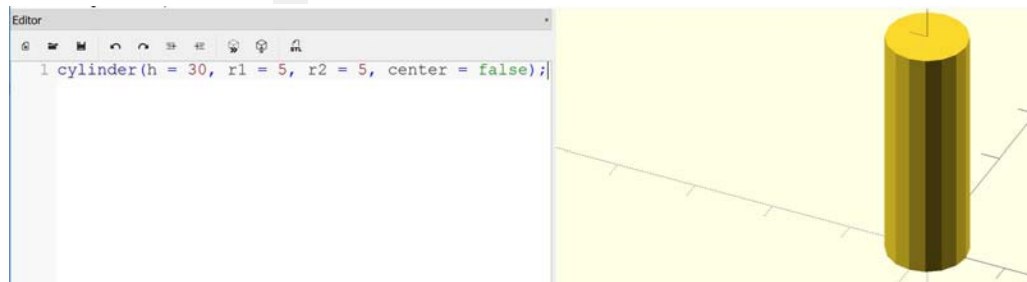
`r2` = øvre radius,

`Center` = angir om den skal stå på planet "false" eller sentreres om origo i aksekorset "true"

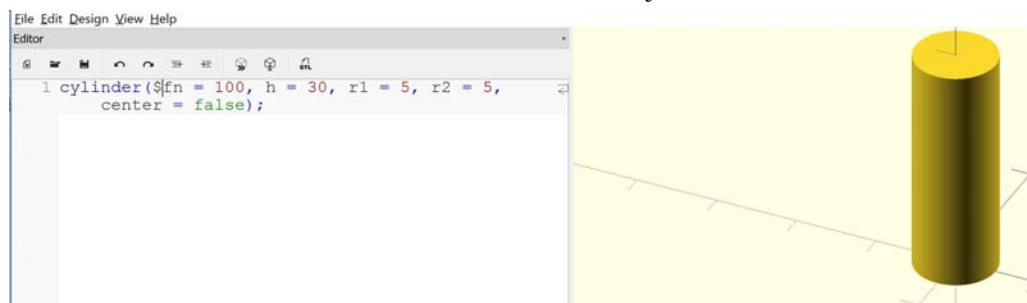
6. Vi legger kommandolinjen inn i kodevinduet med ønskede verdier:

`cylinder(h = 30, r1 = 5, r2 = 5, center = false);`

7. Vi velger så knappen  (Preview) og får opp følgende vindu:



8. Vi legger merke til sylindere består av en rekke flater, vi ønsker at den skal være jevn og fin på overflata. Dette kan vi få til ved å benytte kommandoen $\$fn = 100$, som gir oss en jevnere overflate. Dvs. antallet flater blir så stort at overflata ser jevn ut.



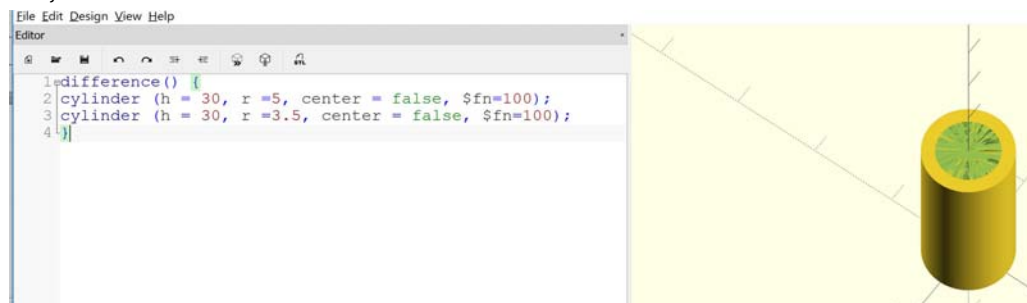
```
cylinder($fn = 100, h = 30, r1 = 5, r2 = 5, center = false);
```

9. Dernest må vi lage oss et nytt rør som er like langt, men har en diameter på 7 mm. Dette skal plasseres på samme sted som det forrige.

```
cylinder(h = 30, r1 = 3.5, r2 = 3.5, center = false);
```

10. Vi ønsker nå å trekke det indre røret fra det ytre. For å få til det må vi sette de to sylindrene inn i en *Difference()* kommando som vist under.

```
difference() {  
  cylinder (h = 30, r =5, center = false, $fn=100);  
  cylinder (h = 30, r =3.5, center = false, $fn=100);  
}
```

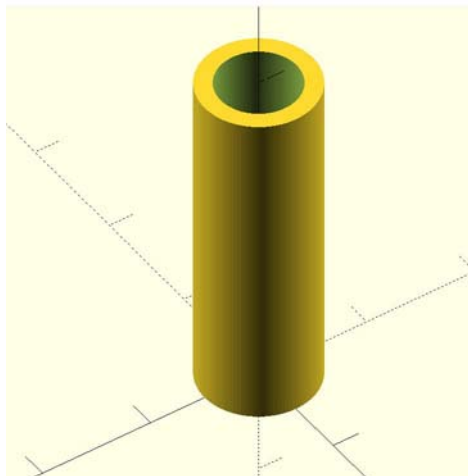


Legg spesielt merke til at sylinderen ikke ser helt hul ut. Dette skyldes at den innerste sylinderen som skal trekkes fra, bare tangerer endeflatene til den ytre. Dersom røret skal framstå som helt åpent i begge ender, må det indre røret være litt lengre enn ytre. Dessuten må det forskyves litt så det stikker ut i begge ender.

11. Vi forlenger derfor det indre røret og forskyver det litt langs z-aksen (i høyderetningen). For å få til dette bruker vi kommandoen: `translate ([x, y, z])`. Uttrykket blir da:

```
difference() {  
  cylinder (h = 30, r =5, center = false, $fn=100);  
  translate ([0, 0, -1])  
    cylinder (h = 32, r =3.5, center = false, $fn=100);  
}
```

Vi legger spesielt merke til `translate` står foran `cylinder`-kommandoen som skal forskyves, og den står på samme linje. En semikolon avslutter hver linje.



Dermed er vårt lille eksempel ferdig.

I neste avsnitt skal vi se på noen sentrale kommandoer.

10.3 Sentrale kommandoer i OpenSCAD

10.3.1 2D-objekter

Vi skal ikke si så mye om 2D-objekter i denne korte gjennomgangen, men kommandoen `Text` kan være nyttig å kunne dersom man vil lage navneskilt eller lignende.

Text

Denne kommandoen kan inneholde mange parametere, her skal vi se på noen ganske få. La oss begynne med et eksempel:

Eksempel

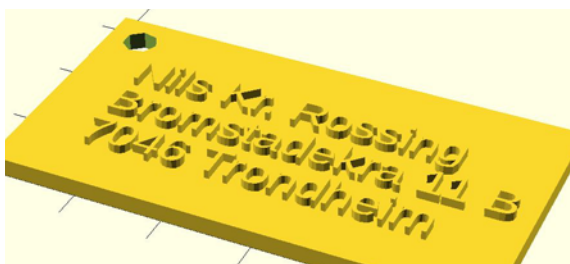
```
translate([7, 18, 2])
{
  linear_extrude(height = 1.0)
  {
    text("Nils Kr. Rossing", font = "Liberation Sans", size = 4);
  }
}
```

`translate([7, 18, 2]) { }` Posisjonerer det som står i klammeparentesen i x-, y- og z-retning

`linear_extrude (hight = 1.0) { }` Bestemmer høyden på det som omfattes av de etterfølgende klammeparentesene (teksten).

`text("Nils Kr. Rossing",
font = "Liberation Sans",
size = 4);` Skriver ut teksten som står i hermetegn ...
med fonten Liberation Sans ...
i størrelse 4

Flere tekstlinjer kan skrives ut etter hverandre og posisjoneres etter ønske slik at resultatet f.eks. kan bli som vist på figuren til høyre. Teksten er lagt på en flate som er spesifisert med ev. *cube* - kommando. Se avsnitt for hele koden.



10.3.2 3D-objekter

Kube

```
cube(size = [x,y,z], center = true/false);
```

`x, y, z` = lengden i de tre retningene (skrives rett inn med komma mellom)

`Center` = `true` → origo sentrert i terningen, `false` → terningen sentrert på xy-planet

Kule

Denne kommandoen lager en kule:

```
sphere($fn = 0, r = 1);
```

`$fn` = angir hvor finoppdelt segmentene er

`r` = kulens radius

Sylinder eller avkortet kjegle

Med denne kommandoen kan man lage en sylinder, kjegler eller avkortede kjegler:

```
cylinder(h = height, r1 = BottomRadius, r2 = TopRadius, center = true/false);
```

- h = høyden til sylindere eller kjeglen
- r = radiusen til sylindere. $r_1 = r_2 = r$.
- r1 = radius i bunnen av sylindere/kjeglen.
- r2 = radius i toppen av sylindere/kjeglen.
- d = diameteren til sylindere $r_1 = r_2 = d / 2$.
- d1 = diameteren, i bunnen av sylindere/kjeglen $r_1 = d_1 / 2$
- d2 = diameteren, i toppen av sylindere/kjeglen $r_2 = d_2 / 2$

10.3.3 Transformasjoner

Forskyvning (translate)

Denne kommandoen forskyver et objekt langs x, y og z akse.

```
translate([x, y, z])
```

x, y, z = forskyvning i de tre retningene (skrives rett inn med komma mellom)

Roter

Med denne kommandoen kan en rotere et objekt:

```
rotate([deg_x, deg_y, deg_z])
```

deg_x = dreining omkring x-aksen

deg_y = dreining omkring y-aksen

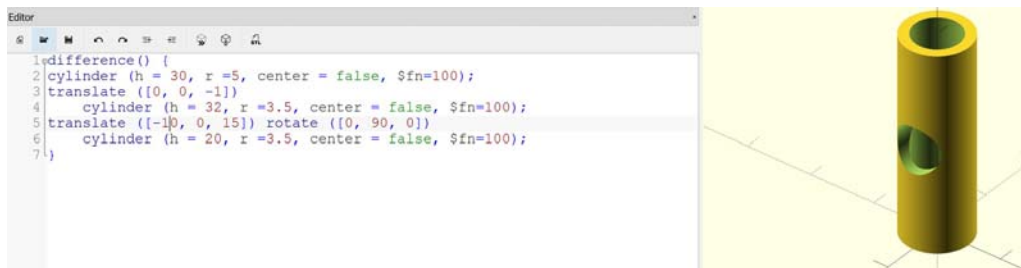
deg_z = dreining omkring z-aksen

Eksempel

Følgende viser hvordan et rør dreies 90° heves langs z-aksen og forskyves langs x-aksen. Når dette røret trekkes fra et større rør vil det dannes et hull som går på tvers som vist på figuren.

```
translate([-10, 0, 15]) rotate([0, 90, 0]) cylinder(h = 20, r = 3.5, center = false, $fn=100);
```

Først forskyves sylindere, så roteres sylindere til slutt defineres sylindere. Alle kommandoene plasseres på samme linje kun med mellomrom. Linjen avsluttes med “;”.



10.3.4 Bolske operasjoner

Dette er operasjoner som samler, “union()”, to eller flere objekter til ett objekt, som trekker ett eller flere objekter fra et annet objekt, “difference()”, eller hvor et objekt brukes til å beskjære et annet objekt, “intersect()”.

Samling av objekter, “union()”

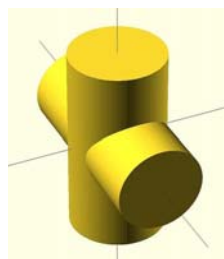
Dersom vi definerer to objekter, f.eks. to sylindere, og lar disse krysse hverandre slik at de danner et kors, så kan denne kommandoen brukes til å samle disse to objektene til ett objekt.

```
unio() { objekt 1; objekt 2; Objekt 3; ... }
```

Eksempel

```
union() {  
  cylinder (h = 4, r=1, center = true, $fn=100);  
  rotate ([90,0,0])  
  cylinder (h = 4, r=0.9, center = true, $fn=100);  
}
```

Her ser vi hvordan den ene sylindere roteres slik at den skjærer den andre.



Differansen av to objekter, “difference()”

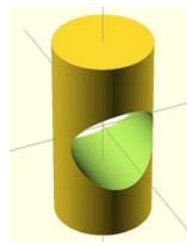
Denne kommandoen gir oss mulighet til å trekke et eller flere objekter fra et annet slik at det dannes hull.

```
difference () { objekt 1; objekt 2; objekt 3; ... }
```

Her vil objekt 2 og 3 ... trekkes fra og danne hull i objekt 1.

Eksempel:

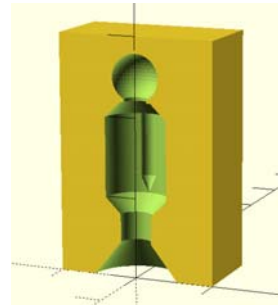
```
difference() {  
  cylinder (h = 4, r=1, center = true, $fn=100);  
  rotate ([90,0,0])  
  cylinder (h = 4, r=0.9, center = true, $fn=100);  
}
```



Forøvrig anbefales Cheat Sheet som inneholder mange flere kommandoer og muligheter.

10.3.5 Import av STL-filer i et design

Dersom man har en form som en STL-fil, kan man importere denne i OpenSCAD slik at den blir en del av et nytt design. I dette eksempelet har vi lat figuren i STL-fila subtraheres fra et prisme. Dette kan være aktuelt dersom man skal lage former for støping.



```
difference ()
{
  translate ([-10,0,0]) cube([20,10,30]);
  translate ([0,0,-0.1]) import("Brikke 2.0.stl", convexity=3);
}
```

Dersom STL-fila ikke ligger i samme katalog som OpenSCAD-fila kan en inkludere stien i kallet.

10.4 Oppskrift på 3D-printede deler til roboten

Her kan man velge ulike varianter av nesehjul:

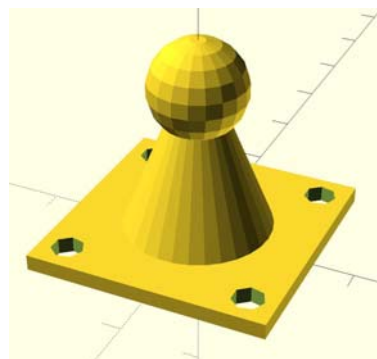
1. Enkel nesestøtte, dvs. kun en kule som er senket ned til riktig nivå og som sklir bortover overflate mens roboten beveger seg.
2. Et mer avansert nesehjul som består av en klinkekule som kan rotere i en holder.

Den førstnevnte utgaven egner seg godt som en introduksjonsoppgave til OpenSCAD eller BlocksCAD som vi skal se på i neste avsnitt. Det andre, mer avanserte nesehjulet, kan egne seg for en viderekommende oppgave.

10.4.1 Enkel nesestøtte

Programmet under viser koden som skriver ut nesestøtten.

```
cylinder(r1=10, r2=2, h=20, center=false);
translate([0, 0, 20]){
  sphere(r=6);
}
difference() {
  translate([-15, -15, 0]){
    cube([30, 30, 2], center=false);
  }
  translate([-11.5, -11.5, -1]){
    cylinder(r1=2, r2=2, h=4, center=false);
  }
  translate([11.5, -11.5, -1]){
    cylinder(r1=2, r2=2, h=4, center=false);
  }
}
```



```

translate([-11.5, 11.5, -1]){
    cylinder(r1=2, r2=2, h=4, center=false);
}
translate([11.5, 11.5, -1]){
    cylinder(r1=2, r2=2, h=4, center=false);
}
}

```

Denne nesestøtten er også beskrevet i avsnitt 10.5.3 på side 76 under BlocksCAD.

10.4.2 Holder for neshjul med klinkekule

Programmet under viser koden som skriver ut holderen for neshjulet.

```

// Mål og skriv inn diameter på kula i millimeter:
kulediameter = 16.0; // mm

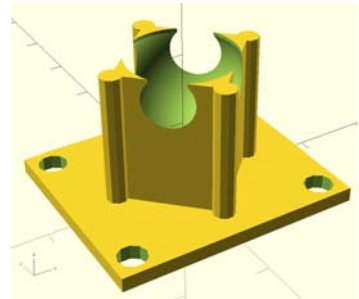
```

```

difference ()
{
cylinder($fn = 4, $fa = 3, $fs = 2, h = 20, r1 = 10,
r2 = 10, center = false);
translate ([0,0,17]) sphere ($fn = 100, d=kulediameter+0.6); // Diameter på hullet
til kula
translate ([0,0,18]) cylinder($fn = 40, $fs = 2, h = 4, r1 = 7.5, r2 = 7.5, center
= false);
}
difference ()
{
{
translate ([-15.0,-15,0]) cube(size = [30, 30, 2], center = false);
translate ([-11.5,-11.5,-1]) cylinder($fn = 10, h = 7, r1 = 2.0, r2 = 2.0, center
= false);
translate ([-11.5,11.5,-1]) cylinder($fn = 10, h = 7, r1 = 2.0, r2 = 2.0, center
= false);
translate ([11.5,-11.5,-1]) cylinder($fn = 10, h = 7, r1 = 2.0, r2 = 2.0, center
= false);
translate ([11.5,11.5,-1]) cylinder($fn = 10, h = 7, r1 = 2.0, r2 = 2.0, center =
false);
}

translate ([0,11,0]) cylinder($fn = 10, h = 20, r1 = 2, r2 = 2, center = false);
translate ([11,0,0]) cylinder($fn = 10, h = 20, r1 = 2, r2 = 2, center = false);
translate ([0,-11,0]) cylinder($fn = 10, h = 20, r1 = 2, r2 = 2, center = false);
translate ([-11,0,0]) cylinder($fn = 10, h = 20, r1 = 2, r2 = 2, center = false);
}

```




```
// Ønsker man å inkludere kula legger man til følgende setning
// color("white"1.0) translate ([0,0,17]) sphere ($fn = 200,
d=kulediameter);
```

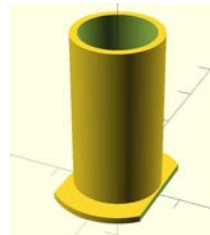
10.4.3 Deler for løfting av penn

I dette vedlegget presenteres deler til pennholderen.

Pennholder ytre rør med flens

Program for 3D-printing av ytre rør med flens:

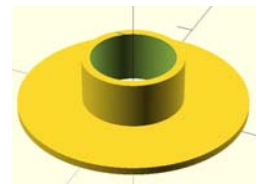
```
difference()
{
  union()
  {
    cylinder($fn = 100, h = 25, r1 = 6.6, r2 = 6.6, center = false);
    cylinder($fn = 100, h = 1, r1 = 10, r2 = 10, center = false);
  }
  translate([0, 0, -1]) cylinder($fn = 100, h = 27, r1 = 5.5, r2 = 5.5,
center = false);
  translate([21, 0, -1]) rotate ([0, 0, 45]) cylinder($fn = 4, h = 3, r1
= 20, r2 = 20, center = false);
  translate([-21, 0, -1]) rotate ([0, 0, 45]) cylinder($fn = 4, h = 3, r1
= 20, r2 = 20, center = false);
}
```



Pennholder muffe med flens

Program for 3D-printing av muffe med flens som tres ned over pennen:

```
difference()
{
  union()
  {
    cylinder($fn = 100, h = 7, r1 = 6.6, r2 = 6.6, center = false);
    cylinder($fn = 100, h = 1, r1 = 17, r2 = 17, center = false);
  }
  translate([0, 0, -1]) cylinder($fn = 100, h = 9, r1 = 5.5, r2 = 5.5,
center = false);
}
```



10.5 BlocksCAD

10.5.1 Bakgrunn

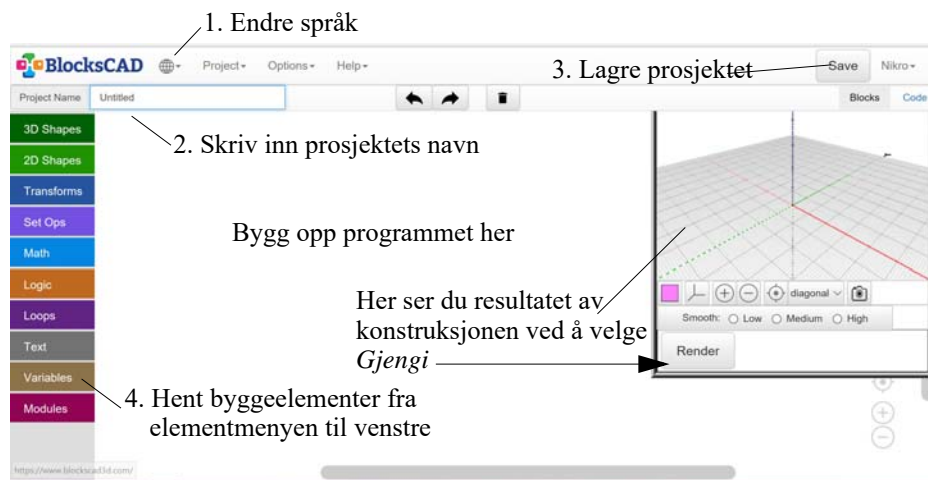
BlocksCAD er et designverktøy for konstruksjon av 3D modeller. Firmaet ble etablert i 2017 av lærere og for lærere. Målsetningen er å lage et designverktøy som kan passe for barn helt ned til 3. klasse eller yngre og som har en profil som fremmer kunnskaper om programmering og matematikk generelt og romgeometri spesielt. Programmet bygges opp av kommandoblokker som hektes sammen i kjeder. De sammenkjedete blokkene kan betraktes som funksjoner. Det som kan være litt uvant er at en ikke har noen kontroll på rekkefølgen funksjonene utføres i. Dette er det imidlertid “slice”-programmet (f.eks. Cura) som bestemmer.

Her finner du BlocksCAD: <https://www.blocksca3d.com/> For å ta i bruk BlocksCAD må man registrere seg enten som en enslig bruker eller som læreren til en klasse. Ev. kan man logge på via sin Google-konto.

Her registrerer man seg med et navn (gjærne et akronym), et passord og oppgir sin alder og om man er lærer eller noe annet.

10.5.2 Brukergrensesnittet – Mitt første design

Figuren under viser brukergrensesnittet når man kommer inn i BlocksCAD.

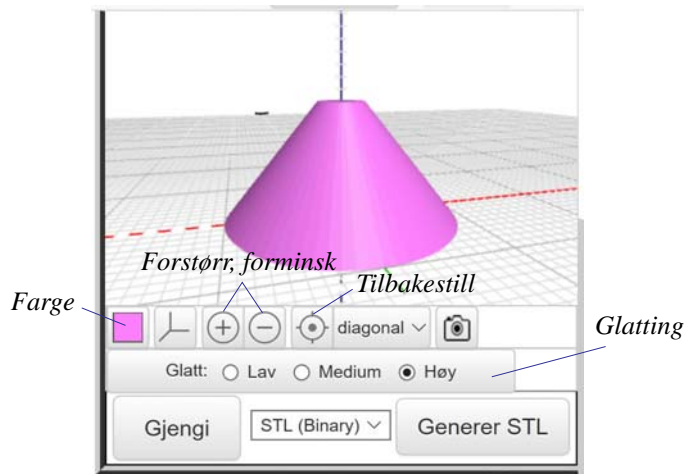


1. Klikk på den vesle jordkloden på menylinja til venstre og velg ev. norsk som språk
2. Skriv inn et prosjektnavn (under menylinjen til venstre) og lagre prosjektet.
3. Lagre prosjektet ved å trykke på LAGRE-knappen øverst til høyre
4. Nå er du klar til å begynne å hente byggelementer fra menyen til venstre på skjermen

5. Velg f.eks. en sylinder fra elementmenyen og legg inn verdiene radius 1 = 10 og radius 2 = 2 og høyde 10 = 10 usentrert og ...

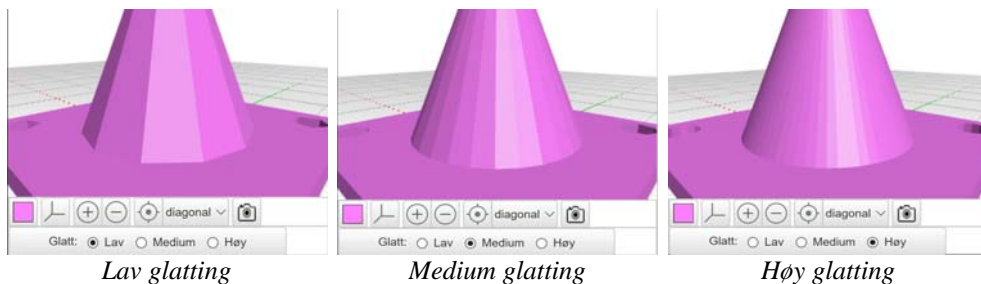


6. Trykk Gjengi på displayet til høyre



7. Bruk muspekeren til å dreie i planet og endre perspektivet eller gjør det samme med + og - knappen.
8. Med fargeknappen til venstre under displayet kan man endre fargen på objektet.

9. Det er også mulig å velge mellom lav, medium og høy glatting. Det betyr at antallet fasetter rundt sylindere kan endres.



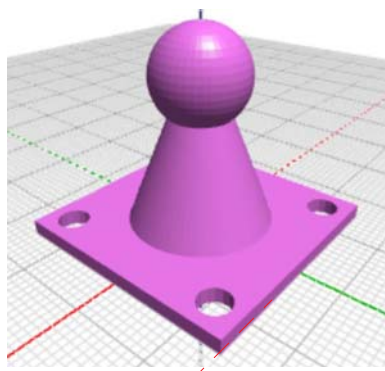
10. For å generere en fil for printing bruk knappen Generer STL (Binary). Denne kan leses av CURA som forbereder fila for printing (generer g-filen).
11. Åpne CURA og last inn designet og generere g-filen som leses av 3D-printeren.
12. En artig mulighet er at man kan skifte mellom blokk-kode og en C-lignende kode som brukes i OpenSCAD. Dette oppnår med å velge Kode på menylinja lengst til høyre. Koden kan ev. kopieres og legges inn i OpenSCAD. Det er ikke mulig å endre koden for så å få en endret utgave av blokk-koden i BlocksCAD.

