

2. Semesterprojekt

2. semester - forår 2022

Forsiden skal indgå som den første side i det afleverede oplæg.

HUSK at anføre gruppens eksamensgruppenr. (står på oversigten over vejlederfordelingen) på alle sider i dokumentet samt at sidenummere alle siderne i dokumentet.

Eksamensgruppenr.: S2224791209
Projekttitle: " Teknologiforståelse i Folkeskolen" " Understanding of Technology In Elementary School"
Gruppens medlemmer: Benjamin Andersen, 74193, benamina@ruc.dk Victor Lavigné Bathó, 74350, lavigne@ruc.dk Nikolaj Isager Kruuse, 74203, nik@ruc.dk Maya Ofelia Munch, 74201 mayam@ruc.dk
Vejleder: Henning Christiansen - henning@ruc.dk
Hold: Humanistisk Teknologisk Bachelor, Hold B, 2. Semester
Afleveringsdato: 01-06-2022

Deadline for aflevering af projekt i Digital Eksamen samt i Thirdroom er

onsdag, den 01. juni 2022 kl. 10

Gruppenr: S2224791209

01-06-2022

2. Semesterprojekt

Projekt om læringsprodukt til
folkeskole

Benjamin Andersen, Maya Ofelia Munch,
Nikolaj Isager Kruuse og Victor Lavigné Bathò

Roskilde Universitetet
Institut for mennesker og teknologi

Abstract:

In this paper the problem of lacking programming knowledge in elementary schools in Denmark, will be shown. Furthermore, an analysis of Dutch, American and Danish Computer Science education has been created in order to conclude whether Denmark educates differently in the field of CS. It was concluded due to major differences within the respective school systems, that a difference does exist regarding educational methods and classes. Additionally, the impact and development of relevant programming languages, with the purpose of educating students in elementary school, will be explained with the purpose regarding evolvement over a larger span of time. It was concluded that programming languages have changed over the years since one of the first educational programming languages, LOGO, was created, but key elements being programming of visually digitalized mediums and physical objects remaining focal points for education of elementary school students. Though programming physical objects seems to peak a higher interest among the students.

A “teaching product” and with it, a programming language, has been developed, focusing on the education of technological understanding in the early elementary school grades. The product can be 3D-printed locally at the school, so only the electronic components must be ordered. The printing of the product can also be used in the education of the students. Furthermore, an analysis of the group’s product will be compared with an analysis of a product within LEGO MINDSTORMS. A discussion on whether the designed solutions could be a competitor to LEGO MINDSTORMS has also been written, which afterwards concludes the designed solutions to be a competitor for roughly 1/5th of the price of the LEGO MINDSTORMS product. LEGO MINDSTORMS had a price of 2799 kr. versus the designed solution having a price of 524 kr.

Indhold

Abstract:	2
Indhold.....	3
Indledning:	6
Problemfelt:	7
Erhverv:.....	8
Digital Udvikling og Udfordringer:.....	9
Fremtidige Løsninger:.....	10
Afgrænsning:.....	11
Problemformulering:	12
Arbejdsspørgsmål:	12
Semesterbinding:	12
Metode:	13
TRIN-modellen:.....	13
Teori:.....	15
Didaktiske teorier:	15
Piagets Konstruktivisme:.....	15
Paperts Konstruktionisme:.....	16
Empiri:.....	17
Teknologiforståelse:	17
LEGO MINDSTORMS:	21
FIRST LEGO League:	23
Interview:.....	24
Potentielle svar, fra et potentielt interview:.....	25
Programmeringsafsnit:	25
IDE:.....	25
Funktioner:.....	26
Indlæring Gennem Programmering:	29
LOGO:.....	29
Scratch:	31
Swift (programmering af IOS apps):	32
Teknisk afsnit:	34
3D-printer:.....	34

Slicing:.....	35
Design:	36
Toppe:.....	36
Komponenter:	36
Motorer:.....	36
Programmable Logic Controller / Robottens "hjerne":	37
Batterier:	37
Open Source:	37
Prissætning:.....	37
Konstruktion og undervisning:	39
Chassis:.....	39
Hjul:.....	39
Toppe:	39
Opgaveforslag:	40
Matematik:.....	40
Natur og Teknik:	41
Analyse	43
Sammenligning af teknologiundervisning I lande:	43
Introduktion til sammenligning:.....	43
Teknologiundervisning i forskellige lande:.....	43
Sammenligning:.....	45
Vores produkt versus LEGO MINDSTORMS:	46
Trin 3 – Teknologiers utilsigtede effekter