10.5.3 Lag et nese-”hjul” til en robot

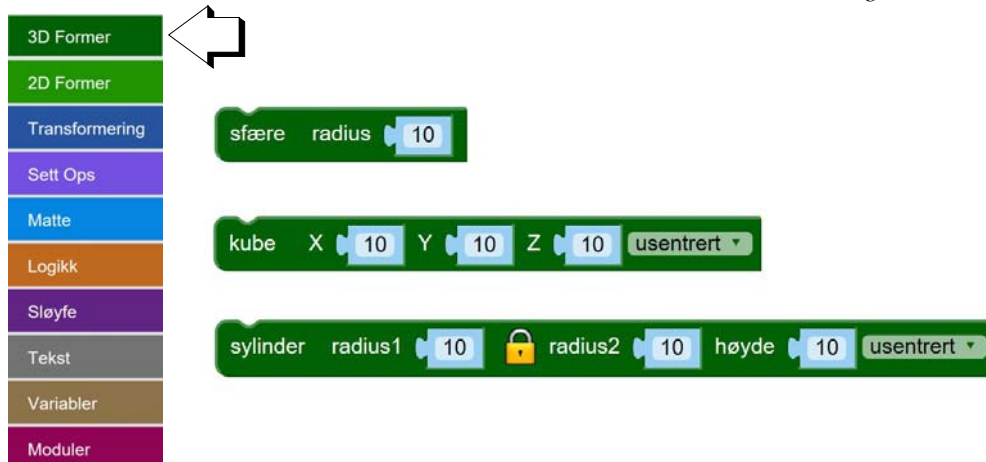
Som et første ordentlige design skal det konstrueres et nesehjul til en robot. Nesehjulet skal kun støtte forparten av roboten og gli, ikke trille mot underlaget. I dette avsnittet skal vi designe nesehjulet slik at det passer til Micro:bit roboten som er laget til Skaperlærerkurset. Det ferdige hjulet er vist i figuren til høyre.

Vi skal nå stake ut en kurs for hvordan vi kan lage dette støttehjulet.

1. Identifiser hvilke former støttehjulet består av?

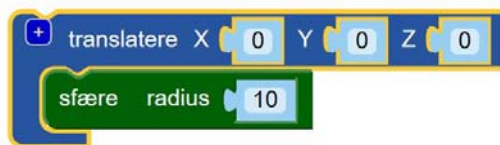


2. Under er vist noen blokker som kan være aktuelle å bruke i denne sammenhengen.



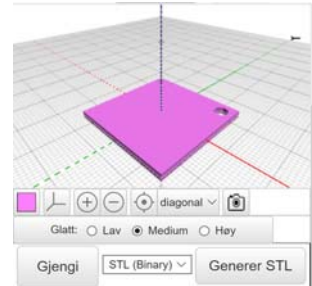
De tre kommandoene (blokkene) “sfære” (kule), “kube” og “sylinder” er alle hentet fra menyen “3D Former”. Hver av kommandoene tegner henholdsvis en kule hvor radien kan endres, en kube hvor alle sidene kan ha forskjellig lengde, og en sylinder hvor øvre og nedre radius samt høyden kan endres. Den vesle låsen låser “radius1” og “radius2” til hverandre. Legg merke til at vi finner igjen fargene i menyen på blokkene.

3. Dernest må vi finne ut hvordan vi flytter “kula”, “kuben” og “sylindere” i koordinatsystemet. For å få til det må vi bruke en “translatere”-kommando. Med denne kan vi flytte det som legges inn i gapet til et vilkårlig sted i rommet bare ved å sette inn koordinatene til forflytningen i x-, y- og z-retning. Ved å legge kula inn i gapet på “translatere”-kommandoen vil den flyttes i rommet til den angitte posisjonen. Det vesle +-tegnet vil åpne opp flere gap slik at flere figurer kan flyttes til samme sted.

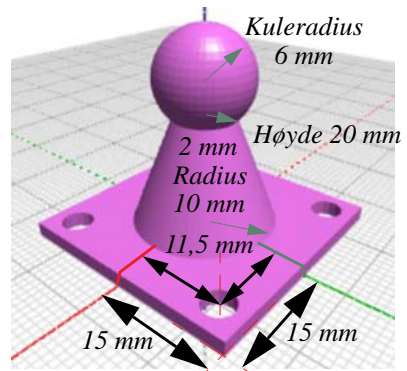


4. En annen kommando vi trenger for å lage nesehjulet, er kommandoen for å lage hull. Dette gjøres ved å ta en struktur og trekke fra en annen. Dersom vi skal lage et sylindrisk hull i en plata så lager vi først plata og deretter sylindere som plasseres i plata der hullet skal være.

Vi bruker da “Forskjell-kommandoen” setter inn kommandoen for plata **minus** kommandoen for sylinderen (hullet) som vist i figuren under. I tillegg forskyver vi sylinderen -1 (mm) slik at den stikker ut på undersiden, dermed vil hullet bli gjennomgående.



5. Lag neshjulet etter målene i figuren til høyre. Det er viktig at hullene til skruefestene er riktig plassert slik at hullene passer til karosseriet til roboten.



10.5.4 Flere kommandoer

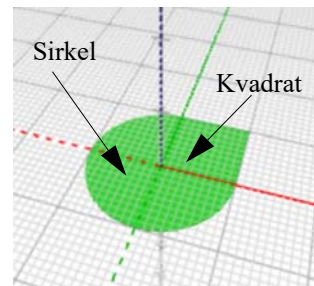
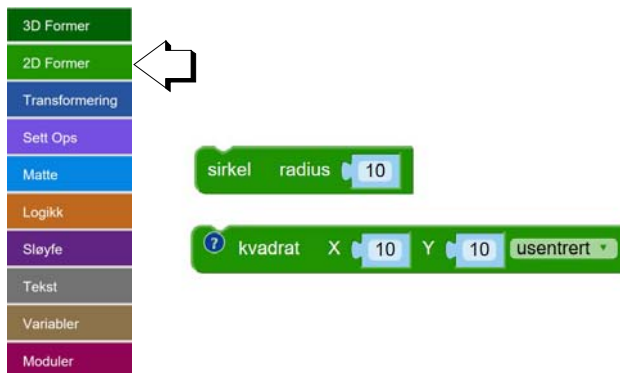
I dette avsnittet skal vi se på flere nyttige kommandoer. Hentet fra menyene.

Av former så finner vi 2D og 3D former.

Det er to 2D-former:

- Sirkelflate (radius)
- Rektangulær flate (x og y)

Figuren under viser hvordan disse to kan ta seg ut når de kombineres.

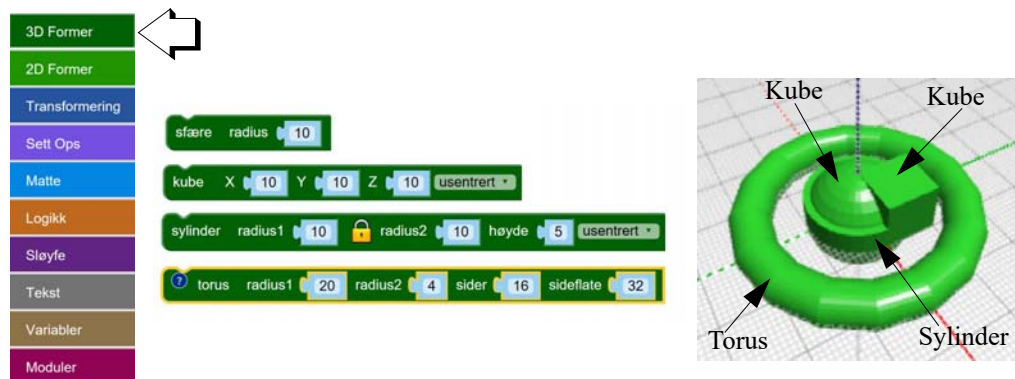


Det er fire 3D-former:

- Kule (radius)

- Kube (prisme) (x, y, z)
- Sylinder ($radius1, radius2, høyde$)
- Torus (smultring) - $radius1$ er radiusen til torusen, mens $radius2$ angir radiusen til tykkelsen av torusen

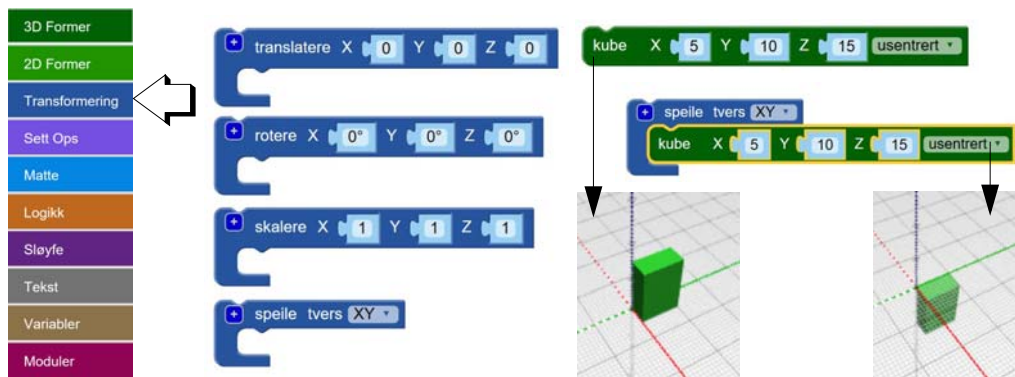
Figuren under viser hvordan disse fire kan ta seg ut når de kombineres



Tranformering

Disse fire er kanskje de vanligste:

- *Translatere* - forflyttet (x, y og z)
- *Rotere* omkring tre ulike akser x, y og z . Rotasjonsvinkelen angis i grader.
- *Skalere* i de tre retningene x, y og z
- *Speile* om planene XY, YZ og XZ



Til høyre på figuren ser vi hvordan speilingskommandoen fungerer. I dette tilfellet speiler den klossen om XY -planet.

Ved hjelp av kommandoen *Farge* kan man sette ulike farger på enkeltdeler av modellen.

Enkel fargeangivelse ved valg fra palett

Avansert fargevalg med fargetone, metning og verdi

Ved hjelp av kommandoen *Lineær utpressing* (“extrude”) kan man vri og duplisere ett flatt objekt. Ved å skalere i x- og y-retning kan man krympe eller forstørre kvadratet etter som det utpresses i z-retningen.

Velg en 2D form. Her er valgt kvadrat. Høyden er valgt til 40 og total vridning 180°. Skalering i x- og y-retning er 1.

Kommandoen *Fin rotasjon* betyr at et objektet roteres en vinkel omkring en vektor x, y og z definert av kommandoen.

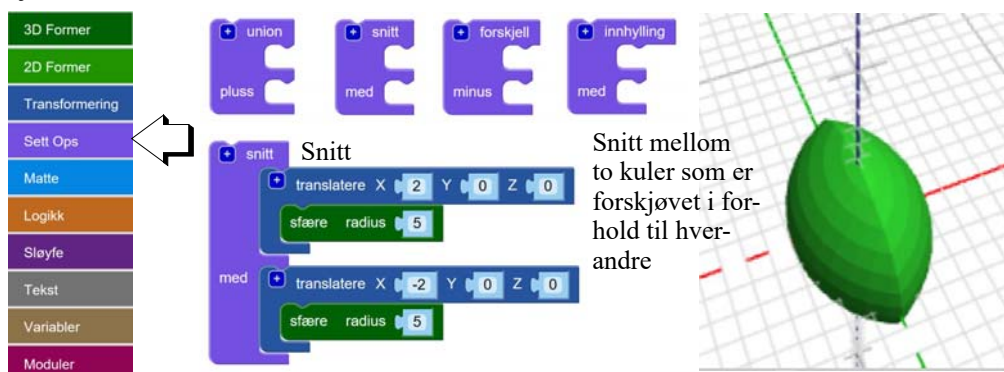
Her har vi valgt å dreie en sylinder 33° omkring en vektor som strekker seg fra origo til (1,1,1).

Sett opsjoner

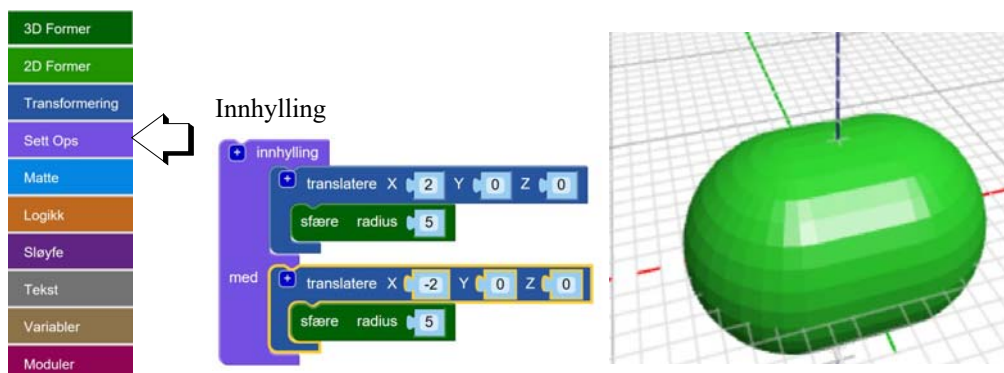
Disse fire kommandoene kan utføre følgende operasjoner:

- **Union** – betyr at to eller flere objekter slås sammen til ett objekt
- **Forskjell** – betyr at et objekt trekkes fra et annet. Det første objektet vil derfor gjerne få et hull der det andreobjektet befinner seg.
- **Snitt** – er området der to eller flere objekter overlapper hverandre
- **Innhylling** – betyr at rommet mellom de to objektene fylles slik at de to objektene blir hengende sammen på en mest mulig sømløs måte.

Figuren under viser *Snittet* av to kuler som overlapper. I dette tilfellet ser sippet ut som en konveks linse. Det vesle plusstegnet i øvre venstre hjørne av kommandoen gjør det mulig å legge til flere objekter.



I figuren under er vist hvordan kommandoen *Innhylling* fungerer. Her er to kuler forskjøvet i forhold til hverandre. Ved innhylling fylles rommet mellom dem slik at de henger sammen som vist på figuren under



Matematikk

I denne undermenyen finner vi en rekke matematiske funksjoner fra enkel addisjon til røtter og logaritmer. Menyene inneholder følgende kommandoer:

- **Konstanter** – Ett tall eller et antall grader. En kan også velge mellom konstantene π , e , φ , rota av 2 og rota av $1/2$.



- **Grunnleggende regnearter** – Addisjon, subtraksjon, multiplikasjon og divisjon



- **Kvadratrøtter, absoluttverdi, eksponent og logaritmer** – Kvadratroter, absoluttverdi, minus ($-$), naturlig logaritme (\ln), tier-logaritme (\log_{10}), e opphøyd i (e^x), 10 opphøyd (10^x).



- **Trigonometriske funksjoner** – Sin, cos, tan, arc sin, arc cos og ark tan. Argumentet settes inn i grader.



- **Avrunding** – Rest av en divisjon og avrunding opp eller ned av flyttall (desimaltall)



- **Karakteristika med tall** – Tallet er et oddetall, et partall, et heltall, et positivt tall, et negativt tall, eller tallet er delelig med et annet tall.



- **Tilfeldige tall** – Tilfeldige flyttall (desimaltall), tilfeldige tall mellom to yttergrenser som settes i kommandoen



- **Begrense et tall** – Tallet skal være innenfor to yttergrenser som er gitt i kommandoen.



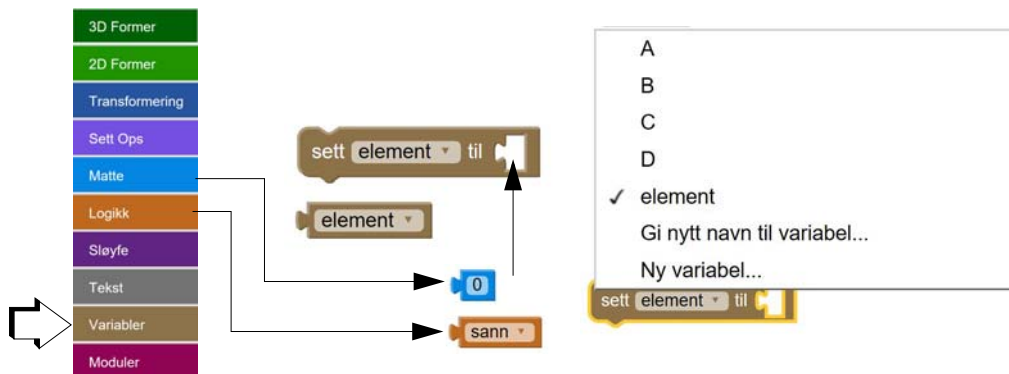
Som en ser så har en ganske store muligheter til å bruke matematiske formler for å beregne formen til det objektet man ønsker å lage.

Variabler

La oss se på variabler før vi går videre. I blocksCAD defineres typen variabel idet den tilordnes.

I utgangspunktet består menyene av en kommando og ett generelt element. Dersom man trykker på den vesle pila ved elementet, så vil det komme opp en liste med alle definerte variabler. I vårt

tilfelle er det A, B, C, D og element. Ved å velge *Ny variabel* så kan man skrive inn navnet på en ny variabel, som så kommer inn i lista over variabler som kan velges. En kan også endre navn på en variabel.

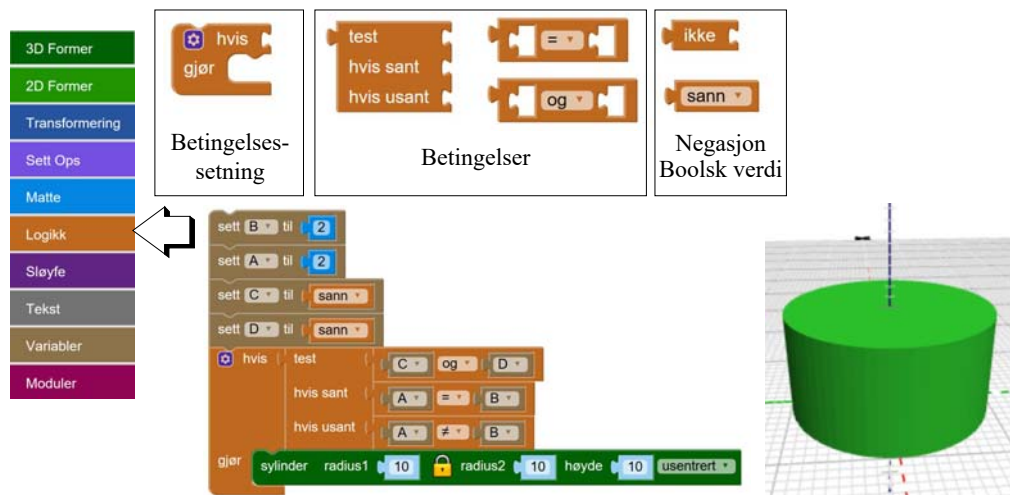


Type variabel defineres ut fra hva den settes til. Setter man den til et heletall eller flyttall (blå kloss) så blir den henholdsvis et heletall eller flyttall. Settes den til en *Sann* eller *Usann* verdi, blir den boolsk o.l.

Logiske uttrykk

Denne undermenyen omhandler betingelsessetninger og logiske uttrykk. En hver betingelses-setning eller if-setning inneholder en betingelse som må være oppfylt for at kommandoene som er omsluttet av if-setningen skal utføres.

Menyen inneholder betingelsessetningen, ulike betingelser som kan testes og en bolsk verdi (sann eller usann) og en negasjon som gjør en sann verdi usann og en usann verdi sann.

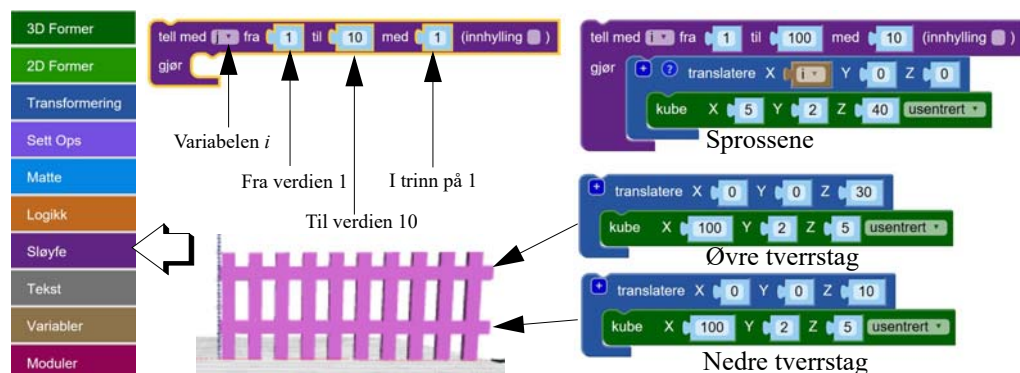


Over er vist et eksempel. Her har vi først definert heltallsvariablene *A* og *B* og tilordnet disse verdien 2. Dernest har vi definerte to boolske variabler *C* og *D* som begge er tilordnet verdien *sann*.

Så følger betingelsessetningen (hvis) hvor vi har tre betingelser (tester) som krever at C og D skal være *sanne*, hvilket er *sant*. Derneft betingelsen (hvis sant) som krever at A skal være lik B , hvilket også er sant siden begge har verdien 2. Til slutt kreves det en usann betingelse (hvis usant) som krever at A er forskjellig fra B , hvilket er usant siden $A = B = 2$. Dermed er alle betingelsene oppfylt og oppgaven kan utføres (*gjør*), hvilket er å modellere en sylinder med radius 10 mm og høyde 10 mm. Til høyre vises sylindringen, resultatet av kommandoen.

Sløyfe

Sløyfe-kommandoen gjentar et sett tegnekommandoer et bestemt antall ganger, samtidig som en kan endre en eller flere parametere under veis. Et stakitt vil være en modell som vil dra nytte av en slik kommando siden det er en lik struktur som gjentar seg langs en akse.

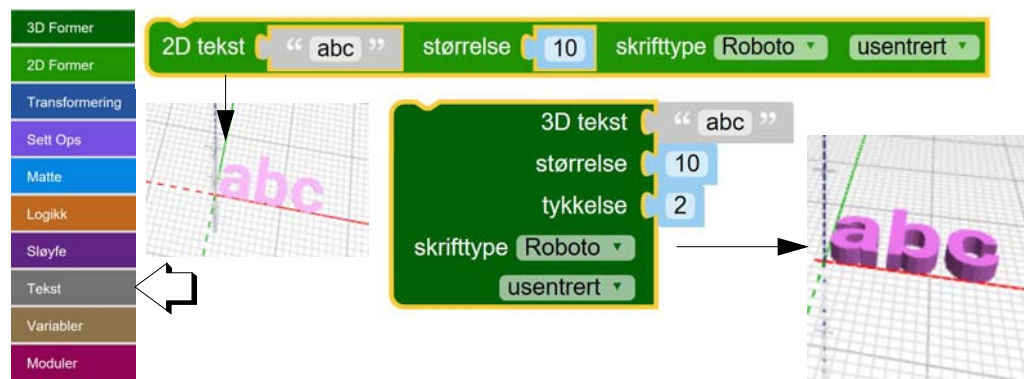


Kommandoen gjentar innholdet i gapet så mange ganger som tellevariabelen bruker på å endre sin verdi fra 1 til 10 i trinn på 1 (eksempelet over). Huker man av for innhylling vil alle sprossene forsvinne og man får en struktur som er innhyllningen av alle ytterpunktene.

Til høyre på figuren over er koden for å tegne et enkelt stakitt gjengitt. Midt på ser man det ferdige stakittet.

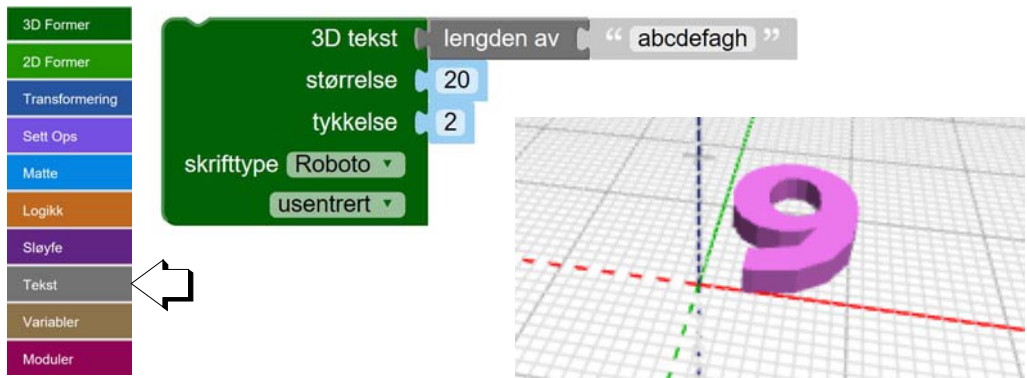
Tekst

Disse kommandoene brukes for å lage en tekst som f.eks. rager opp av overflata.



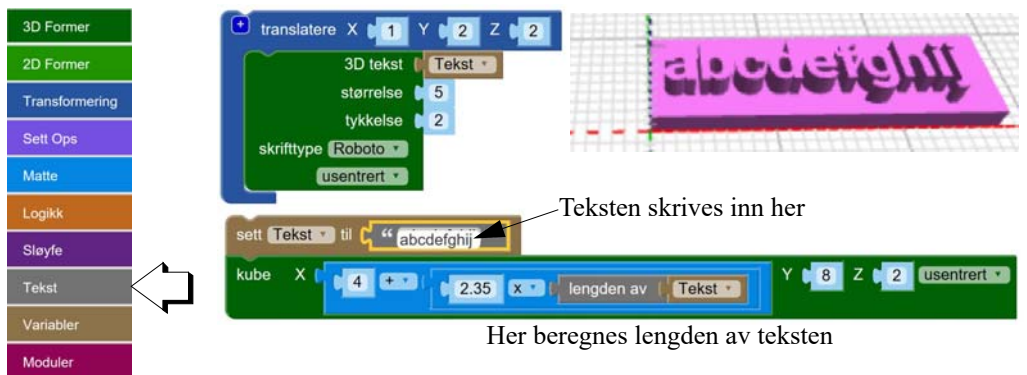
I figuren over er vist to eksempler. Den øverste kommandoen gir en flat 2D-tekst, den midt på gir en tekst som rager 2 mm opp over overflata. Både tykkelse, bokstavstørrelse og font kan velges.

Det finnes også en kommando som returnerer antall bokstaver i en tekst. Vår tekst inneholder bokstavene "abcdefgh". Kommandoen *lengden av* returnerer antall bokstaver i den etterfølgende teksten. Kommandoen skriver ut antallet bokstaver istedet for bokstavene som vist i figuren under. Så kan en selvfølgelig lure på når det er behov for en slik kommando..



Man kan f.eks. bruke kommandoen dersom man ønsker å lage et navneskilt med fri tekst og man vil at skiltets dimensjoner skal endre seg avhengig av lengden på teksten. I så fall kan man bruke kommandoen til å bestemme lengden av skiltet som vist i figuren under.

I dette vesle programmet har vi definert en variabel *tekst*. Derne bruker kube-kommandoen til å lag selve skiltet som er 2 mm tykt (z) og 8 mm bredt (y). Vi bestemmer lengden av skiltet med kommandoen *lengden av* variabelen *tekst* (z). Hver bokstav multipliseres med faktoren 2.35 som er en slags gjennomsnittlig bredde av bokstavene. I tillegg legger vi til 4 mm for å lage litt luft i begge ender. I tillegg bruker vi en *translate* kommando for å posisjonere teksten på skiltet. Selve teksten skriver vi inn i *sett tekst til* kommandoen



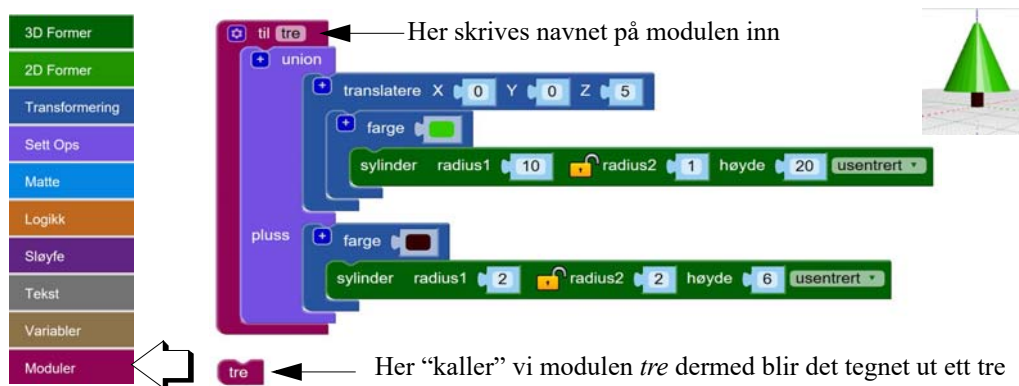
Moduler

Moduler brukes når vi ønsker å duplisere mange like strukturer. La oss anta at vi ønsker å lage en

skog av trær. Da kan være greit å konstruere ett tre og så duplisere dette treet.

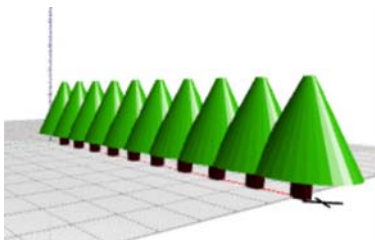
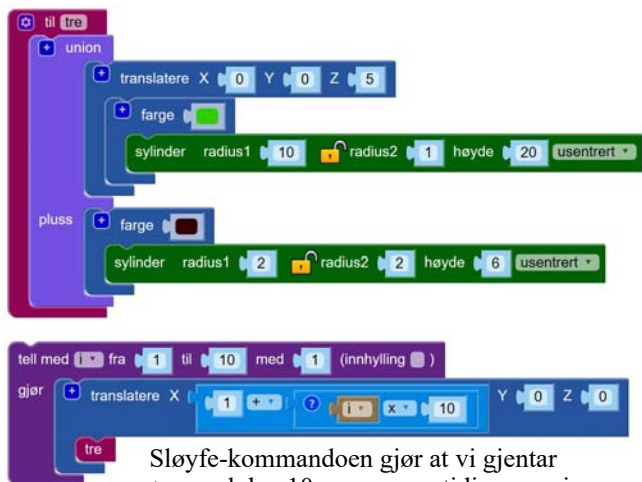


La oss først konstruere treet med en stamme og en konisk sylinder som løvverk, se figuren over. Her har vi konstruert stamme og løvverk med ulike farger, brunt og grønt. For å gjøre dette til en modul samler vi først de to blokkene som utgjør treet ved hjelp av en *union*-kommando.



Vi kan nå bruke modulnavnet *tre* og kalle dette så mange ganger vi måtte ønske. I programmet vist på figuren under har vi benyttet sløyfe-kommandoen og laget 10 trær etter hverandre med en

stadig økende avstand fra origo.



Sløyfe-kommandoen gjør at vi gjentar *tre*-modulen 10 ganger samtidig som vi flytter treet langs x-aksen

Vi kan også ønske å endre på noen parametere tilhørende treet, for eksempel høyden. Da må vi omdefinere modulen til en modul med en parameteren som vi f.eks. kan kalle *høyde*.

1. Trykk verktøy-hjulet

4. Sett variabelen *høyde* inn sylinderblokken

3. Skriv inn navnet på parameteren

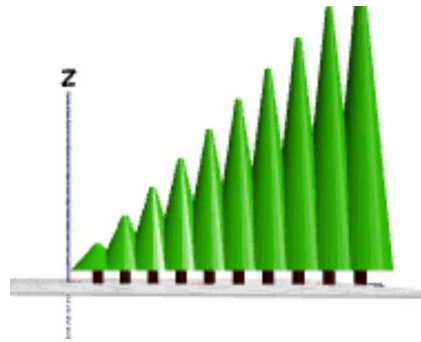
2. Sett denne blokken inn i gapet til *parameter*-blokken

5. Setter inn en varierende verdi for trærnes høyde

Dette gjør vi på følgende måte:

1. Velg verktøy-hjulet øverst til venstre på modulblokken
2. Flytt blokken *Navn på parameteren* inn i gapet på *parameteren* til høyre
3. Skriv inn navnet på parameteren der det står x
4. Pass på å sette parameteren (*høyde*) inn blokken som definerer høyden på trærne.

Vi ser at hver gang vi “kaller” modulen *tre* så endres inngangsparameteren *høyde* til modulen etter som sløyfe-telleren i endres. Resultatet kan vi se på figuren over til høyre.



Del III

Laserkutting

**Om framstilling av
robot-chassiet**

11 Kort introduksjon til gravering og kutting med laser

Laserkuttere har vært i bruk i en årrekke og er fortsatt dyre maskiner. Det er imidlertid lansert billigere versjoner som er i en prisklasse som gjør det mulig for mindre firma og privatpersoner å anskaffe slikt utstyr. Glow Forge (<https://glowforge.com/>) lanserte for et par år siden en 40 W laserkutter til en pris på under \$ 3000.

Riktignok bør man i tillegg investere i et anlegg for håndtering av avgassene fra skjæreprosessen.

Inkludert frakt og toll vil den derfor komme seg på ca. kr. 45 000,-. Imidlertid kan man spørre seg om firmaet er istand til å levere det de lover. Skolelaboratoriet ved NTNU bestilte en slik maskin i november 2016 og ble lovt at den skulle leveres på forsommeren 2017, senere ble leveringstidspunktet utsatt til november 2017, for så i oktober å bli utsatt til mars 2018.



Glow Forge - 3D laser cutter



En laserkutter består av en kraftig laser som genererer pulser med lys¹⁶ med høy effekt. Laseren ledes til et skrått speil og en linse som fokuserer lyset ned på arbeidsstykket som vanligvis er plater av forskjellige materialer. Laserstrålen er så energirik at når den treffer en finer- eller akrylplate, så vil den kunne skjære et spor tvers gjennom. Ved hjelp av to motorer kan speilet og dermed også laserstrålen, forflyttes til en hvilken som helst posisjon på bordet og på den måten

skjære ut ønskede profiler med stor nøyaktighet og høy hastighet. Ved å justere effekten og hastigheten, kan den alternativt grave eller skjære i platene. Selv grånyansene i bilder kan komme tydelig fram i graveringen.

Ved Vitensenteret i Trondheim har vi en *Epilog Fusion laser* med maksimal effekt på 120 W. Bordet kan ta arbeidsstykker (plater) på drøyt 70 x 100 cm og kan skjære plater av tre eller plast på opptil 10 mm tykkelse. Et programverktøy tillater at man kan skjære eller grave på grunnlag av PDF-filer framstilt av et hvilket som helst tegneprogram. Også andre filformater kan anvendes.

Intensjonen med laserkutteren og verkstedet ved Vitensenteret i Trondheim er at det på sikt skal bli en ressurs for skolen i nærområdet til Vitensenteret. Siden nesten alle de regionale sentrene pr. i dag er en slik laserkutter, vil teknologien være tilgjengelig for et stort antall skoler og elever.

Vi skal i fortsetningen av denne delen beskrive hvordan vi kan bruke laserkutteren til skjæring og gravering av plater av ulike slag.

16. Kan også være elektromagnetisk stråling utenfor den synlige delen av spekteret.

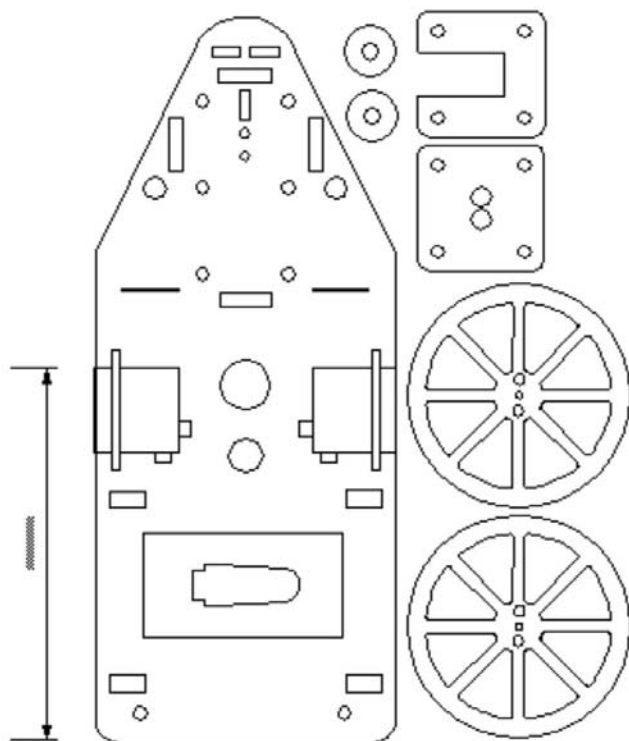
12 Tutorial – Skjæring og gravering av chassie til roboten

I dette kapitlet skal vi trinn for trinn vise hvordan vi går fram for å skjære chassiet til roboten. Vi forutsetter at skjærefila forefinnes i pdf-format, ev. at vi ønsker å legge inn en liten tekst.

1. Hent opp skjærefila

Fila heter: chassie robot 3.0.pdf

Åpne den i Akrobat reader og studer innholdet.




Tegningen skal være i format 1:1. Vanligvis vil det ikke være mulig å redigere denne pdf-fila med mindre du har spesiell programvare. I FlexiDesign kan du imidlertid dekomponere tegningen og legge på tekst. Dermed kan du også flytte rundt på de ulike delene.

2. Lagring av pdf-file

Lagre fila på ditt anviste område på serveren med et navn du kan kjenne igjen.

3. Åpne i FlexiDesigner

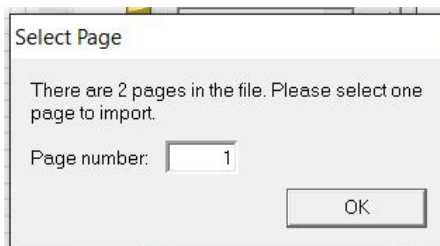
Gå til administrator-PC'en, logg på og åpne FlexiDesigner ved å velge ikonet . Du vil da få opp arbeidsflata. Sjekk at den er på størrelse med laserkutteren (ca. 1016 x 711 mm)

4. Importer pdf-fila

Velg “Import”-kommandoen (Under *File* i menylinja) og velg ønsket fil for import.

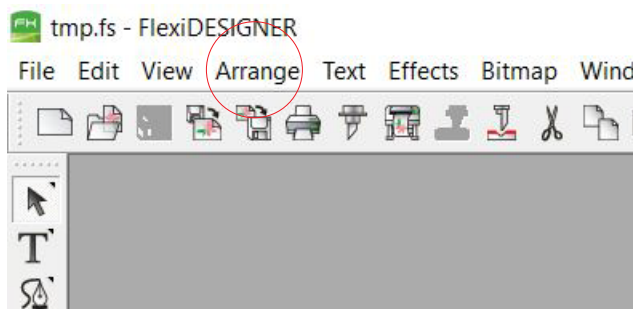
Ved spørsmål om valg av side: Velg side 1 (figur til høyre).

En stiplet firkant viser omrisset av tegningen. Plasser tegningen øverst i venstre hjørne.



5. Løs opp grupper (Ungroup) i tegningen

- Merk hele tegningen ved å ramme den inn
Tegningen skal nå være merket med rødt
- Gå til menyen *Arrange* og velg *Group* for så å velge *Ungroup*

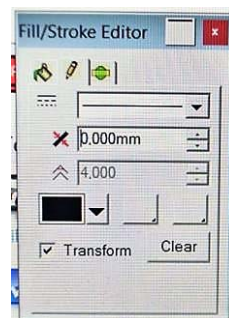


Nå er alle delene av tegningen delt opp slik at det er mulig å arrangere tegningen så den passer best mulig til arbeidsstykket den skal skjæres ut i. Det er også mulig bare å skrive ut deler av tegningen om det er ønskelig.

6. Sett bredden av alle linjer til 0.00 mm

Laserkutteren vil automatisk skjære alle linjer som er under en gitt linjebredde. For å være sikker på at det skjer, merker vi hele tegningen og velger heltrukken linje med linjebredde 0,00 mm i innboksen til høyre for arbeidsfeltet - “Fill/Stroke Editor” (se bilde).

- Velg “*blyanten*” i menyen
- Velg heltrukken linje
- Sett linjebredde til 0,00 mm

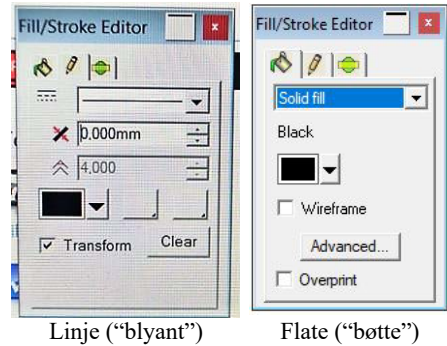


7. Legg inn tekst

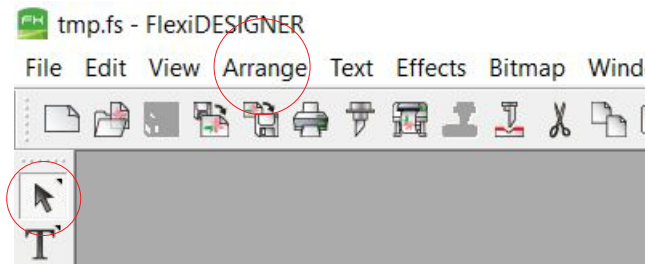
Det kan være ønskelig å gravere en tekst på roboten. Gjør slik:

- Velg “T” fra menyen til venstre kant
- Flytt markøren til et ledig sted på arbeidsflata og skriv inn ønsket tekst

- Dersom teksten blir hvit, marker teksten ved å ramme den inn og bruk *Fill/Stroke Editor*. Velg fanen med “bøtte” og sett fargen til sort. Gå så til “blyant” og velg *Clear*, nederst til høyre. Dette vil fjerne alle streker som ev. omkranser alle bokstaver slik at en ikke risikerer at de skjæres ut istedet for å graveres..



- Om ønskelig kan teksten roteres. Teksten roteres ved å gå inn i *Arrange* og velg *Rotate*

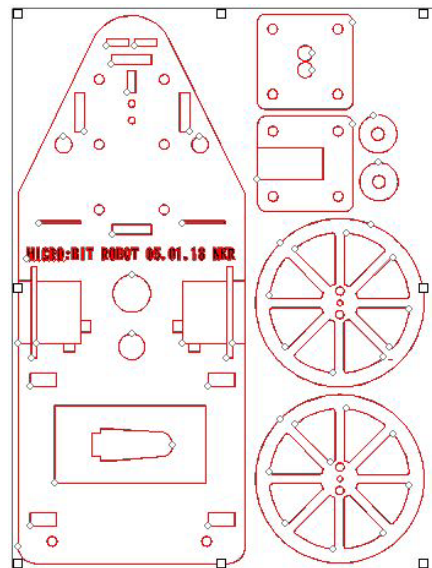


- Skriv inn antall grader i innboksen til høyre. + 90° dreier mot venstre og – 90° dreier mot høyre.
- Velg pila øverst i menyen til venstre og flytt teksten ditt du ønsker den på robot-chassiet. Husk at mange deler av chassiset blir tildekket etter montasjen av komponentene.

8. Plassering av tegningen for utskrift

Det er praktisk å plassere det som skal skrives ut øverst til venstre i arbeidsflata.

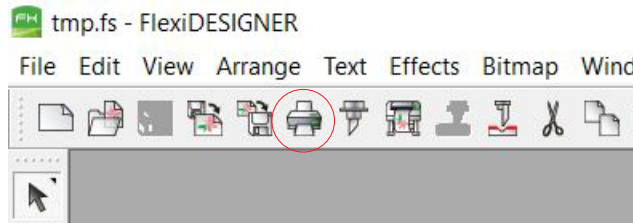
- Merk det som skal skrives ut og flytt det øverst til venstre i arbeidsflata. Ev. merk av alt.



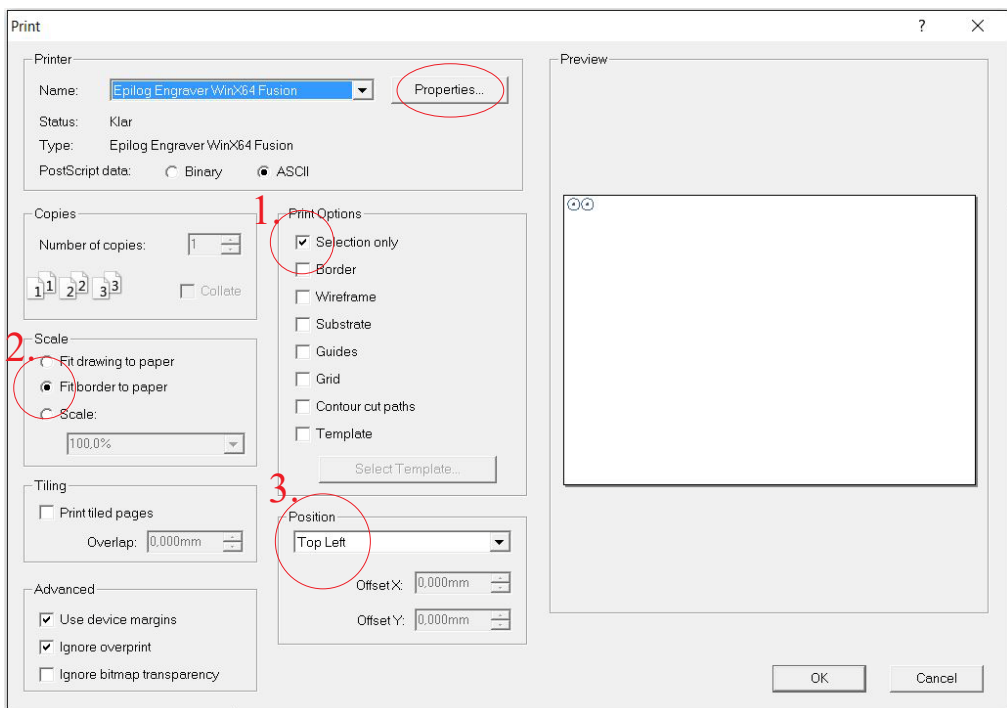
9. Sett opp skrivers

Vi skal nå forberede utskrift (skjæring og gravering). I dette eksempelet velger vi 3,3 mm MDF

- Start utskrift ved å velge utskriftsymbolet på menylinja over arbeidsflata.



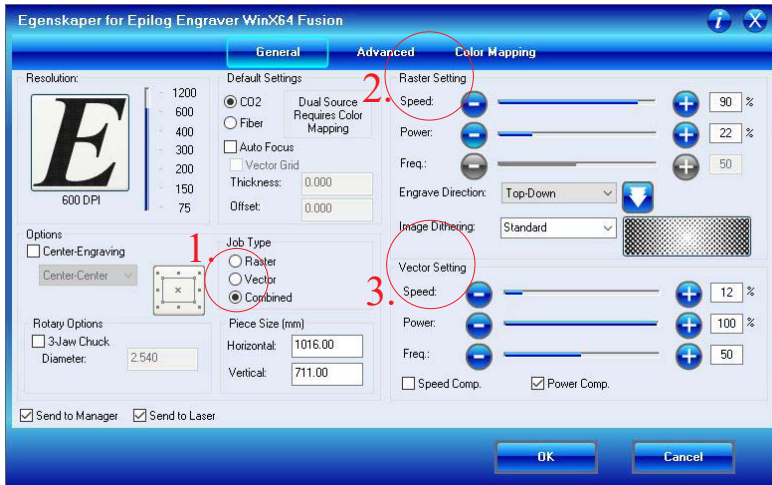
Du vil da få opp utskriftsmenyen.



- Pass på at følgende er sjekket ut:
 1. Print Option: *Selection only* (Velger å skrive ut bare som er merket)
 2. Scale: *Fit border to paper* (Ev. *Scale 100%*)
 3. Position: *Top Left*

10. Sett opp Laser-spesifikasjoner

Vi skal nå bestemme effekt og hastighet til laseren. Velg *Properties* i utskriftmenyen. Du vil da se følgende meny:



For skjæring og gravering av 3,3 mm MDF velg følgende parametere:

1. *Job type*: Velg Combined (skjærer og graverer i en operasjon)
 2. *Raster Setting*: (Gravering): *Speed* = 90 %, *Power* = 22 %, *Freq.* = 50 %
 3. *Vector Setting*: (Skjæring): *Speed* = 12 %, *Power* = 100 %, *Freq.* = 50 %
- Trykk OK

11. Send filen til Laserkutteren

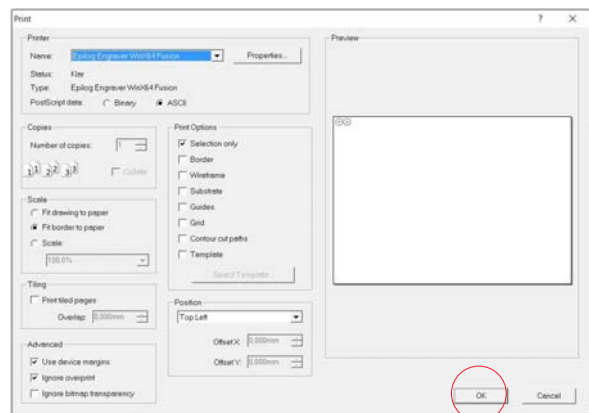
Jobben sendes til Laserkutteren ved å trykke OK i printermenyen

Dersom Laserkutteren er påslått vil displayet vise et jobbnnummer og navnet på jobben, sammen med en estimert tid for skjære/graveringssjobben.

12. Oppsett av Laserkutter

Det er to brytere som må slås på:

- Slå på laserkutteren med bryteren nede foran til høyre på maskina (svart)¹⁷.
- Slå ev. på hovedbryter på avtrekkskabinettet den er bak til venstre og lyser grønt når den er påslått. Denne slås normalt ikke av. Avtrekk startes med rød lysende knapp på framsida idet laseren starter å skjære eller gravere.



17. Hovedbryteren på laserkutteren er skjelden avslått, den er nede til høyre bak.

- Ventilasjonen i rommet starter med bryteren på veggen til høyre innenfor skyve døra.
- Bruk hørselvern, det er viktigere enn du skulle tro.

13. Plassering av plata.

Et godt alternativ er å:

- Legg øverste venstre hjørnet på plata i øverste venstre hjørne på bordet
- Slå på markeringslaseren, rødt punkt. Knappen er vist på figuren til høyre
- Bruk pilene på kontrollpanelet for å flytte den grønne markøren til: "JOG" for å forskyve startpunktet til ønsket posisjon på plata.
- Trykk ned joy-stikken når ønsket posisjon er oppnådd, og posisjonen blir låst som nytt referansepunkt, dvs. som øverste venstre hjørne i skrivefila.



14. Kalibrering

Kalibreringen gjøres for at laserstrålen skal være i fokus i overflata av plata.

- Ta metalltriangelet som ligger i fordypningen til venstre på laserkutteren, og heng det på de to knagene på skrivehodet som vist på figuren til høyre.



- Flytt den grønne markøren til "FOCUS" med piltastene og bruk joy-stikken til å justere opp eller ned slik at triangelet akkurat tangerer plata.
- Bekreft at fokusering er utført ved å trykke joy-stikken rett inn.
- Fjern kalibreringstriangelet



15. Skjæring og gravering

Laserkutteren er nå klar til å skjære og gravere. Normalt vil den starte med å gravere og avslutte med skjære:

- Lukk det store lokket, laseren vil ikke slås på føre lokket lukket
- Trykk *GO* for å starte jobben
- Trykk *STOP* for å stoppe jobben
Jobben kan startes på nytt ved igjen å trykke *GO*
- Trykk *RESET* om du vil at jobben skal starte helt på nytt. Du må da starte den på nytt ved å trykke *GO*

TIPS: Dersom du trykker GO uten å lukke lokket, så vil den gjennomføre hele jobben med avslått laser. Dette er nyttig for å se om resultatet ser riktig ut før skjæring. Jobben kan avbrytes og startes på nytt så snart en får bekreftet at ting ser riktig ut.

- NB! Slå på avtrekkskabinettet
Det er et eget kabinett til høyre for laserkutteren. En knapp lyser rødt, denne trykkes idet skjæringen starter og avtrekksvifta starter. Dersom dette ikke gjøres vil laserkutteren fylles med røyk som etter hvert vil sive ut i rommet.



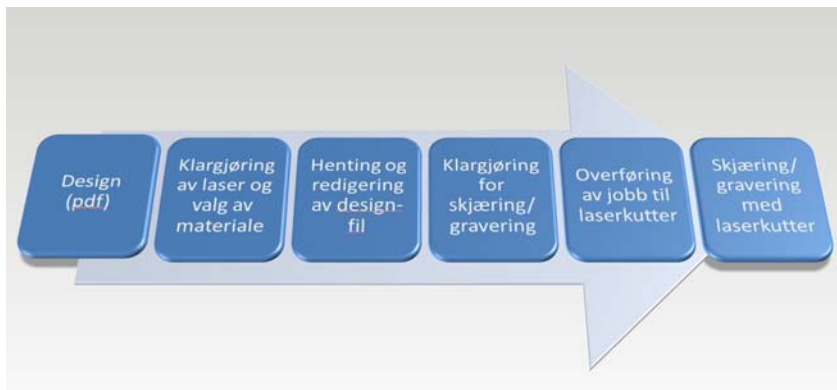
- Ikke gå i fra en laserkutter som skjærer, det er viktig å se om alt går som forventet og at materialet ikke tar fyr. **VIKTIG:** Ved ev. brann: slå av laserkutteren med nødbryteren nede til høyre åpne lokket og slukk brannen med brannteppet som ligger oppe på avtrekksenheten.

16. Ta ut arbeidsstykket og plukk ut delene

Vær forsiktig når små deler skal plukkes ut, da de lett faller ned mellom sprinklene i rista som holder arbeidsstykket. Det kan være lurt å kjøre skjærehodet tilbake og så løfte bort plata. Da skal de utskårnde delene ligge igjen på rista.

12.1 Huskeliste for bruk av Laser-kutter:

Her presenteres en meget kortfattet huskeliste for bruk av FleksiDesigner og laser-kutteren:



1. Design (pdf)
 - Tegn det som skal skjæres eller kuttes
 - Lagre i pdf-format
2. Klargjøring av Laserkutter og valg av materiale:
 - Slå på laser-kutteren og hovedbryteren på avtrekksenheten (grønt lys bak)
 - Legg i materialet

-
- Slå på rød markør for å markere laserens referanseposisjon
 - Bruk “jog”-funksjonen til å posisjonere markøren, lagre posisjon (trykk joystikk)
 - Plasser “fokustrekant” på skrivhode, velg fokus og løft bordet til fokus og lagre verdi ved å trykke ned joystikk
 - Fjern “fokustrekant”
3. Henting og redigering av design-fil
 - Log inn i system-maskina som kommuniserer med laserkutteren
 - Åpne fila i Fleksidesigner (ev. velg rett side)
 - Velg riktig format på bordet (Laser 1016 x 711 mm)
 - Ev. “unmask” tegningen
 - Utfør ev. skalering av tegningen
 - Plasser tegning(e) i ønsket posisjon på “bordet”
 - Sørg for at alle streker som skal skjæres har en tykkelse lik 0 mm
 - Marker det som skal skjæres/graveres
 4. Klargjøring for skjæring/gravering
 - Velg “Printer”-symbolet på manylinjen
 - Hak av ønsket setting i printmenyen
 - Velg “Properties” og velg “Raster” (gravering) eller “Vector” (skjæring), ev. “Combined”
 - Velg “OK”
 5. Overfør jobben (fila) til laserkutteren
 6. Skjæring/gravering med laserkutter:
 - Åpne lokket på laserkutteren
 - Trykk “Go” og se om laserkutteren oppfører seg som forventet
 - Trykk “Stopp” og “Reset”
 - Start av sug (Rød lysende knapp på avtrekkskabinettet)
 - Lukk dekselet og ...
 - ... trykk “Go”
 - Operasjonen gjentas dersom gravering/skjæring gjøres i to operasjoner, eller skjæringen bli ikke dyp nok.
 7. Ta arbeidsstykket ut av laserkutteren
 - Kjør skrive hode helt bak og ta ut plata

-
- Plukk ut delene som skal brukes
 - Sett plata på plass og kast småbiter i søpla

13 Detaljer ved bruk av laserkutting og bruk av FleksiDesigner

13.1 Innledning

I dette kapittelet skal vi gå litt dypere inn i hvordan vi bruker laserkutteren til skjæring og gravering.

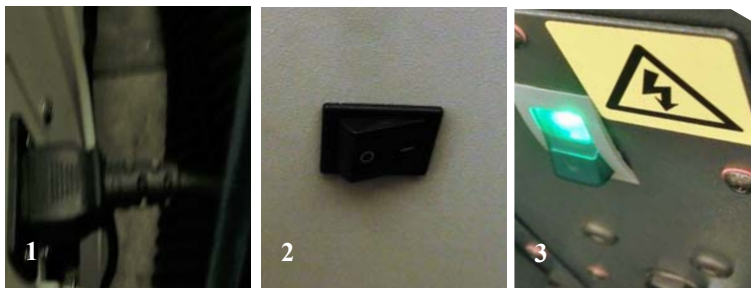
13.2 Klargjøring av laserkutteren

Prosedyre for klargjøring av laserkutter.

13.2.1 Oppstart av laserkutteren og avtrekksvifte

Det er tre brytere som må slås på:

1. Hovedsikringen nederst bak til høyre under power-ledningen slås opp (på). Som oftest er denne påslått.
2. Bryteren ned til høyre foran på laserkutteren (svart) settes til 1.
3. Bryteren oppe til venstre bak på avtrekkskabinettet slås på (lyser grønt)
4. Bryteren foran på avtrekkskabinettet (lyser rødt), denne kan trykkes idet skjæringen starter
5. Bruk hørselvern, det er viktigere enn du skulle tro.





13.2.2 Plassering av plata

Normalt legges plata slik at øverste venstre hjørne ligger i tilsvarende hjørne på bordet til laserkutteren.

Et godt alternativ er å:

1. Legg øverste venstre hjørnet på plata i øverste venstre hjørne på bordet
2. Slå på markeringslaseren, rødt punkt. Knappen er vist på figuren til høyre
3. Bruk pilene på kontrollpanelet for å flytt den grønne markøren til: "JOG" for å forskyve startpunktet til ønsket posisjon på plata.
4. Trykk ned joy-stikken når ønsket posisjon er oppnådd, og posisjonen blir låst som nytt referansepunkt, dvs. som øverste venstre hjørne i skrivefila.



En kan nå ev. ta ut og inn plata og være sikker på at skjæring eller gravering skjer på samme sted hver gang. Dette kan være praktisk dersom man oppdager at laseren ikke har trent helt gjennom plata på alle steder slik at en ny kjøring i samme sporet er nødvendig.

Ev. kan plata legges der utskriften er plassert på originaltegningen. I så fall bruk linjal langs venstre side og toppen av bordet for å legge plata der utskriften er lagt på tegningen.

13.2.3 Kalibrering

1. Ta metalltriangelet som ligger i fordypningen til venstre på laserkutteren, og heng det på de to knaggene på skrivehodet som vist på figuren til høyre.
2. Bruk pilene på kontrollpanelet for å flytte den grønne markøren til: "JOG" Flytt skrivehodet til ønsket sted på plata for kalibrering.



3. Det kan være lurt å utføre kalibreringen der skjæringen/graveringen skal skje da ikke alle plater er helt plane. Om plata er plan kan kalibreringen gjøres hvor som helst.
4. Flytt den grønne markøren til "FOCUS" og bruk joy-stikken til å justere opp eller ned slik at triangelet akkurat tangerer plata.
5. Bekreft at fokusering er utført ved å trykk: SET (trykk joy-stikken rett inn).
6. Fokuspunktet kan ev. senkes noe ved andre eller tredje gangs kjøring dersom man ønsker å skjære et tykkere materiale ved gjentatte skjæringer.



13.3 Klargjøring av tegningen for skjæring/graving

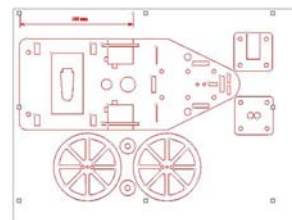
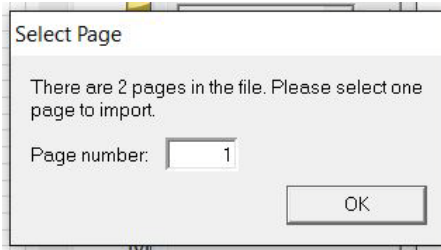
Start programmet FlexiDesigner



13.3.1 Hent inn fila

Hent ønsket fil fra katalogen: \\trigger.vitensenteret.com\Offentlig\<personlig underkatalog> .

Dersom det er et dokument med flere sider velg aktuell side i dialogboksen. Se figuren under:

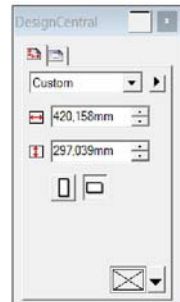


Den aktuelle tegningen framkommer på *arbeidsflaten* i programmet (figur over til høyre):

13.3.2 Opplasting av filen og dimensjonering av arbeidsflata

Ved å bruke "Import"-kommandoen vil man kunne plassere arbeidstegningen direkte på riktig plass på arbeidsflata (bordet) samtidig som denne beholder sin opprinnelige størrelse. Flere filer kan hentes til samme arbeidsflata og legges der man måtte ønske. Denne kommandoen er derfor som oftest mer praktisk å bruke i stedet for "Open"-kommandoen.

Når man henter inn en tegning med “Open”-kommandoen, vil arbeidsflata være dimensjonert etter størrelsen på tegningen. Det vil derfor være lurt å redefinere størrelsen av arbeidsflata til størrelsen på bordet til laserkutteren. Dette gjøres slik:



1. Klikk med venstre mustast på arbeidsflata
2. Menyen til høyre kommer opp. Vanligvis står det “Custom”. Klikk på pila til høyre og velg nederste alternativ på nedtrekksmenyen som er “Laser”. Da vil størrelsen på bordet (ca. 1016 x 711 mm) komme opp. Sørg for å velge “Landscape” orientering på arbeidsflata.
3. Arbeidstegningene vil nå gjerne ha flyttet seg på arbeidsflata.

Normalt vil det være aktuelt å plassere tegningen nær det øverste venstre hjørnet på tegneflata. Dersom det er deler av tegningen man ønsker å vente med å skrive ut, så kan man la disse være umarkert (ikke røde) og flyttet til side på arbeidsflata.

13.3.3 Markering av det som skal skrives/skjæres ut

Velg den delen av fila du ønsker å skrive ut ved å ramme den inn med markøren, figuren blir da rød. Det holder at rammen berører den aktuelle delen av tegningen for å bli med i det markerte feltet.

Bruk SKIFT-tasten til å legge til nye markerte deler til tegningen eller ta bort tegninger som ikke ønskes inkludert i det som skal skrives ut.

Legg merke til at det er nok å berøre deler av en tegning for at den skal markeres. Det kan også skje at en tegning, f.eks. en sirkel, kan være satt sammen av mange deler.

13.3.4 Utskrift av flere lag med posisjonerte tegninger

Dersom man har flere lag av tegninger som ønskes skrevet ut i flere omganger, men som krever at de er posisjonert i forhold til hverandre, vil det være lurt å ha en referansemarkør (kryss) i kanten av tegningen, som går igjen på alle lagene. Dette gjør det lett å posisjonere lagene i forhold til hverandre:

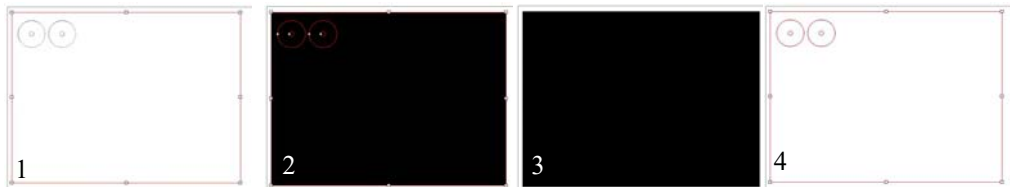
- Posisjoner markøren til det laget som skal printes slik at markøren er akkurat i øverste venstre hjørne av rammen på arbeidsflata.
- Ram inn det som skal skjæres ut.
- Velg print (printer ikon) fra menylinja.

13.3.5 Merking - separering av tegningens enkelte deler ("Unmask")

Normalt vil en kunne merke ulike deler av en pdf-fil. På denne måten kan en dele opp jobben i flere omganger. Dette kan være aktuelt ved et en først merker alt som skal graveres, for så å merke alt som skal skjæres. Denne rekkefølgen er å foretrekke, spesielt dersom man skal skjære ut små biter som senere skal graveres. Stabiliteten blir bedre ved gravering dersom man graverer først og skjærer til slutt.

Om det er problemer med å dele opp figuren som skal printes ut, så kan man prøve følgende framgangsmåte:

1. Merk hele figuren
2. Høyreklikk på den merkede figuren og velg "Unmask" i nedtrekksmenyen
3. Fjern markeringen og klikk på tegningen på nytt, dermed vil masken komme opp som en svart firkant
4. Trykk "DELETE" for fjerne masken

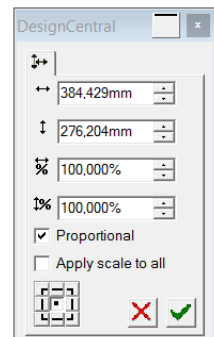


Om denne operasjonen er vellykket vil de enkelte delene av tegningen kunne separeres, ved at man får tilgang til underliggende lag. Det kan være fordelaktig å fjerne unødvendige rammer ved å klikke på kanten av tegningen.

13.3.6 Skalering

Noen ganger kan det være aktuelt å lage tegningen i et annet format enn det man ønsker ved utskrift. I så fall er det aktuelt å endre skaleringen av tegningen.

1. Marker de delene av tegningen som ønskes skalert.
2. Gå inn på "ARRANGE" på menylinja og velg "RESIZE". Da vil man få opp en menyboks på venstre side hvor man kan justere skaleringen.
3. Normalt vil høyde-bredde-forholdet beholdes, i så fall hak av for "PROPORSONAL".
4. Skriv inn endringen som ny prosentverdi.
5. Velg grønn hake for å utføre skaleringen.



Etter skalering kan det være behov for å justere plasseringen av tegningen på nytt.

6. Juster plasseringen.

13.3.7 Raster eller vektor – Skjæring og/eller gravering

Det er i hovedsak to typer “printing” i tillegg til at de to kan kombineres:

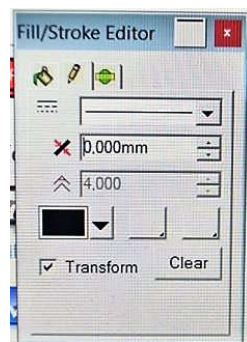
- *Raster-printing*: Laseren graver tekst ved å bevege seg linje for linje over hele plata. Dette tar lang tid, men er den eneste måte å gravere flater på.
- *Vektor-printing*: Laseren beveger seg langs konturene i tegningen. Denne metoden egner seg godt for skjæring langs konturer, ev. gravere konturer. Om det blir en skjæring eller gravering avhenger av effekten og hastigheten til laseren som settes opp i egen meny.
- *Combined-printing*: Her vil linjebredder under en viss bredde bli skåret og de over den samme terskelverdien bli gravert (se tabellen under). Har man kontroll på linjebreddene kan man kombinere gravering og skjæring. Vær oppmerksom på at figurer tegnet i FøxiDesigner kan inneholde linjer. Dvs. det en hadde tenkt skulle graves blir først gravert og deretter skåret ut. Vær spesielt oppmerksom på tekst. Dersom denne blir når man setter linjebredder til 0 mm vil teksten skåret ut.

Vi kan sette linjebredder til konturer i tegningen ved hjelp av en egen meny (figuren under til høyre). Velg den midterste fanen.

Her kan vi bestemme om konturer (linjer) i tegningen skal være heltrukket eller stiple (øverste innboks). Dernest kan vi bestemme linjebredder (nest øverste innboks). Dersom linjebredder settes mindre enn en definerte minsteverdi vil, den automatisk bli utført ved hjelp av vektor-printing.

Normalt vil man bruke vektor-printing for skjæring eller gravering av tynne konturer, da gjør man slik:

1. Merk av det som skal vektor-printes (skjæres).
2. Velg midterste fane i menyen til høyre (blyant)
3. Velg heltrukken linje (øverste innboks)
4. Sett linjebredder til 0 mm i den andre innboksen



Raster er mest egnet til gravering, som f.eks. for teksting av gjenstanden.

Om det skal gjøres en skjæring eller gravering bestemmes av hastigheten og effekten til laseren, se eget punkt under.

Det enkleste er å skille det som skal skjæres i tegningen og det som skal graves. Utfør gjerne gravering først og skjæring etterpå siden små utskårne deler lett bli liggende på skrå etter skjæring og gjøre graveringen vanskelig.

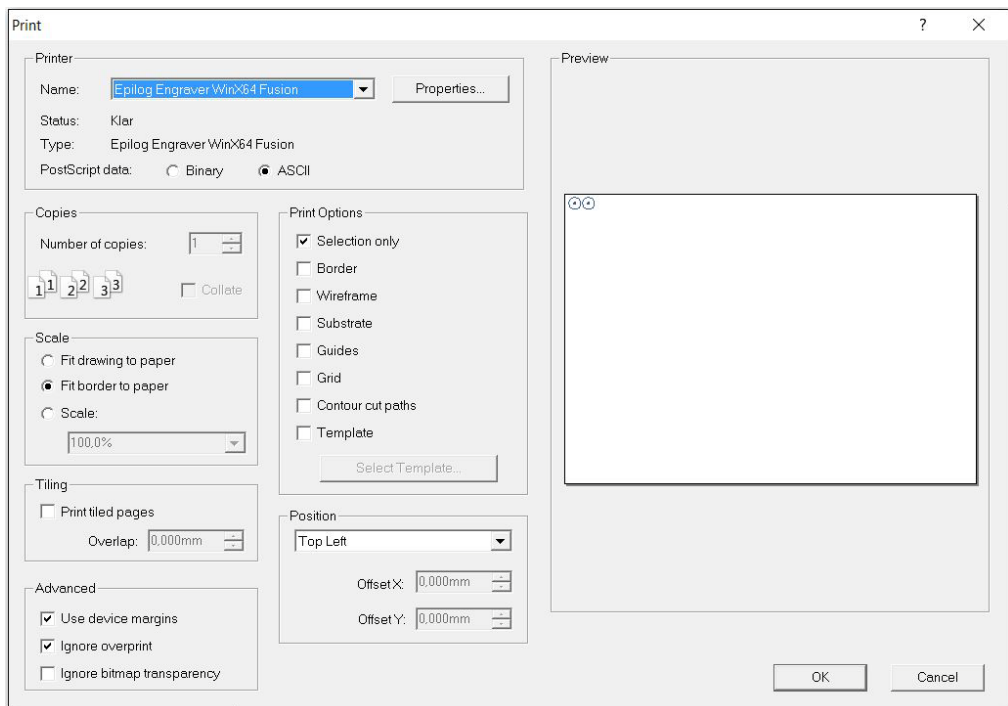
En kan imidlertid gjennomføre gravering og skjæring i samme operasjon. I så fall vil alle linjer under en viss bredde bli skåret.

Tabellen under viser grenseverdiene for når laserkutteren velger vektor-printing (“Cut”) eller raster-printing (“Engrave”). Dette gjelder kun når man har valgt “Combined”.

Line Width	150 DPI	200 DPI	300 DPI	400 DPI	600 DPI	1200 DPI
.001" (.025 mm)	Cut	Cut	Cut	Cut	Cut	Cut
.002 (.058 mm)	Cut	Cut	Cut	Cut	Cut	Cut
.003 (.076 mm)	Cut	Cut	Cut	Cut	Cut	Cut
.004 (.101 mm)	Cut	Cut	Cut	Cut	Cut	Cut
.005 (.127 mm)	Cut	Cut	Cut	Engrave	Engrave	Engrave
.006 (.152 mm)	Cut	Cut	Cut	Engrave	Engrave	Engrave
.007 (.177 mm)	Cut	Cut	Engrave	Engrave	Engrave	Engrave

13.3.8 Utskriftsmenyen og setting av skrive/skjære parametere

Print-menyen har flere valg. Her vil vi kun omtale en variant som gjør det lett å posisjonere utskriften.



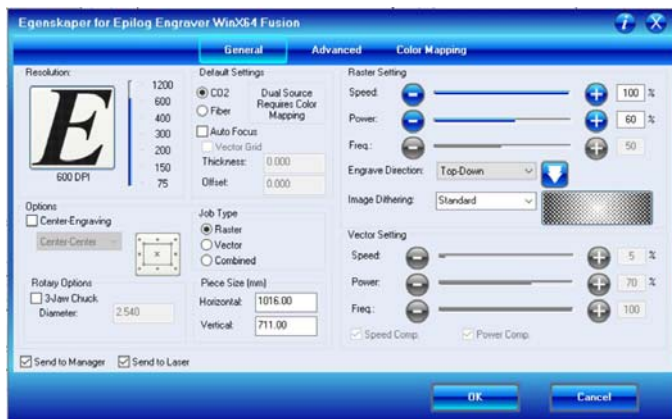
1. I “Printer option” velg “Selection only”. Dette medfører at bare det som er markert på arbeidsflaten blir skrevet ut.
2. I “Scale” velg “Fit border to paper”. Dette gjør at utskriften blir posisjonert i forhold til skriveflaten til laserkutteren. Dvs. at øverste venstre hjørnet er der referansepunktet er satt.

- I "Position" velg "Top left". Dette sørger for at øverste venstre hjørne av utskriften plasseres der referansepunktet er satt på bordet.

Senere kan man ev. eksperimentere med de øvrige menyene.

Parametere for printing ("Raster", "Vector" eller "Combined")

For å sette parametrene for printing. Gå inn i "File" og velg "Print" og velg "Properties" i print menyen. Da kommer denne dialogboksen opp:



Her setter man opp parametrene for raster- og vektor-printing. De viktigste parametrene er:

- Job type:*
 - **Raster** – Primært for gravering av bokstaver, bilder flater o.l., ev. for utfresing av spor.
 - **Vektor** – Primært for skjæring og ev. rask tegning av linjer
 - **Combined** – Linjebredder som er satt lik null blir automatisk skrevet ut som vektorer, resten som raster.
- Sett parametere for raster-printing/vektor-printing:
 - **Speed** – Angir skrivhodets hastighet. Kan gjerne settes til 90%. Høy hastighet krever større effekt for samme resultat.
 - **Power** – Effekten ved skrivingen, høy effekt gir dypere spor, ev. skjærer i tykkere plater).
 - **Freq.** – Frekvensen angir pulshastighet for laseren (pulser pr. inch). Kan være aktuelt å endre ved skjæring i akryl. Høy pulshastighet gir kraftigere gravering eller større skjæredybde.

Forslag til setting av parametere:

Materiale	Type	Speed	Power	Frequency	
3 mm MDF	Raster	90%	25%	50%	
	Vektor	20%	100%	50%	Skjæring

Materiale	Type	Speed	Power	Frequency	
6 mm MDF	Kjøres to runder som for 3 mm MDF				
3 mm MDF hvit plastbelakt	Raster/bilder	90%	20%	50%	Gravering av bilder
	Vektor	20%	100%	50%	Skjæring
6 mm Bjørkefiner	Raster	90%	25%	50%	
	Vektor	5%	100%	50%	Skjæring
4 mm Akryl Biltema	Vektor	5%	100%	50%	Skjæring - 1 runde
2 mm Akryl	Vektor	15%	100%	50%	Skjæring
	Raster	90%	10-15%	50%	Gravering
0,5 mm Polypropy- len (klar)	Vektor	100%	60%	50%	Skjæring

Velg "OK" for å lagre dataene. Dialogboksen lukkes og man kommer tilbake i print-menyen:

Fra menyen "Print Options" kan en velge å printe ut ulike deler av tegningen. Normalt vil en velge å printe ut det som er merket. Ved å trykke OK sendes jobben til Laserkutteren.

13.3.9 Gravering på akryl

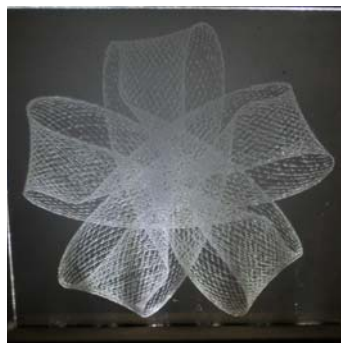
Forsøk viser at når man skal gravere akryl så bør effekten ligge mellom 10 – 15 %, dessuten bør dekkplasten fjernes. Den har en tendens til å smelte inn i tette mønstre og ødelegge detaljene. Til høyre er vist fire varianter. Det kan se ut som om 15% uten dekkplast gir det beste resultatet. Går vi ned på effekten vil svake linjer i mønstret forsvinne. Samtidig vil ikke dekkplasten sette seg fast i mønstret.



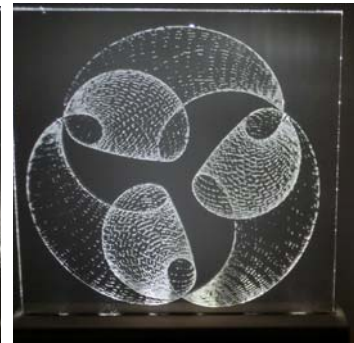
S100% P25% m/dekkplast



S100% P15% m/dekkplast



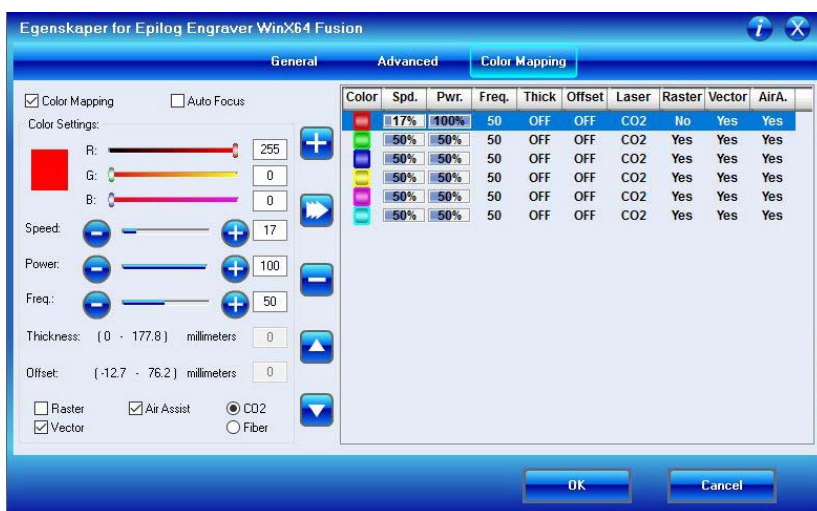
S100% P15% uten dekkplast



S100% P10% med dekkplast

13.3.10 Skjæring og rastrening styrt av farger

Dersom en tegner i farger vil man kunne knyttet de forskjellige fargene til ulike operasjoner. Om man f.eks. tegner alle linjer som skal skjæres i rødt, kan man definere hvordan laseren skal behandle røde linjer. Dersom linjer farget røde skal skjæres i 6 mm bjørkefiner, velger man den aktuelle fargen i menyen til venstre, man velger "Vector" nederst til venstre og "Speed", "Power" og ev. "Freq" etter behov. Så velger man den linjen til høyre i menyen som tilsvarer den valgte fargen og overfører parametrene som er knyttet til denne farge ved hjelp av den tredoble pila omtrent midt i menyen (se figuren under).



En forutsetning for at dette skal virke er fargevalget i fila er eksakt det samme som i menyen over (for rødt: R = 255, G = 0, B = 0). Dessuten må man bruke RGB fargegjengivelse.

13.4 Skjæring og gravering

13.4.1 Start skjæring/gravering

Når man har trykket "OK" i printmenyen, overføres jobben til laserkutteren og får et jobb-nummer som vises i displayet til høyre på kutteren. Displayet viser også estimert tid for jobben. Denne vil imidlertid forsvinne så snart jobben starter, og viser i stedet akkumulert tid siden start.

- "GO" – Trykk "GO" for å starte jobben.
- "STOPP" – Trykk "STOPP" for å stoppe jobben. Dersom den er i gang med å trekke en lang linje så vil den ikke stoppe før den kommer til slutten av linjen. Dersom man trykker på "GO" på nytt fortsetter den der den slapp.



-
- “RESET” – Trykker man “RESET” etter at jobben er stoppet, så vil den gå tilbake til startpunktet

Første gang man skal kjøre en jobb kan det hende at laseren bruker noen sekunder før den tenner. Det betyr at vi mister første del av jobben. Dette kan normalt løses på to måter:

1. Kjør et lite prøvetrykk før selve jobben starter.
2. Kjør starten på nytt etter at resten av jobben er ferdig.

13.4.2 Prøveskjæring/graver

Ved å la laseren arbeide med åpent lokk, utføres alle bevegelser som normalt, men med avslått laser. Ved å følge med den røde markøren kan man kontrollere om utskriften blir omtrent som forventet mht. posisjon og størrelse. Dette anbefales sterkt da det spesielt når man er uerfaren inntreffer ting en ikke har tenkt på.

13.4.3 Etterskjæring

Det hender at man ikke kommer gjennom ved første forsøk. I så fall er det bare å kjøre den samme jobben på nytt. Det er imidlertid viktig at plata blir liggende på eksakt samme sted.

Dersom plata er særdeles tykk, så kan man senke fokuspunktet noen millimeter slik at den får sitt nye fokus nederst i sporet etter første kjøring.

13.4.4 Gjenta tidligere jobber

Jobber som overføres fra FlexiDesigner vil bli liggende i laserkutteren så lenge den ikke slås av. Tidligere jobber kan derfor gjenkalles i displayet ved å bruke joy-stikken mens den grønne markøren står i posisjon “JOB”. Om ønskelig kan disse kjøres på nytt.

14 Programhjelpemidler for laserkutting

I dette kapittelet skal vi se på noen eksempler på programvare som kan være nyttig når man arbeider med laserskjæring og gravering. Kapittelet viser noen eksempler, men er på langt nær utfyllende.

14.1 Utarbeiding av tegninger - fram til ferdig pdf-file

Den kanskje enkleste måten å overføre tekst og tegninger på er som pdf-filer. Portable Document Format (PDF) ble utviklet av Dr. John Warnock ved Adobe i 1991 og er etter hvert blitt dominerende med hensyn til å overføre dokumenter mellom ulike brukere, som i utgangspunktet, bruker ulike tekstbehandlingsprogrammer. Pdf-filer kan framstilles av de fleste tekstbehandlere. Her er noen enkle alternativer for å frambringe pdf-filer til vårt formål, det finnes selvfølgelig mange flere:

- Det lages et håndtegnet design med papir og blyant (tynn tusj) som skannes inn som et dokument og lagres i pdf-format
- Designfilen hentes som en ferdig pdf-file fra nettet. Her finnes det en mengde ulike ting som er klar for å laserkattes
- Man lager tegningen i et tegneprogram og lagrer den som en pdf-file.
- Man tegner designet i programmet FlexiDesign som leveres sammen Epilog maskinene.

Vi skal her se nærmere på hvordan vi kan bruke håndtegnede tegninger og PowerPoint for å lage enkle design.

14.1.1 Håndtegnet design

Det er fullt mulig å tegne konturene for skjæring for hånd. En kan da gjøre følgende:

- Merk opp konturene med tynne tydelige streker. Bruk gjerne sort tusj eller en kulepenn.
- Scan inn tegningen ved hjelp av en scanner og velg sort/hvitt, dvs. ikke farger eller gråtoner siden dette handler om skjæring
- Lagre resultatet som pdf-fil
- Hent opp tegningen i FlexiDesigner
- Høyreklikk på tegningen og velg “unmask” om mulig. Marker det øverste laget i tegninga ved å klikke på den svarte flaten som framkommer og trykk “Delete” (se 13.3.5/13.3.5side 104).
- Velg å skrive ut som raster, men sett hastighet og effekt som ved skjæring

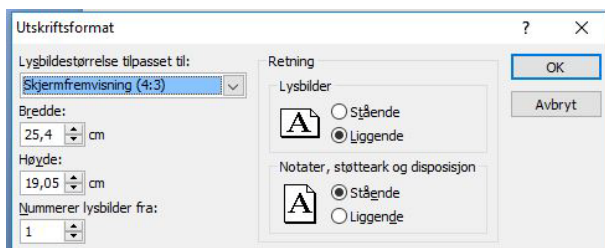
Det er viktig å velge sort/hvitt og ikke farge eller gråtone. Det siste vil gi usynlige punkter over arket som også vil bli gravert eller skåret.

14.1.2 Bruk av PowerPoint

Som eksempel har vi benyttet en relativt gammel versjon av PowerPoint, versjon 2007, for å demonstrere mulighetene. Også Word kan brukes som tegneverktøy, men kan være litt mer kranglete å bruke siden man må sørge for at tegnelementene ikke fester seg til linjene i teksteditoren. Dette avsnittet er ment å vise hvor lav terskelen kan være for å komme i gang, ikke som eksempel på det optimale tegneverktøyet.

Start med et hvitt ark med ønsket størrelse

Når du åpner PowerPoint så får du gjerne opp et hvitt ark ev. med tekst-



men fjern tekstrammene. Dersom man ønsker et ark som er større en standard lysbilde, så kan gå inn under fanen “Utforming” og velge utskriftsformat. Da får man opp en menyboks hvor man kan velge ulike arkstørrelser (se figur til høyre).

Tegnemenyen

Tegnemenyen finner man på menylinjen når man f.eks. befinner seg i fanen “Hjem”.



1. Til venstre kan man velge mellom en rekke skalerbare former eller kommandoer for strektegninger.
2. I midten har man mulighet til å flytte objekter foran eller bak hverandre slik at de helt eller delvis kan overskygge hverandre. *Dette kunne ha vært en nyttig kommando dersom man vil maskere ut deler av konturen. Erfaringen viser imidlertid at laserkutteren også vil kutte/gravere linjer eller tekst som er skult i PowerPoint. Dette trenger imidlertid ikke være noe problem dersom de ekstra konturene faller i områder som likevel vil bli skåret bort.*
3. De øvrige menygruppene vil vi foreløpig se bort fra

Når man først har tegnet et objekt og markerer dette så får man opp en ny meny på menylinjen. Ved å velge “Format” får man opp følgende meny:



4. I område 4 finner vi to viktige undermenyer
 - *Rediger figur* – Gir mulighet til å redigere på punktene i en figur.
 - *Tekstboks* – Gir mulighet til å skrive inn frittstående tekst.
5. **I område 5** kan man blant annet sette tykkelse og farge på linjer og flater. Dette kan være av interesse dersom man ønsker å tilordne ulike farger forskjellig betydning mht. graveringsdybde.
6. **I område 6** kan teksten gis ulike utforming.
7. **Område 7** er et nyttig område som gir mange muligheter:
 - *Juster* – gir mulighet til å justere ulike objekter i forhold til hverandre, for eksempel legge dem på linje. Her kan en også la objektene feste seg til rutenettet slik at de kan posisjoneres nøyaktig i forhold til hverandre.
 - *Grupper* – Gir mulighet til å gruppere objekter og oppløse grupper av objekter.
 - *Roter* – Gir mulighet til å rotere og speile objekter

8. **Område 8** har en meget nyttig kommando som gir mulighet til å sette nøyaktige mål på objekter i x- og y-retning samt rotere et vilkårlig antall grader.

Import av pdf-filer

Import av pdf-filer kan i enkelte tilfeller være svært nyttig da dette kan gi mulighet til enkel editering av filene. Nyere versjoner (fra utgave 2010) av PowerPoint har denne muligheten, men ikke utgave 2007.

Import av tannhjul

For å kunne skrive ut et objekt må det lagres i et vektorformat og ikke bit-map. Tannhjulprogrammet lager såkalte DXF-filer som ikke lar seg importere i PowerPoint utgave 2007. Det er ikke brakt på det rene om disse filene kan importeres i nyere versjon av PowerPoint.

DXF-filer er vektoriserte filer for utveksling av tegninger (Drawing Exchange Format) som gjerne brukes i forbindelse med CAD-systemer. Det finnes gratis programvare for å vise slike filer¹⁸.

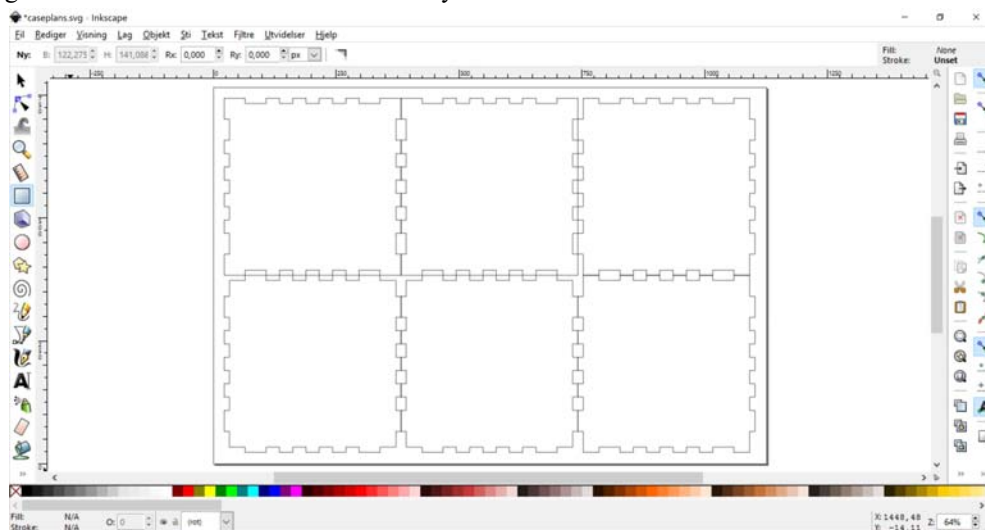
Umiddelbart ser det ikke ut til at DXF-filer kan importeres til PowerPoint, men må importeres rett inn i FlexiDesigner eller til et annet tegneprogram f.eks. FrameMaker (Adobes tekstbehandler).

14.1.3 Inkscape

Dette er et gratis allsidig tegneprogram. Programmet kan lastes ned fra: <https://inkscape.org/en/>

I denne sammenheng skal vi kun vise hvordan det kan brukes til å konvertere svg-filer (scalable vector graphic – file) til pdf-filer.

Figuren under viser arbeidsflaten med menyer:



18. For eksempel. <http://www.dxfviewer.com/>

Konverteringen gjøres enkelt ved at man åpner svg-fila (Fil/Åpne) og lagrer den som (Lagre som ...) en pdf-fil. Dermed kan den åpnes i FleksiDesigner.

Programmet kan selvfølgelig brukes til å legge på tekst og geometriske figurer. En kan også bruke den til å skjære av toppen av en eske slik at den blir åpen.

14.2 Verktøy for framstilling av lukkede esker

På Internett finnes det mange ulike varianter å velge mellom:

14.2.1 MakerCase

Nettadresse: <http://www.makercase.com/>

Programmet MakerCase lager lukkede bokser etter ønskede mål i inch eller millimeter, og om de oppgitte målene er innvendige eller utvendige mål.

Det er også viktig å sette materialtykkelsen da denne bestemmer lengden av tapene.

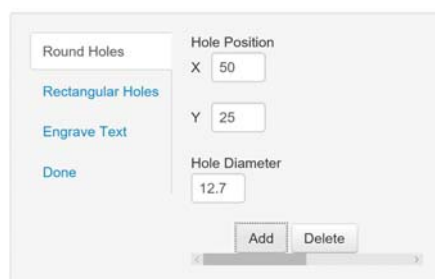
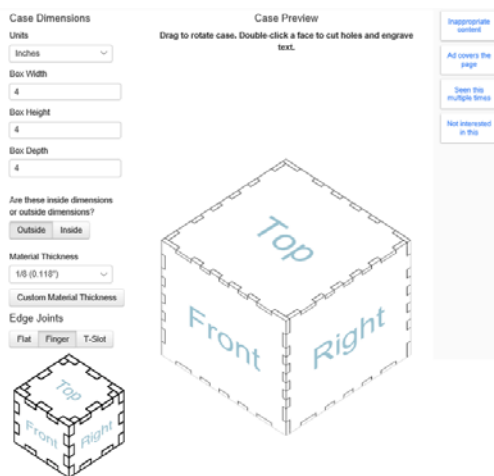
Det spesielle med dette programmet er man kan velge mellom tre typer sammenføyninger:

- Flat (ingen innfelling)
- Finger (tapper)
- T-Slot (T-format)

Sistnevnte vil lage kors-lignende sammenføyninger inn i sidene, som gir rom for å plassere skruer med muttere. En kan selv velge dimensjonene på skruer og muttere.

Ved hjelp av musa kan boksen dreies slik at de ulike sidene blir synlige ved å dobbelklikke på ønsket side kommer det opp en ny meny som gir mulighet for å lage et hull (runt eller firkantet) og en tekst. Når man er ferdig trykker man "Done".

Figuren viser meny for å legge til et rundt hull i posisjon x, y.



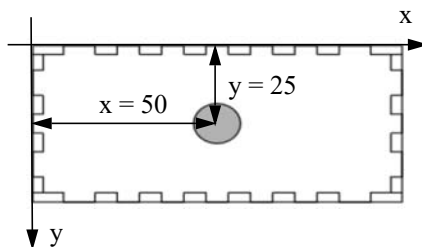
Dersom man endrer på et bestemt hull så dobbelklikker man på hullet, setter inn nye verdier og trykker "Return" og "Done".

Dersom man vil fjerne en tekst eller et hull, dobbelklikker man på teksten eller hullet og trykker "Delete".

Det er også mulig å sette bredden på tappene fra 3 – 20 mm.

Dette ser ut til å være et program med mange muligheter, men viser seg å være ganske tregt slik at man må være tålmodig.

Når man er fornøyd, trykker man på "Generate laser cutter case plan". Denne vil så generere et utbrettet bilde av esken med tekst og hull.



Her kan man sette ulike parametere:

Margins: Setter marginer til en omsluttende ramme - kan settes til null

Vector cutting: Gir mulighet til å sette linjebredden. Denne kan stå som den gjør, ved skjæring justeres denne til 0 mm i FlexiDesigner

Text engraving: Her kan sette fylningsgraden til graveringen. Denne settes også i FlexiDesigner

Laser Cutting Kerf: Denne setter skjærebredden til laseren. Riktig satt skjærebredde gjør at fingerene blir tilpasset hverandre eksakt slik at de kan presses sammen

Ved å velge "Download plans" kan man lagre filen på egen maskin. Filen blir lagret som en .svg-fil. FlexiDesigner kan ikke importere .svg filer.

Konvertering av svg-filer til pdf-filer kan gjøres ved f.eks. med tegneprogrammet Inkscape.

14.2.2 Box Designer

Nettadresse: <http://boxdesigner.connectionlab.org/>

Programmet lager også innelukkede bokser. Det er kun mulig å lage sammenføyninger med fingre. En kan enten velge fast bredde på fingrene eller la programmet selv bestemme fingerbredden. Dimensjonene kan enten spesifiseres i inch, cm eller mm og må angis med punktum som desimaltegn. Dersom man setter fingerbredde (“Notch length”) til “Auto”, så vil fingerbredde bestemmes slik at den går opp med breddene på sidekantene. Dette kan imidlertid bli litt underlig med små bokser. Bredden på kuttet kan spesifiseres, hvilket kan være nyttig for å få bokser som passer godt til hverandre. Boksen designes når man trykker “Design it” og pdf-filen oversendes umiddelbart. Dimensjonene er spesifisert i filen. En omsluttende ramme med spesifiserte mål kan legges rundt delene. Hak av “Draw bounding box”. Dette kan være særdeles praktisk dersom man ønsker å justere de endelige dimensjonene før kutting.



14.2.3 make-a-box

Nettadresse: <http://makeabox.io/>

Programmet lager også innelukkede bokser. Bredde, høyde og dybde kan spesifiseres i inch eller millimeter.

Sammenføyningen skjer kun ved hjelp av fingre. Fingerbredden (“Notch”) kan spesifiseres eller være uspesifisert. Er sistnevnte tilfelle velges fingerbredden lik 3 x materialtykkelsen.

“Kerf” angir bredden på kuttet som laseren gir. Ved å spesifisere denne bredden, kan fingrene tilpasses slik at sammenføyningene passer perfekt til hverandre. Man skal imidlertid være temmelig erfaren for å angi en optimal verdi. Dersom ingenting spesifiseres, settes bredden til 0,007 inch eller 0,18 mm. Har selv brukt 0,17 på 3,3 mm MDF og 2,3 på 3 mm akryl.



“Margin” angir marginene rundt tegningen av boksene, mens “Padding” angir marginene mellom sidene til boksen når de skrives ut på tegningen. “Strok” angir tykkelsen til linjene på utskriften.

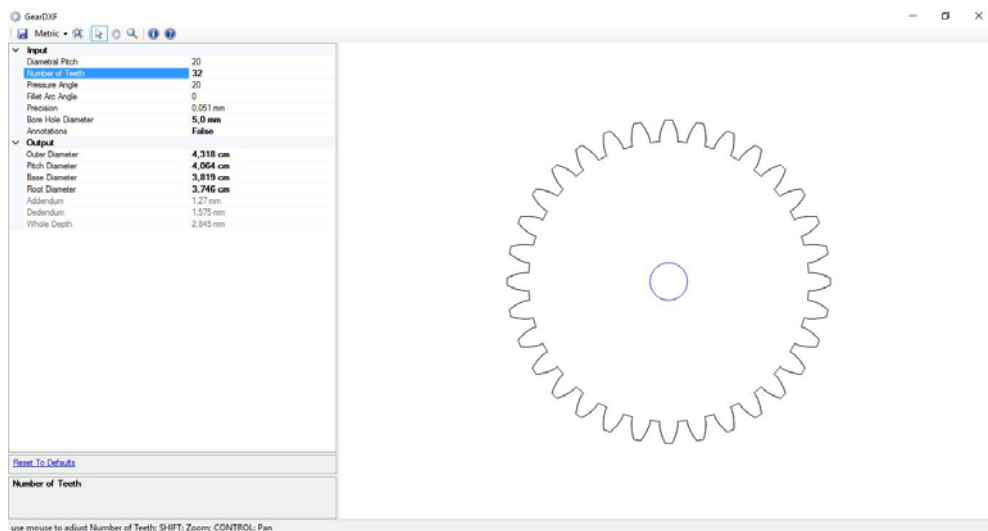
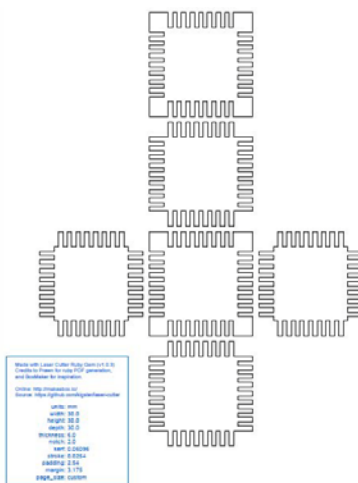
“Settings” gir mulighet for å lagre eller hente tidligere parametere.

En praktisk egenskap ved dette programmet er at layouten på tegningen kan tilpasses ulike arkstørrelser. Om ønskelig kan også boksens parametere skrives ut i en egen ramme nederst i tegningen. Figuren under viser utskrift av terninger som er 30 x 30 x 30 mm med en materialtykkelse på 6 mm. I tillegg har vi spesifisert fingerbredden til 2 mm.

14.3 Verktøy for framstilling av tannhjul

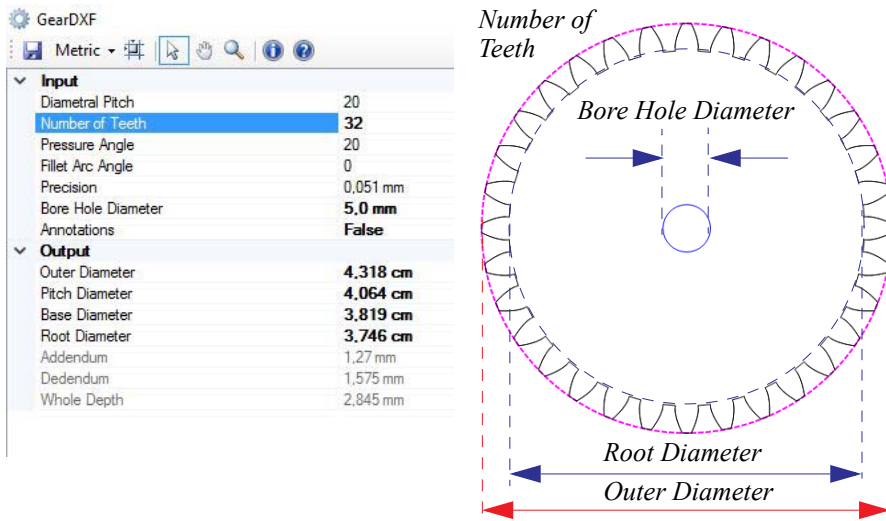
Det finnes en rekke ulike programmer for generering av tannhjul. Vi har valgt å bruke GearDXF fordi programmet er gratis og brukerterskelen er svært lav¹⁹. Programmet leverer kun DXF-filer som ikke kan importeres i PowerPoint for å generere pdf-filer. Filene kan imidlertid inkluderes i FrameMaker og direkte i FlexiDesigner.

Figuren under viser brukergrensesnittet:



19. Programmet kan lastes ned fra: <http://software.informer.com/search/GearDXF>

Ved hjelp av menyen til venstre kan man definere de fleste parametere knyttet til enkle tannhjul. Figuren viser et nærbilde av designmenyen.



Figuren til høyre over viser noen av de viktigste parametere:

- **Number of Teeth** – Er antall tenner plass rundt tannhjulet
- **Bore Holde Diameter** – Diameteren til akselhullet
- **Outer Diameter** – Tannhjulets ytre diameter mellom tuppen av tennene
- **Root Diameter** – Tannhjulets diameter regnet fra innerst i gropen mellom tennene

I tillegg er *Diametral pitch* og *Pressure Angle* viktig.

- **Diametral pitch** – Bestemmer størrelsen på tennene og dermed også ytre diameter på tannhjulet. Dersom verdien økes, reduseres ytre diameter og omvendt. 20 kan være et rimelig utgangspunkt.
- **Pressure Angle** – Angir vinkelen mellom forbindelseslinjen mellom de to tannhjulene og retningen til kraften som overføres mellom to tenner.

Forøvrig er nomenklaturet forklart i <https://en.wikipedia.org/wiki/Gear#Nomenclature>.

14.4 DXF Viewer

Programmet DXF Viewer kan hentes fra adressen: <http://www.dxfviewer.com/>

Designing Exchange Format er et filformat for utveksling av tegnefiler som brukes av AutoCad og andre, f.eks. GearDXF. Noen ganger kan det være praktisk å kunne se på slike filer.

Programmet DXF Viewer er et særdeles enkelt program som kun henter opp DXF-filer og viser dem på PC-skjermen. Brukergrensesnittet er vist under:



Del IV

Montering

**Om elektronikk og lodding
av roboten**

15 Kodegenets Servo:bot-kort for Micro:bit

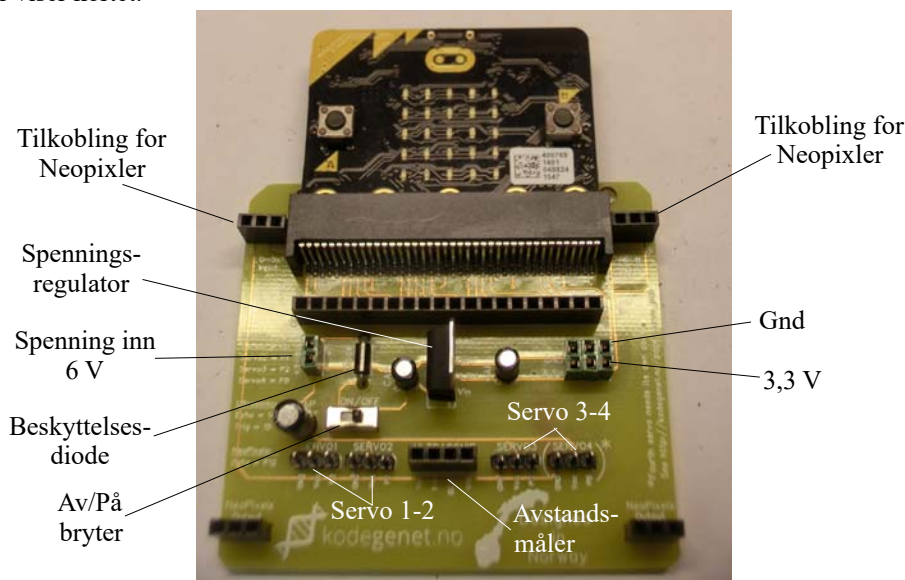
Hovedhensikten med Servo:bot-kortet er:

- Gjøre kontaktene på Micro:bit-kortet lett tilgjengelig for servomotorene og sensorer
- Regulere batterispenningen på 6 V ned til 3,3 V som er spenningen Micro:bit trenger
- Beskytte Micro:bit mot feilkobling av batterispenningen, og tilkobling av for høy spenning
- Gi roboten en Av/På bryter slik at strømmen til roboten lett kan slås av og på
- Gi mulighet for å koble rekker av lysdioder (Neopixler) langs kanten av roboten

La oss se litt nærmere på kortet.

15.1 Introduksjon til Servo:bot-kortet

Senhøsten 2017 ble det utviklet et nytt kretskort for Micro:bit beregnet for bruk i roboter. Bildet under viser kortet.



Servoer

Som vi ser så har kortet tilkobling for fire servoer, i praksis kun tre som kan styres med biblioteksfunksjoner. Den fjerde må ev. styres direkte med pulser. Følgende beskriver koblingen mellom servoutganger og porter:

Servo 1 → P0 (port 0)

Servo 2 → P1 (port 1)

Servo 3 → P2 (port 2)

Servo 4 → P8 (port 8)

Ultrasonisk avstandsmåler

De fire hylsekontaktene er tilpasset en standard avstandsmåler som enten kan plugges rett i kontakten eller flyttes fram til koblingsbrettet lengre fram på roboten ved hjelp av jumpere.

I tillegg er alle portene (kontaktene) på kantkontakten tilgjengelig via den lange hylselisten nærmest kantkontakten. Følgende beskriver koblingen mellom trigger-puls og echo-puls og porter:

Echo → P14 (port 14)

Trig → P15 (port 15)

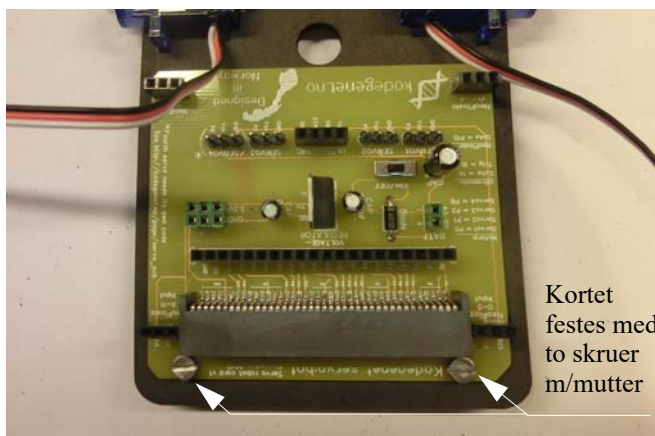
Neopixler

Neopixler er produktnavnet på flerfargede lysdioder koblet i rekke. Disse kan styres fra Micro:bit ved å kobles til hylselistene øverst til venstre og høyre på kortet, som vist på bildet over. Følgende beskriver styringen av Neopxlene:

Data → P12 (port 12)

Strømforsyning

Kortet kan tilføres batterispennning fra 4,5 – 15 V. Spenningen senkes til 3.3 V av spenningsregulatoren og som er spenningen Micro:bit skal ha. Siden servoene tilføres batterispenningen uregulert vil vi her begrense batterispenningen til 6 V som er den optimale spenningen for servoene. Spenningen kan brytes med en Av/På bryter. En diode beskytter mot feilkobling.

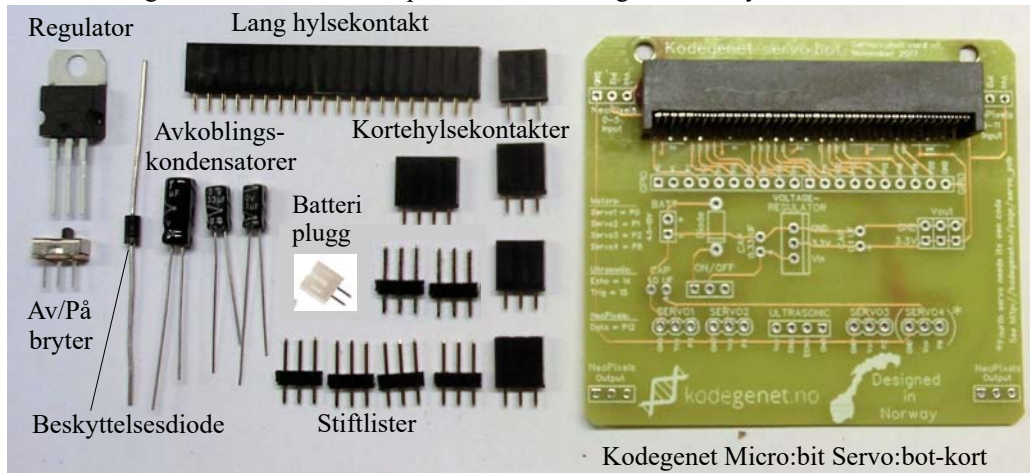


Montering

Kantkontaktkortet monteres med to 3 mm maskinskruer. Utsparinger i chassiet under kretskortet gjør at det ligger støtt. Grunnen til dette er at loddepunktene under sokkelen stikker litt ut og vil uten utsparingene komme i veien under monteringen.

15.2 Detaljert byggebeskrivelse for Kodegenets Servo:bot-kort for Micro:bit

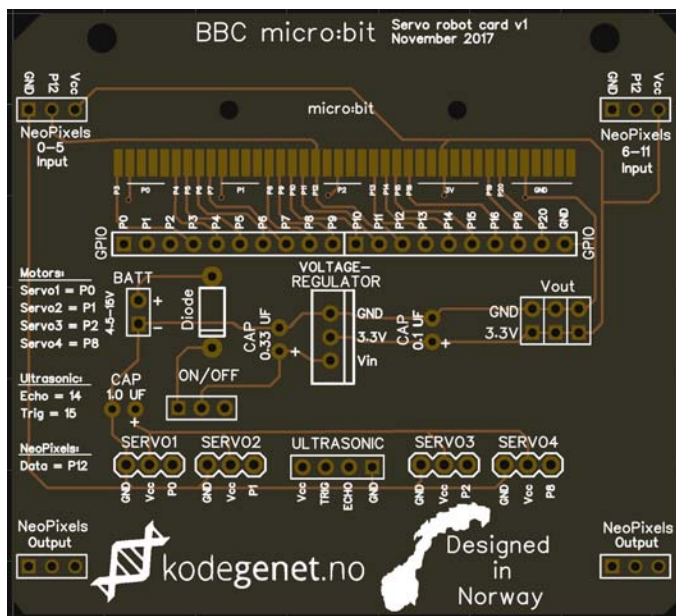
Bildet under gir en oversikt over komponentene som trengs for å bestykke kortet.



Kodegenet Micro:bit Servo:bot-kort

Her har vi brukt fire topolte hylsekontakter. Disse vil i noen tilfeller bli byttet ut med en batterikontakt og to trepolte stiftlister som normalt følger med byggesettet.

Figuren under viser komponentplasseringen på kortets *komponentside*.



1. Monter lang hylsekontakt

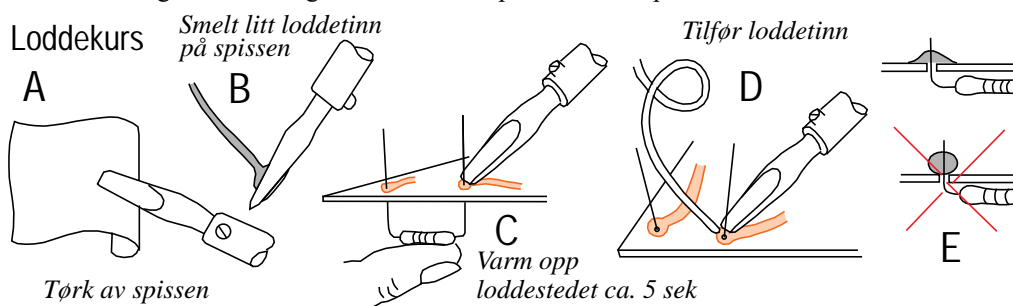
Stikk kontakten inn fra komponentsiden. Lodd pinnene til loddelandene²⁰ på loddessiden av kortet. Det kan være lurt å lodde fast ett bein først for deretter å se om kontakten står rett. Dersom den står litt skjevt så er det lett å varme opp loddingen for så å rette opp kortet. Med alle beina fastloddet er dette nesten umulig.



2. Mini loddekurs

VIKTIG: Alle komponenter skal loddet til banene på loddessiden selv om dette ikke står i teksten. Bein lengre enn 2 mm klippes av med avbiter etter at loddingen er utført.

Det er viktig å lodde riktig, derfor ta en titt på disse fem tipsene



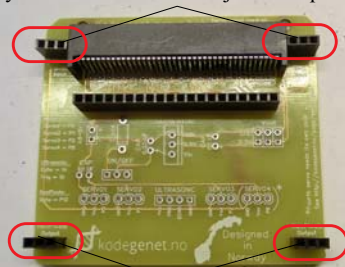
- A) Tørk av den varme loddebolten på en våt klut eller svamp slik at spissen blir ren og blank
- B) Smelt litt loddetinn på loddespissen slik at den blir blank å fin
- C) Press loddespissen hardt ned mot loddestedet slik at både ringen på kortet og beinet til komponenten blir varmet opp. Hold den slik under hele loddingen.
- D) Etter 4 – 5 sekunder er loddestedet varmet slik at loddetinn kan tilføres. Tilfør loddetinn der loddespissen møter beinet og loddestedet.
- E) Hos en god lodding skal loddetinnet flyte oppover beinet og ut over loddestedet. Dannes det en kule rundt komponentbeinet har ikke loddestedet vært varmt nok og loddingen må smeltes på nytt

20. Loddeland er de blanke ringene på loddessiden (baksiden) av kortet. Komponentbeina skal loddet til disse ringene.

3. Monter hylselister for Neopixler

Stikk fire trepolte hylsekontakter ned i hver sine hull som vist på figuren til høyre og lodd beina til loddlandene på loddesiden. Her kan det være spesielt viktig å lodde fast ett bein først for så ev. å gjøre justeringer.

Hylsekontakter for montasje av Neopixler



Hylsekontakter for montasje av Neopixler

4. Montering av hylsekontakt for avstandsmåling

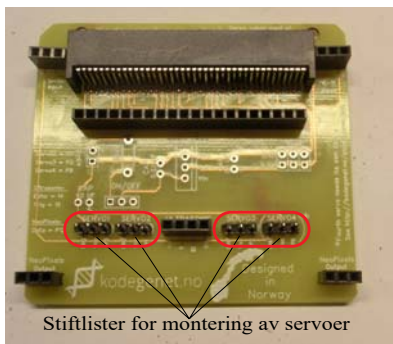
Stikk den firepolte hylsekontakten ned i hullene markert med "Ultrasonic" og lodd fast beina til loddelandene på loddesiden.

Hylsekontakt for montering av avstandsmåler



5. Montering av fire trepolte stiftlister

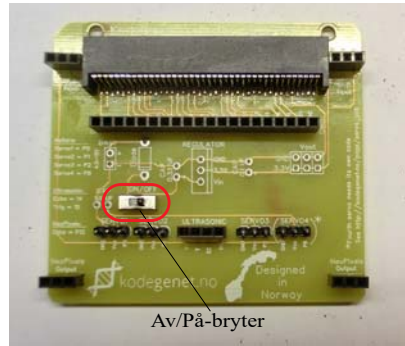
Stikk den korte enden av de fire trepolte stiftlistene ned i hullene der det står SERVO1, 2, 3 og 4. Lodd fast *en* av pinnene på hver av stiftlistene. Unngå trykk på enkelt pinner under oppvarmingen da de lett forskyver seg i den sorte plastholderen. Sjekk at stiftene står rett, ev. rett opp. Lodd fast samtlige stifter når de står rett.



Stiftlister for montering av servoer

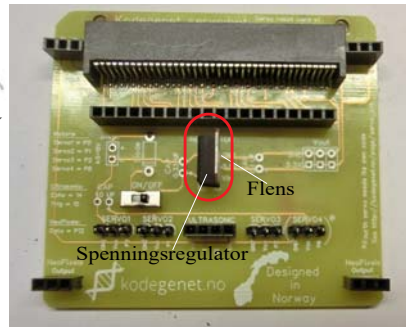
6. **Montering av Av/På-bryter**

Stikk de tre beina til glidebryteren ned i de tre hullene som vist på bildet til høyre. Det er det samme hvilken vei bryteren monteres.



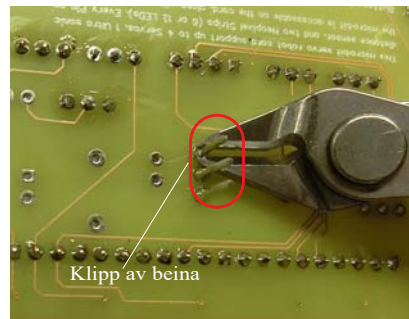
7. **Montering av spenningsregulatoren**

Spenningsregulatoren er en trebent komponent med en metallflens på den ene siden.



8. **Klipp av beina**

Etter lodding vil beina til regulatoren stikke ut på baksiden. Bruk en sideavbiter og klipp av beina tett inntil loddingene.



9. **Montering av beskyttelsesdiode**

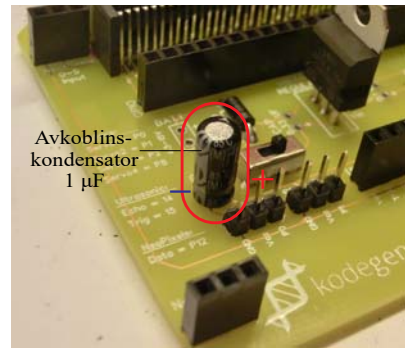
Bøy beina på dioden i rett vinkel tett inn til diodehuset som vist til venstre på bildet til høyre. Stikk beina til dioden gjennom hullene der det står *Diode* på kretskortet. Pass på at dioden plasseres rett vei med den grå ringen i nederkant som vist på bildet.



Lodd beina på baksiden og klipp av tett inntil loddingen.

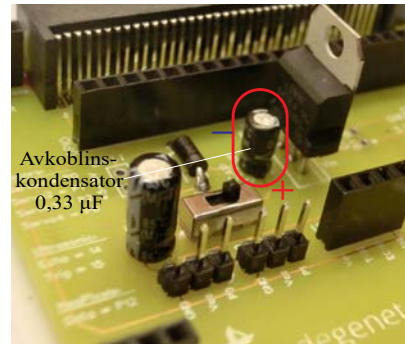
10. **Montering av avkoblingskondensator 1 μ F**

Monter avkoblingskondensatoren som vist på bildet til høyre. Merk at kondensatoren må plasseres rett vei. – til venstre som vist på bildet til høyre.



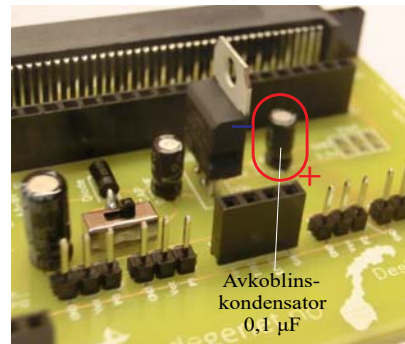
11. **Montering av avkoblingskondensator 0,33 μ F**

Monter avkoblingskondensatoren som vist på bildet til høyre. Merk at kondensatoren må plasseres rett vei. – bak som vist på bildet til høyre.



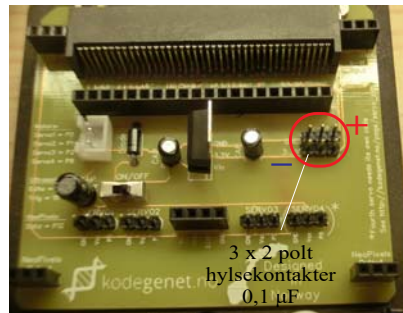
12. **Montering av avkoblingskondensator 0,1 μ F**

Monter avkoblingskondensatoren som vist på bildet til høyre. Merk at kondensatoren må plasseres rett vei. – bak som vist på bildet til høyre.



13. Montering av 2 x 3 stiftlister

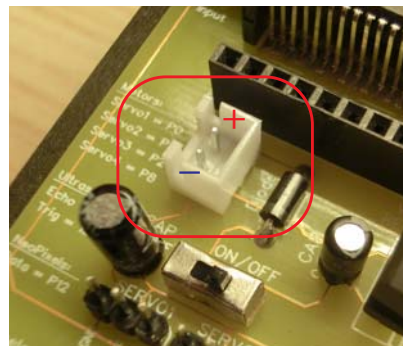
Monter 2 x 3 stiftlister. Merk at stiftlistene skal stå tett sammen. Disse er ment å være en tilkoblingsressurs for spenning (3.3 V) og jord (GND). Merk at man må bruke jumpere med hunn-kontakter.



14. Montering av batterikontakt

Monter en JST²¹-plugg (batterikontakt) for tilkobling av batterispenning (6 V eller 9 V). **MERK: Legg spesielt merke til hvilken vei pluggen står, det er avgjørende om polariteten blir riktig.**

Kortet er nå klart for å tilkobles batterispenning og servoer.

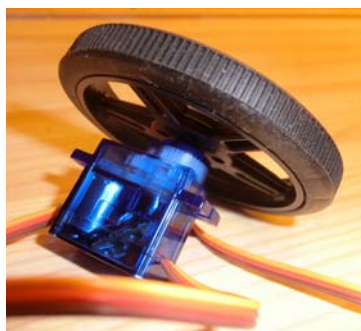


15.3 Test av kortet og servoene

Vi skal nå teste at kortet fungerer som det skal for at vi skal få til dette må vi koble på servomotorene. For at vi skal være istand til å se at de beveger seg kan det være lurt å sette på hjulene.

1. Sett på hjulene

Før servomotorene monteres på chassiet kan vi sette på hjulene. Disse presses inn på akslingen og holdes på plass av en skrue som skrues inn i navet. Skruen ligger i posen som følger med servoene.



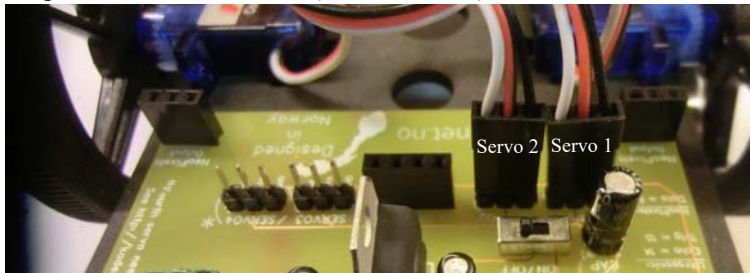
21.JST - Japan Solderless Terminal

2. Kontroller Servo:bot kortet – NB!

Tiden er nå inne for å kontrollere at kortet er koblet opp riktig og at det ikke er kortslutninger på kortet. Ta gjerne kontakt med en av kurslederne slik at dere sammen kan kontrollere kortet.

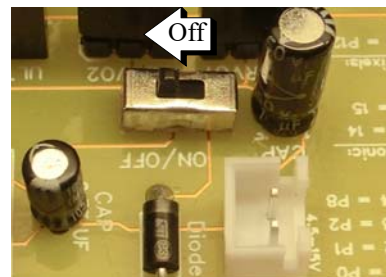
3. Koble servoene til Servo:bot kortet

Plugg ledningene fra servoene ned i de to stiftkontaktene “Servo 1 og 2”. PASS PÅ at den sorte ledningen er på rett side av kontakten (se bildet under).



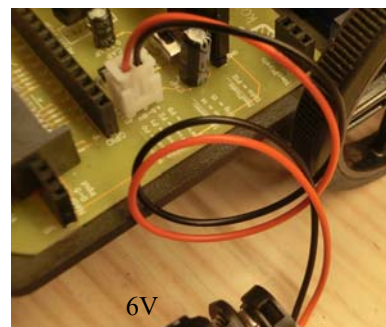
4. Sett på/av-bryter i “Off”

Før batteriet kobles til, sett på/av-bryteren i “Off” posisjon. Dvs. skyv den mot venstre sett fra kantkontakten som vist på bildet til høyre.



5. Koble til batteripakken og slå på strømmen

Siden vi ikke har montert roboten, velger vi å bruke en 6V batteripakke med JST-plugg (hvit). Sett JST-pluggen inn i den hvite sokkelen. Pass på at denne står riktig vei. Sett på/av-bryteren i “on” posisjon.



6. Sett inn Micro:bit kortet

VIKTIG: Vær litt forsiktig når Micro:bit kortet trykkes inn i kantkontakten. Hold fingeren på kantkontakten og press kortet inn. Kortet skal så langt inn at kontaktrekken på Micro:bit-kortet forsvinner helt inn i kantkontakten (se bildet til høyre).



7. Legg inn testprogrammet i Micro:bit

Vi skal nå legge inn et enkelt testprogram i Micro:bit som skal styre roboten.



Når knapp A trykkes starter høyre motor, når knapp B trykkes starter venstre motor. Når knapp A og B trykkes skal begge motorene stoppe. Om de ikke står helt stille må de trimmes slik at de står i ro.

8. Trimming av motorene

Trykk A+B slik at motorene står stille. Om de likevel går bruk et lite stjerne-skrutrekker og juster skruen bak på motoren som ikke står stille. Juster skruen til motoren står i ro. Det skal svært lite til.



9. Modifiser programmet

Skriv i følgende program og forklar for hverandre hvordan programkoden virker. Undersøk om beskrivelsen ble riktig.



```
når knapp B trykkes
  hvis (flagg 2 = 0)
    servo skriv pulslengde på P1 til (µs) 1600
    sett flagg 2 til 1
  ellers hvis (flagg 2 = 1)
    servo skriv pulslengde på P1 til (µs) 1400
    sett flagg 2 til 0

når knapp A+B trykkes
  servo skriv pulslengde på P0 til (µs) 1500
  servo skriv pulslengde på P1 til (µs) 1500
```

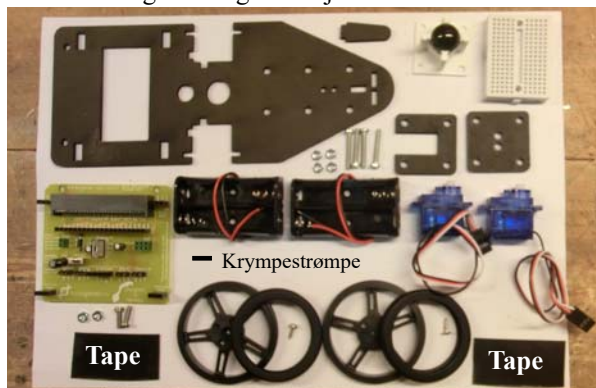
16 Mekanisk oppbygging av robot

Bygge beskrivelsen av roboten er delt i to:

1. Oppbygging av grunnenhet med chassis
2. Oppbygging av tegneenhet

16.1 Byggebeskrivelse – Grunnenhet med chassis

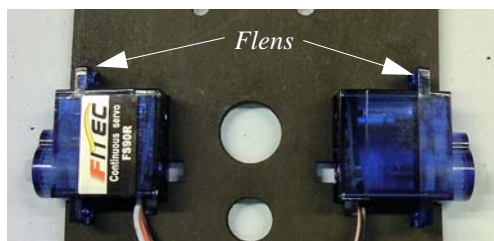
Dette vedlegget gir en detaljert byggebeskrivelse for en enkel standardutgave av roboten. Med utgangspunkt i denne kan man lage sine egne versjoner.



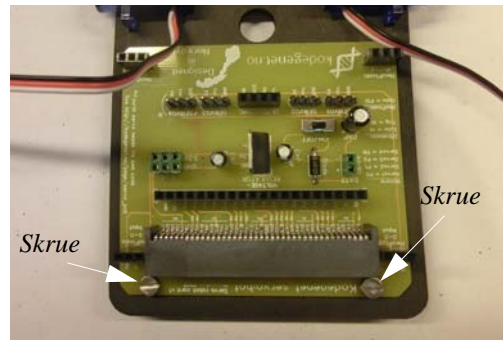
Bildet viser en oversikt over komponentene som inngår i byggesettet (se også komponentliste vedlegg A.1 på side 149). I enkelte sammenhenger vil det være aktuelt at deltagerne selv skriver ut chassis og neshjul ev. deler til pennholder.

1. Montering av servoer

Servoene presses ned i de profilerte åpnin-
gene på hver side av chassiset. Det kan være
nødvendig å file litt i spaltene der flensene
skal inn. Servoene presses ned i åpningen til
de ligger kant i kant med plata på under-
siden.



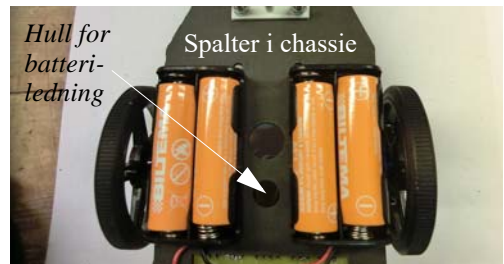
2. *Montering av kantkontakt-kort (Servo:bot)*
Vi forutsetter at Servo:bot-kortet er ferdig oppkoblet (se byggebeskrivelse avsnitt 15.2 på side 124). Servo:bot-kortet monteres med to skruer (M3, 12 mm) med mutter (M3). Utsparingene i chassiset gjør det unødvendig å løfte plata fra kortet med avstandsstykker.



3. *Klargjøring av batteriholdere*
Sett en dobbeltsidig tape på undersiden av hver av batteriholderne. Dersom batteriholderne krever batterikontakter, klips disse på kontaktene.

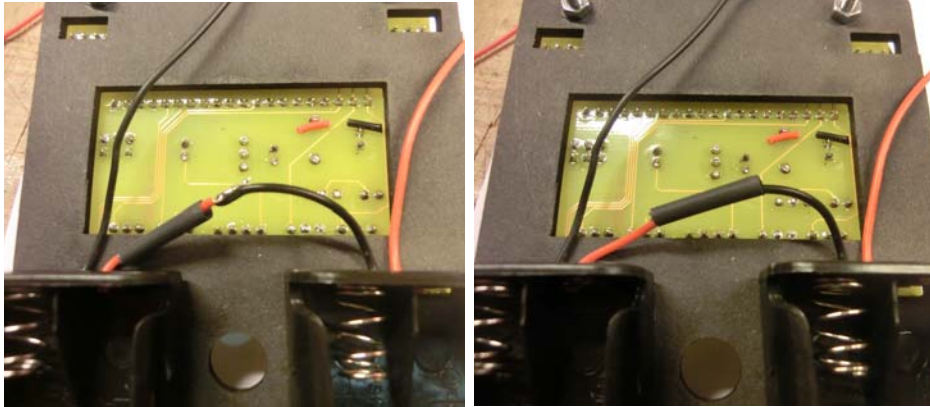


4. *Monter batterikassettene*
De to batterikassettene monteres under hver av de to servomotorene med dobbeltsidig tape. Framenden av batteriholderne skal gå kant i kant med to spalter i chassiset. Ledningene skal vende mot kantkontakten. Dersom ledningene skal tilkobles batterikontakten på kortet, føres ledningene gjennom hullet og opp på oversiden.

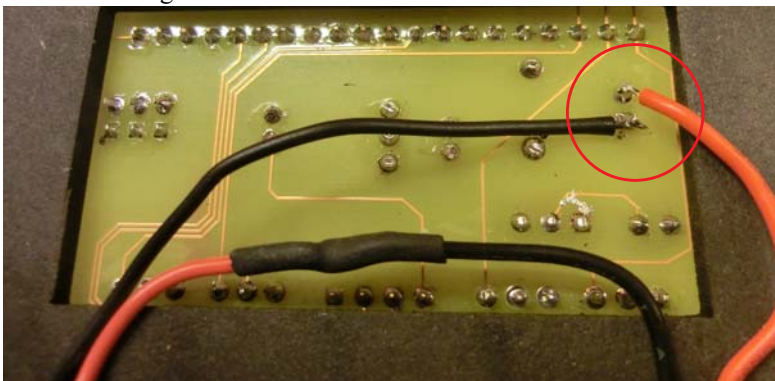


5. *Tilkobling av batteriledninger*

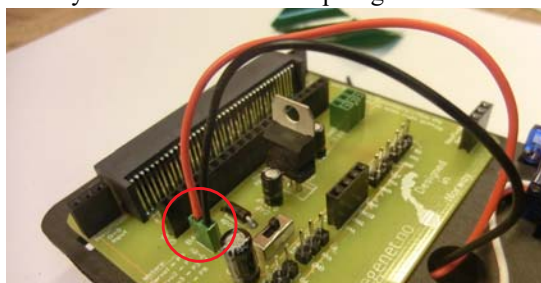
De to batterikassettene skal seriekobles slik at vi får totalt 6 V. Dette gjøres ved å lodde den røde ledningen (+) fra den ene til den sorte (-) fra den andre, som vist på bildene under. Husk å tre på krympestrømpa før lodding. Dra deretter strømpa over loddestedet og bruk loddebolten til å varme opp strømpa slik at den krymper omkring skjøten.



Den mest elegante løsningen er å lodde de to gjenværende ledningene til undersiden av batterikontakten som vist på bildet under. En må da tilpasse lengden til ledningene og sørge for at polariteten blir riktig som vist under.

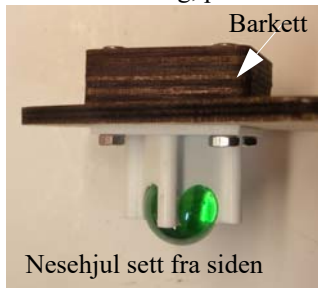


Alternativt kan bruke ledningene i full lengde, føre dem gjennom hullet i plata og stikke dem ned i JST-kontakt eller hylsekontakten som vist på figuren under.

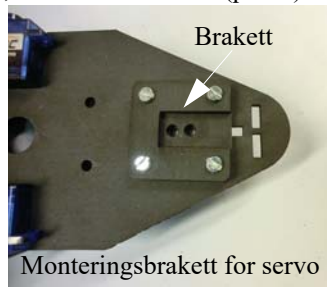


6. *Montering av nesehjul, alternativt nesestøtte*

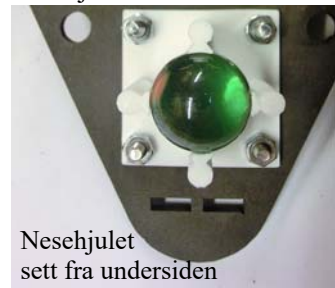
Nesehjulet monteres med fire skruer med mutter (M3, 20 mm). Sammen med nesehjulet kan man samtidig, på oversiden, montere en brakett (plater) for montasje av en 180° servo.



Nesehjul sett fra siden

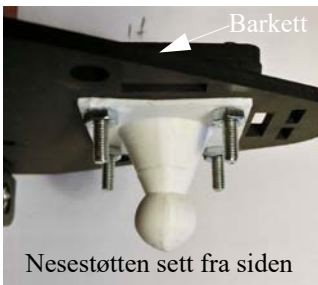


Monteringsbrakett for servo

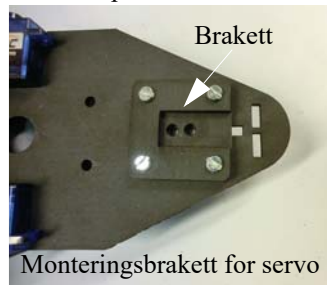


Nesehjulet sett fra undersiden

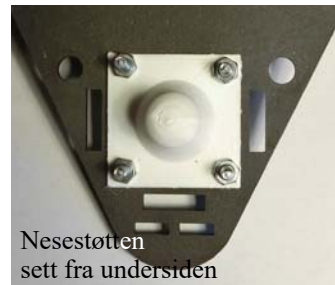
Alternativt kan vi montere nesestøtten på samme måte som vist over.



Nesestøtten sett fra siden



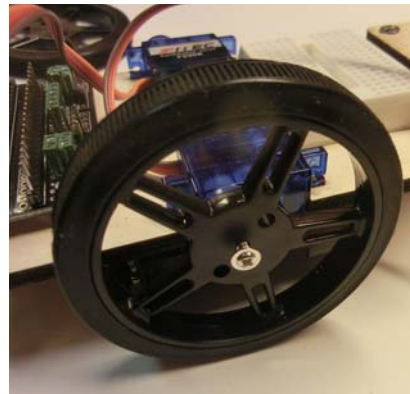
Monteringsbrakett for servo



Nesestøtten sett fra undersiden

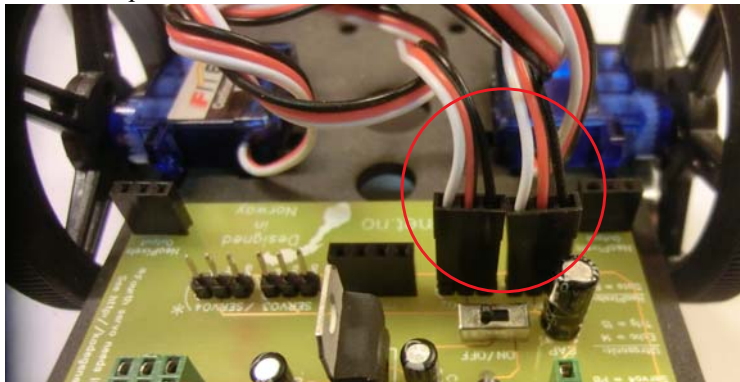
7. *Montering av hjul*

Gummidekket legges på felgen slik at forhøyningen langs felgen fyller slissen i dekkene. Hjulene skrues så fast til akslingen med en liten skrue som følger med servoene. For montering av laser-kuttede hjul, se avsnitt 16.2 på side 138



8. *Tilkobling av servoer*

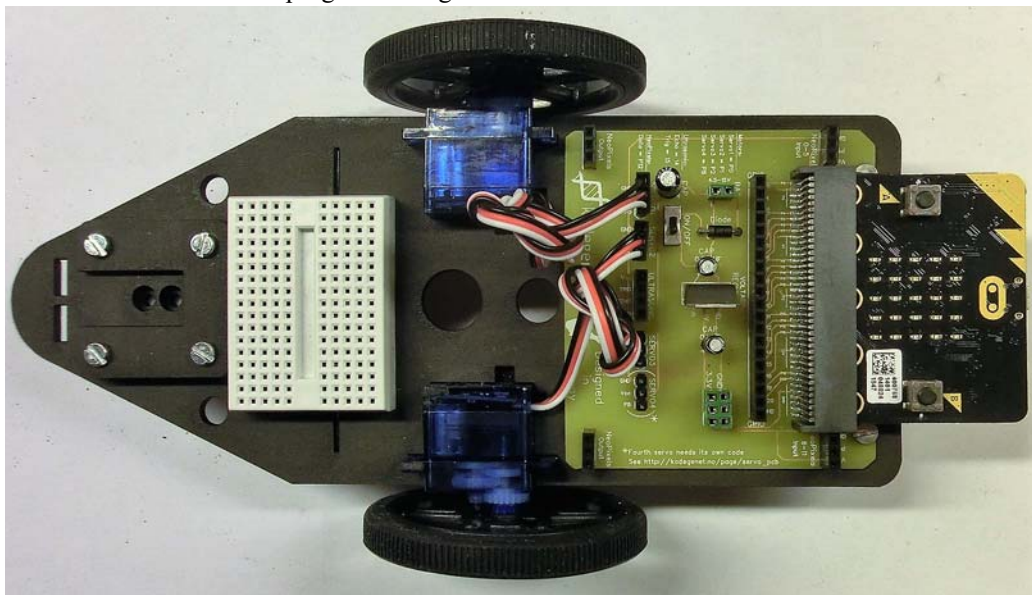
De to servoene kobles til de to stiftlistene som vist på bildet under (innringet). Pass på at hylsekontakten blir stående rett vei, med den hvite ledningen til venstre og den sorte til høyre sett bakfra som vist på bildet.



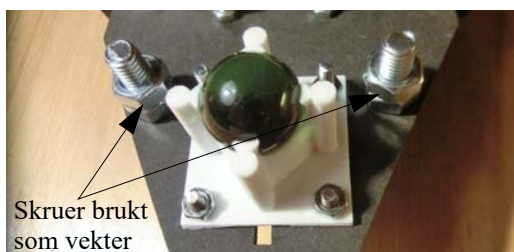
9. *Den ferdige roboten*

Merk at Micro:bit skal monteres slik at lysdiodedisplayet er vendt opp. Dersom man har behov for å utstyre roboten med ekstra elektronikk, så kan det gjøres på et koblingsbrett som monteres foran servoene som vist på bildet under. Dersom man ønsker å montere en penn, bør man kanskje vente med å montere koblingsbrettet.

Så er roboten klar for programmering.



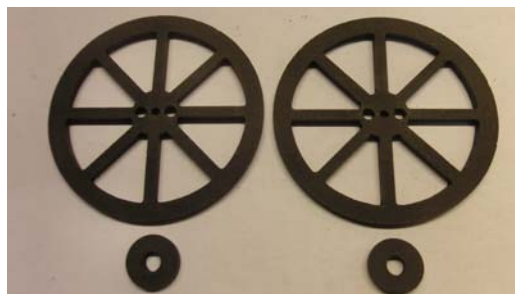
Vi har erfart at roboten kan bli litt baktung til tross for at plasseringen av servoer og batterier skal ta hensyn til dette. I tilfelle at roboten skulle bikke bakover er det laget to hull, et på hver side av servobraketten, hvor det er mulig å montere skruer med muttere som kan fungere som vekter.



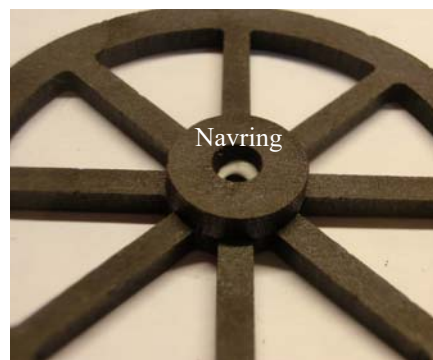
16.2 Montering av laserkuttete hjul

I chassie-fila medfølger to hjul. Disse kan alternativt brukes i stedet for standard plast og gummi-hjul som kan kjøpes.

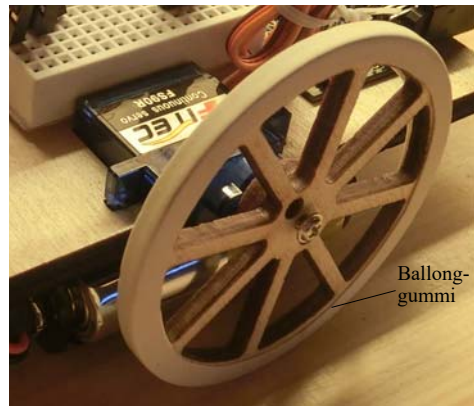
Sammen med hjulene følger to navringer som limes (ev. skrues) fast i navet til hvert av hjulene. Tanken er at navringene skal skyves inn på akslingen til servomotoren. Deretter skrues en skrue gjennom hjulet og inn i akslingen til servoen.



Bildene under viser montering av navringene på hjulene.



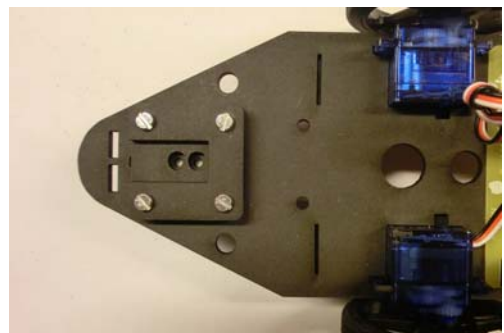
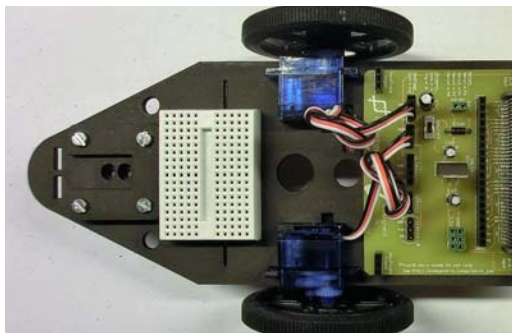
En kan legge en ballonggummi rundt felgen for å øke friksjonen.



16.3 Byggebeskrivelse – Tegneenhet

I dette avsnittet skal vi beskrive hvordan vi kan utstyre roboten med en tusjpenn slik at roboten kan tegne streker mens den kjører. Vi ønsker også å kunne fjernstyre pennen ved hjelp av knappene på Micro:bit.

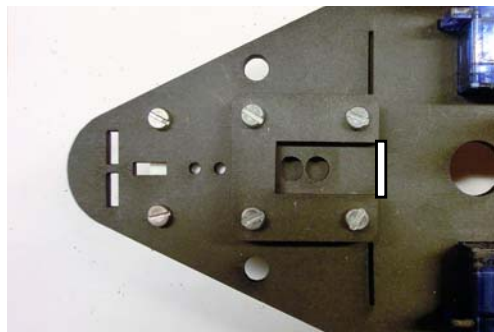
1. Fjern koblingbrettet



Dersom koblingbrettet er montert med den medfølgende dobbeltsidige tapen, kan det være vanskelig å ta av dette uten ødelegge brettet. Det som kan skje er at tapen tar med seg hele baksiden av koblingsbrettet slik at koblingsskinnene blir med ut.

2. Snu servobraketten

Chassiet har flere sett med hull som gjør det mulig å flytte og endre retning på braketten slik at 180° servoen kan snus mot hullet som er ment for pennen. En spalt i plata gir plass til flensen til servoen når den skyves inn gapet til brakken.



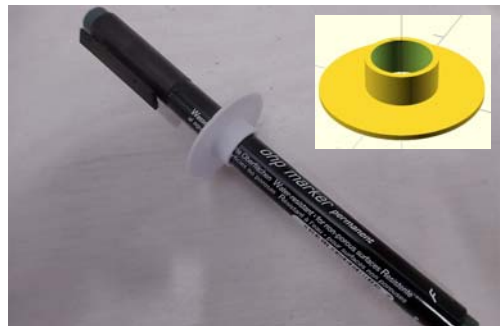
3. *Monter røret som styrer pennen*

Et 3D-printet rør med flens stikkes opp fra undersiden av chassiet og låses ved å dreie røret 90 slik at flensen smetter under batteriholderne.



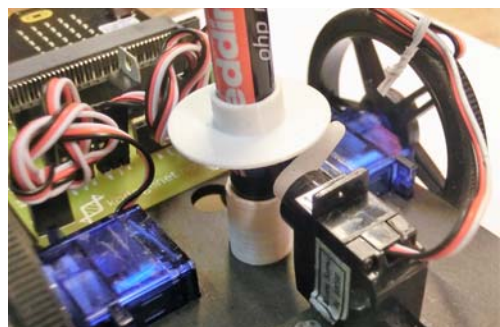
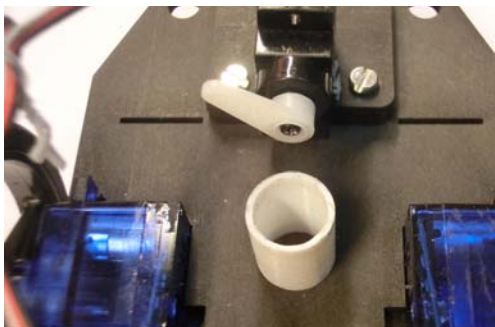
4. *Monter muffe med flens på pennen*

En 3D-printet muffe tilpasset den valgte pennen skyves inn på pennen. Denne er så trang at muffa blir sittende i den ønskede posisjonen. Muffa skal plasseres slik at når servoens arm heves, så skal pennen forlate papiret.



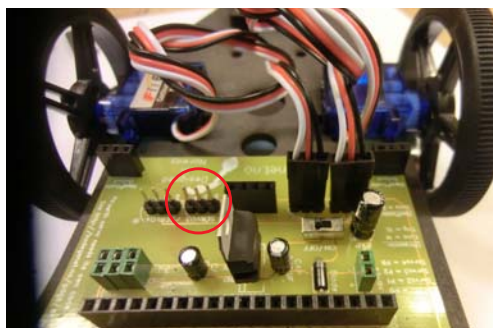
5. *Montering av servo og penn*

En 180° servo presses inn i braketten og pennen slippes ned i røret. Armen på servoen monteres slik at den er istand til å løfte pennen opp fra papiret.



Tilkobling av servo

Servoen kobles til servo 3 på kretskortet (innringet på bildet til høyre).



Del V

Treskjæring

17 Treskjæring

Treskjæring er et kunsthåndverk der man bruker forskjellige treskjæreriern (kniver) til å utforme brukskunstobjekter i tre. Treskjæring har en lang tradisjon i Norge og finnes i flere stilarter og varierende størrelse. Akantus, karveskur, dragestil, båndfletting, kolrosing og figurskjæring er de mest vanlige stilene. På kurset vil vi hovedsakelig konsentrere oss om hovedtrekkene for akantus og karveskur.

Noen stikkord for arbeidet med tre:

Før treskjæringen begynner:

- Viktig å velge emne med tette åringer og uten kvisthull
- Tegn mønsteret på emnet og overfør med blåpapir
- Studer hva som skal ligge øverst/nederst
- Fest emnet forsvarlig til benken

Under arbeidet:

- Grovskjærer hovedlinjene i motivet
- Viktig å skjære *medved*
- Velg jern etter krumning og mønster
- Hovedskjæring
- Pyntelinjer
- Finpuss



Viktig å skjære “medved”

Til slutt:

- Sjekke over jernene – vedlikehold med lær.
- Kost opp spon og rydd bort verktøyet

17.1 Valg av emne²²

Å svare på hva som er et godt treskjæremne er ikke enkelt. Man kan stort sett skjære i hva som helst, men det kommer an på verktøyet, og hva man skal skjære. De fleste tresorter en noenlunde greie å skjære i, så lenge emnet er godt, selv gran kan være nydelig hvis man skal skjære noe smått i en skikkelig tettvokst grein for eksempel. Ofte når man velger emne er det også andre ting som spiller inn. Skal man lage noe som skal være ute, eller til sjøs, eller på andre måter utsettes for mye fukt, vær og vind, må man velge en tresort som tåler det godt. Det kan være eik, teak,

22. Hentet fra “Treskjæringsverkstedet”: <http://www.treskjererverkstedet.no/2010/07/26/emner-til-treskjæring/>

mahogni, barlind eller furu. Eika og teaken er knallharde, mens furua er myk, barlinden er seig, og mahognien er sprø. Alle gjør de nytten i forhold til påkjenningene de skal tåle, men har altså hver for seg helt andre egenskaper i tillegg.

Hvis man tar for seg furua som jo er et yndet materiale til treskjæring i Norge, så kan man litt overfladisk si at det man ønsker er rettvokst virke med temmelig jevn årringsbredde. Idealet er som regel feit furu med skikkelig tette åringer, men det gjør den også hard, og det er ikke alltid man ønsker det heller. Men altså rettvokst, og helst radiært skåret. Slik at man får det man kaller «stående åringer» i emnet. Det gjør at formingen av treet blir jevn og homogen enten man skjærer dypt ned i emnet eller skjærer i overflaten. Flask derimot er vanskeligere å skjære i, nettopp fordi den blir det motsatte, ujevn og lite homogen i strukturen. I tillegg får man en uheldig estetisk følge av å skjære i flask, fordi årringene vil danne mønstre i treet som ikke følger det mønsteret du skjærer ut, og det du lager kan rett og slett bli utydelig og vanskelig å se på grunn av dette. Den andre klare fordelene med stående åringer er at emnet blir optimalt stabilt. Det muliggjør også sammensetting av flere små lameller, uten at det synes nevneverdig, så fremt man er nøye med å plassere yta og marginen hensiktsmessig. Etersom vi holder mye kurs, har vi ofte bestillinger på treskjæreremner, både med ferdig utsaget ornamentikk, og rene «fjølør» som er tatt ut riktig av stokken og limt sammen til gode emner. Folk bestiller også emner til klokkekasser, kister, og andre møbler og da får de alle delene ferdig lagd, enten i flatpakke eller også sammensatt klart til å skjæres på.

Til småting med mye detaljer er det ofte en fordel å ha en hard tresort med tett ved. Til knivskaft, små skrin ol. kan lønn, bøk, buksbom, og kristtorn være fint.

Ellers er bjørk og svartor flotte treskjærematerialer. Den store fordelene med dem er at de har veldig lite tegninger i veden. Dvs. årringene synes ikke noe særlig. Bjørka er en typisk allround tresort. Hard nok til å lage møbler av men ikke så hard at du sliter deg ihjel med å forme den. Dens antiseptiske og smak/luktfrihet gjør den ideell til matrelaterte produkter.

Alle tresorter har helt egne egenskaper som gjør dem bra eller dårlig til forskjellige formål. Har ikke tenkt å ramse opp alt mulig, men det er bare å spørre hvis man lurer på noe. Feks. Om forskjellige tresorter, tørking, hvordan ta emnet ut av stokken, oppbevaring osv.

Treskjæring er et samlebegrep for flere teknikker og stilarter. Noen er enkle å arbeide med, andre krever mer handlag og erfaring. Her presenterer vi noen av de mest vanlige teknikkene.

17.2 Dekorteknikker

Kolrosing (kolskurd, krilling)²³

Kolrosing er en dekorteknikk med kniv der man risser mønsteret ned i treet uten å fjerne tre fra overflata. Treet må være tett og hardt, og uten markerte årringer. Til kolrosing trenger du en god, kort og litt kraftig kniv og et stykke fint sandpapir. Tegn først med blyant. Deretter skjærer du loddrett ned i treet. Når du er ferdig, gnir du inn ornamentet med ei blanding av olje og pulver av mørk bark (for eksempel furubark som du sliper med sandpapir). Når du tørker bort overflødig olje, står ornamentet tilbake, rent og klart!



Akantus

Akantus er navnet på en treskjæringsstil preget av et bestemt motiv: Akantusranken. Akantus er ei plante som vokser vilt ved Middelhavet. Akantusrankene ble først brukt som motiv av greske steinhoggere og vasemalere. Romerne videreutviklet motivet til et ornament, som så dukket opp igjen under renessansen. Men det var under barokken at vi fikk den frodige akantusranken slik vi kjenner den i dag.

Akantusranken kom til Norge på slutten av 1600-tallet, da det ble skåret prekestoler og altertavler til nye kirker. 1750 -1850 ble en gullalder for norsk treskjærerkunst. Utskårne skap, stoler, redskaper m.m. var et symbol på status. Akantusstilen slo gjennom på Østlandet, og særlig i Gudbrandsdalen. Akantusen er blant de mest brukte motiv i norsk treskjæring den dag i dag.



Karveskurd

er en enkel men dekorativ måte å skjære i treet på. Geometriske mønstre snittes inn i trets overflate. En liten kniv med kort blad er det eneste du trenger. Man kan også farge treet før man skjærer, slik at ornamentene framheves i trekvitt mot den fargete overflaten. Karveskurd kommer best til sin rett på mindre gjenstander. Samisk folkekunst bruker mye karveskurd.



23. Teksten er hentet fra: <http://www.skoleskogen.no/utskrift.cfm?id=354>

Figurskjæring

vil si å lage tredimensjonale treskulpturer. Figurskjæring er en tradisjon som har røtter langt tilbake i tida, jfr. dragehoder fra vikingtida. Mye var knyttet til symboler og religion. I dag er figurskjæring en typisk hobbyvirksomhet. Mange synes det er morsomt å prøve å skape tredimensjonale figurer. Det appellerer til vår fantasi og lekenhet. Det mest spennende med figurskjæring er at gjenstanden skal se bra ut uansett hvilken vinkel man ser den fra.



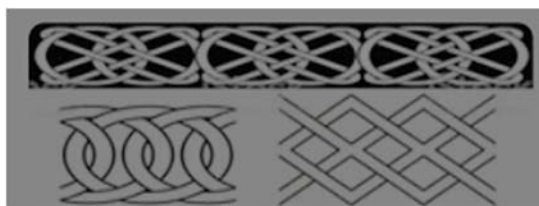
Dragestil

Bildene til høyre viser eksempler på treskjæring i dragestil.



Flettebåndstil

Bildene til høyre viser et eksempel på et mønster for treskjæring i flettebåndstil.



Vedlegg A Komponentliste

A.1 Komponent og innkjøpsliste

Komponentene kan kjøpes fra mange forskjellige forhandlere. Liste under gir en mulig løsning:

2 stk. Hjul for FS90R 60 x 8 mm	Kitronik (pris 2.30 £ pr. par)
1 stk. Servo:bot-kretskort for Micro:bit (må monteres)	Kodegenet (pris kr. 75,- pr. stk)
1 stk. Stiftlist header	Kultogbillig.no (pris ca. 1 kr.)
1 stk. Hylselist socket	Kultogbillig.no (pris ca. 1 kr.)
2. stk. 360° servo FS90R	Kitronik (pris 7.70 £ pr. par)
1. stk. Mini prototyp bread board	Kitronik (pris 1.89 £ pr. stk.)
2. stk. PP3 batteri klips	Kitronik (pris 0.52 £ pr. par)
2. stk. 2xAA Batteriholder	Kitronik (pris 0,66 £ pr. par)
6 stk. Sporskruer M3x20/16	Clas Ohlson 11-1124-320
6 stk. muttere M3	Clas Ohlson 11-503-3
4 stk. AA batterier	Biltema (pris 14,00 kr. pr. bil)
1 stk. Glidelås poser for pakking	Biltema (pris 26.90 kr. 10 stk)
1 stk. Klinkekule	BR-Leker
1 stk. chassie 3 - 6 mm MDF/bjørkefiner	ViT i Trondheim
1 stk. Nesehjulholder - PLA	ViT i Trondheim

Alternativer:

1 stk. Kretskort m/kantkontakt for Micro:bit (må monteres)	Kitronik (pris 2.10 £ pr. stk)
1 stk. Kretskort m/kantkontakt for Micro:bit (montert)	Kitronik (pris 4.16 £ pr. stk)
	https://www.kitronik.co.uk/5601b-edge-connector-breakout-board-for-bbc-microbit-pre-built.html
1 stk. Servo:bot kretskort for Micro:bit (ferdig loddet)	Kodegenet (pris kr. 139,- pr. stk)

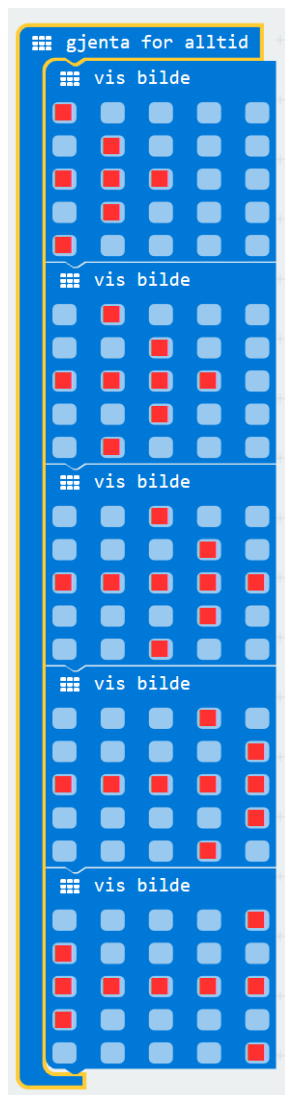
Leverandører:

Kodegenet (Norsk)	https://kodegenet.no/shop/category/microbit
Kult og Billig (Norsk)	http://kultogbillig.no/Elektronikk
Kitronik (Engelsk)	https://www.kitronik.co.uk/microbit.html
Polulu Robotics and Electronics (Amerikansk)	https://www.pololu.com/

Vedlegg B Løsningsforslag øvingsoppgaver

B.1 Løsningsforslag øving 1 – Lag en animasjon

Hensikten med øvingen er å erfare hvor lav terskelen for å få til et enkelt program.



B.2 Løsningsforslag øving 2 – Bruk av variabler

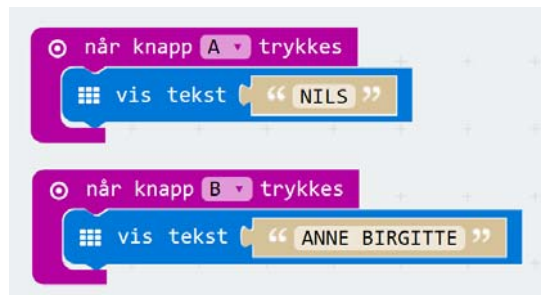
Hensikten med øvingen er å bli kjent med bruken av variable



B.3 Løsningsforslag øving 3 – Bruk av akselerometer

B.3.1 Løsningsforslag til øving 3A

Hensikten med øvingen er å vise hvor enkelt det er å bruke knappene som inngangsparametere for aksjoner.

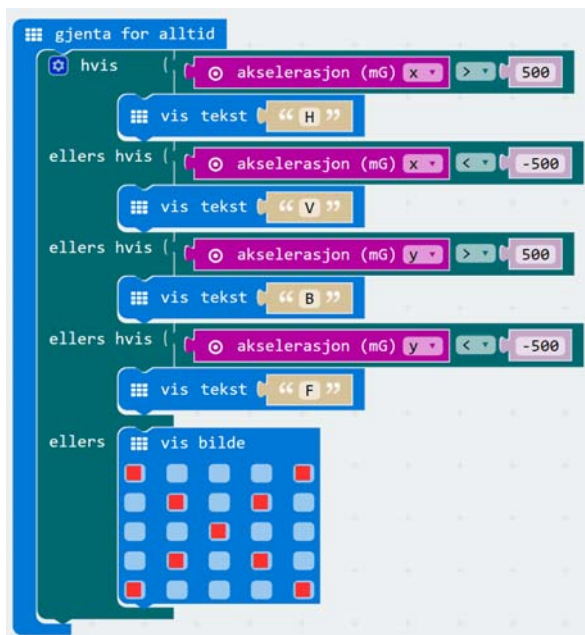


B.3.2 Løsningsforslag til øving 3B

Her finnes det sannsynligvis flere løsninger, men bruk av akselerometeret er en.

B.3.3 Løsningsforslag til øving 3C

Hensikten med øvingen er å lære å bruke if-setning, operatorene > og <, og å hente in data fra akselerometeret. Dette krever også at en forstår hvordan akselerometeret operer.



B.4 Øving 4 Overføring av informasjon via radio

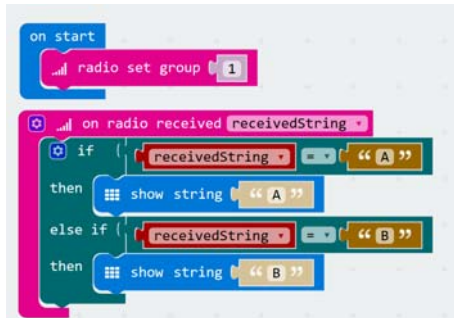
B.4.1 Løsningsforslag øving 4 – Overføring av en aksjon

Hensikten med øvingen er å vise hvordan informasjon kan overføres via en trådløs radioforbindelse.

Senderdel



Mottakerdel



B.5 Løsningsforslag skritteller

Hensikten med denne øvelsen er å kunne forstå hvordan akselerometeret fungerer og kan brukes til å bestemme helningsvinkelen til Micro:biten, videre å lære å bruke tellevariabler.

Det er ikke vedlagt noe løsningsforslag for skritteller.

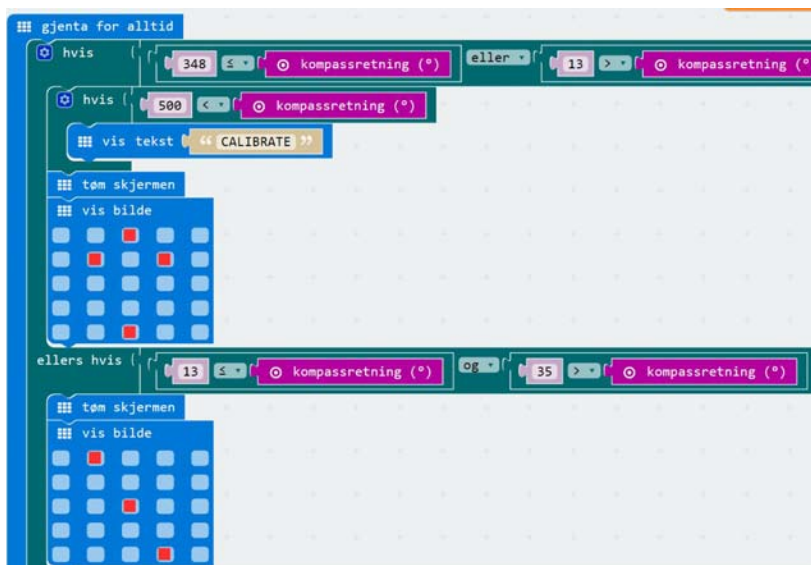
B.6 Løsningsforslag lysteremin

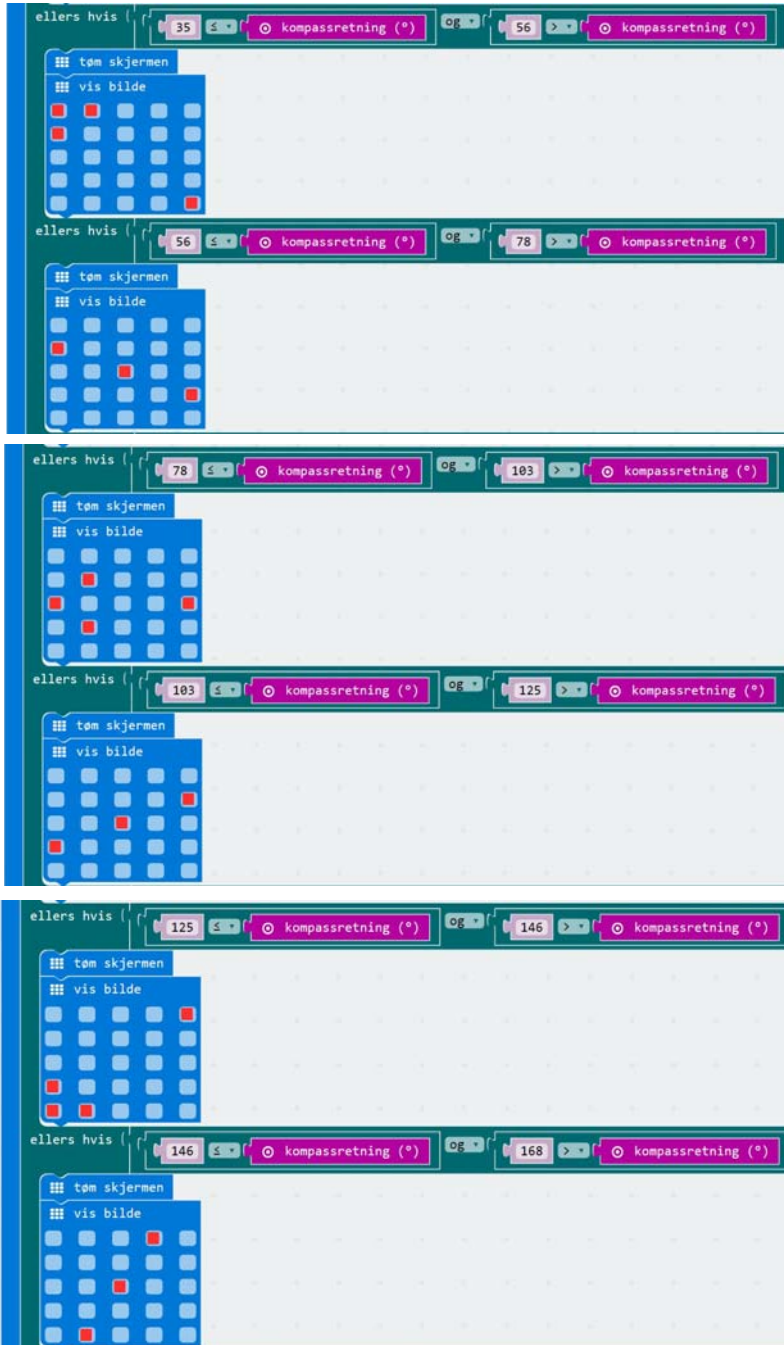
Hensikten med øvelsen er å lære hvordan man kan lese av lysstyrken og konvertere denne verdien til en tone.

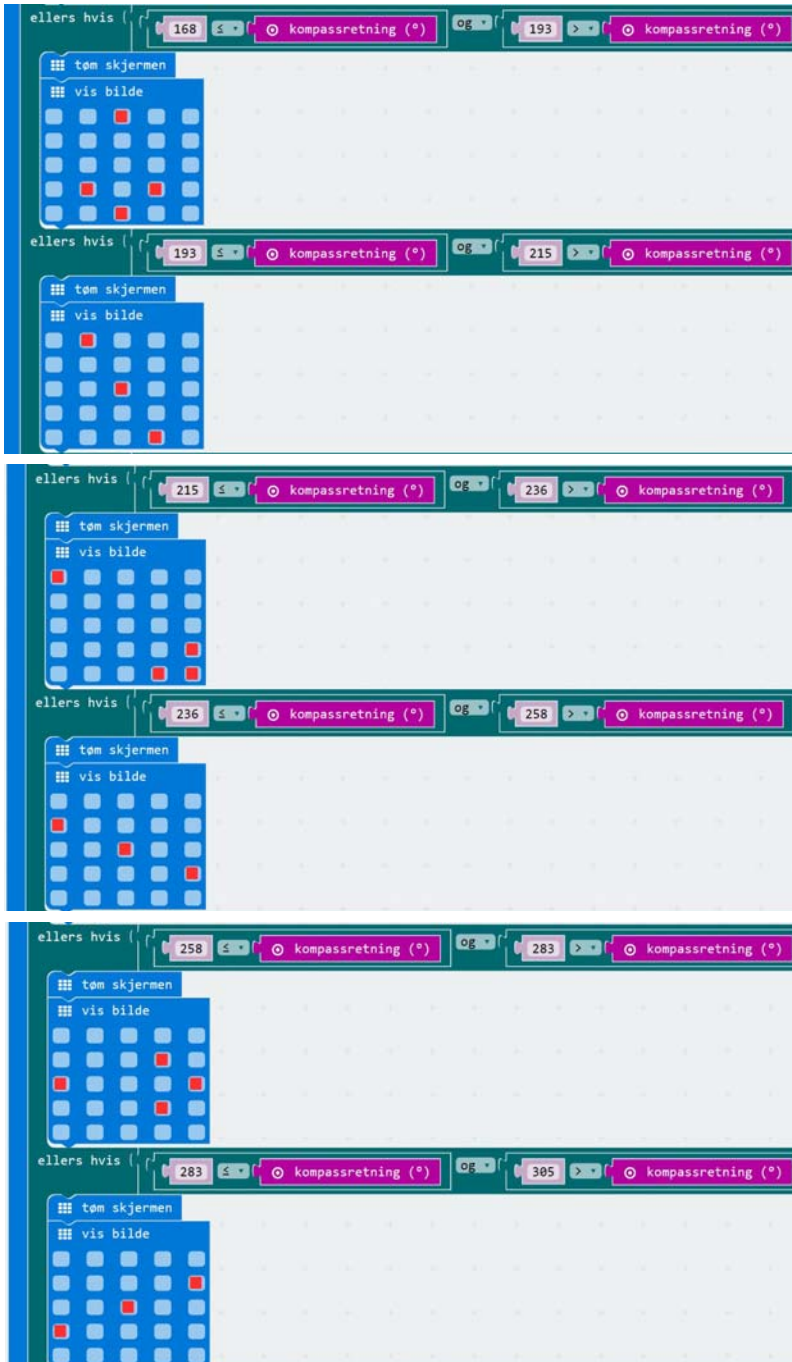


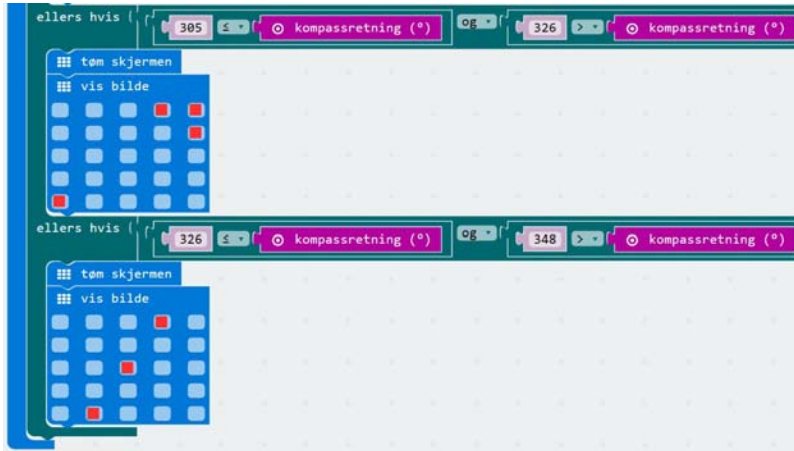
B.7 Løsningsforslag til oppgave 7 – Lag kompass som peker mot nord

Hensikten er å lære å benytte magnetometeret som kompass, og å få erfaring med hvor pålitelig kompassfunksjonen er.









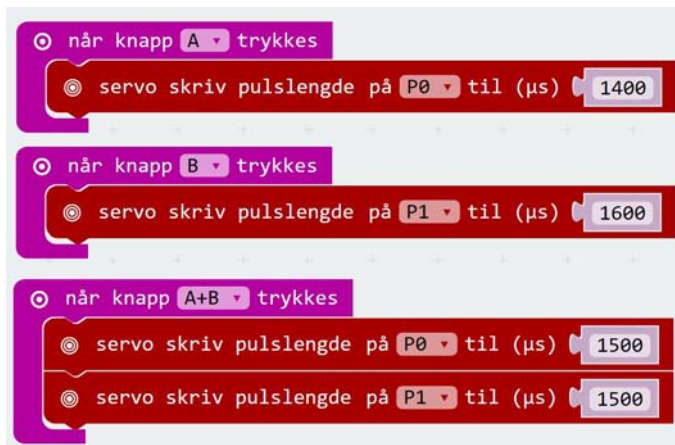
B.8 Løsningsforslag til oppgave 8 – Når Micro:bit ”forstår” hva som blir sagt

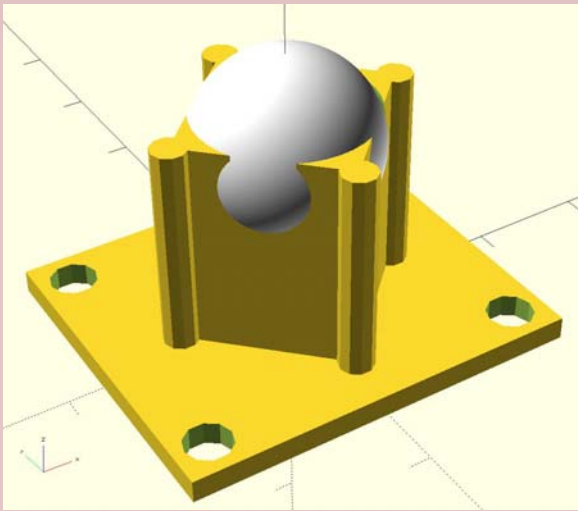
Hensikten med denne oppgaven er å tenke kreativt for å kunne løse oppgaven. Det finnes sannsynligvis flere løsninger på oppgaven. Foreløpig er det derfor ikke foreslått noen løsning.

B.9 Styring av 360° servo

B.9.1 Løsningsforslag oppgave 9 A

Hensikten med oppgaven er dels å få erfaring med styring av 360° servoer ved hjelp av knapp A og B.





Heftet er laget som et kurshefte for Skaperlærerkurset som tilbys lærere i Trondheim kommune. Kurset går over fire dager fordelt over en måned. Hensikten er å kvalifisere lærere i grunnskolen til å operere utstyr i Vitensenterets makerspace, Trigger, slik at de selv kan ta med seg og veilede egne elevene. Dessuten har lærerne ansvar for å spre kunnskap om bruken av verkstedet blant kollegaer ved egen skole og på den måte kunne være kontaktpersoner og brobyggere mellom senteret og sine skoler.

Det gjennomgående temaet for kurset er bygging og programmering av en liten robot styrt av mikrokontrollerkortet Micro:bit. Dette inkluderer lodding, skjæring med laserkutter, 3D-printing og blokkprogrammering. I tillegg vil det bli gitt opplæring i grunnleggende treskjæring.

Nils Kr. Rossing

Dosent i naturfagdidaktikk ved Skolelab., NTNU

E-post: nils.rossing@ntnu.no

og prosjektleder ved Vitensenteret

E-post: nkr@vitensenteret.com

Anne Birgitte Belboe

Lærerutdannet og har arbeidet mange år i skolen. Er nå dels ansatt i skolen og som lærer i Vitensenterets makerspace Trigger.

E-post:

anne-birgitte.belboe@ou.trondheim.kommune.no



Vitensenteret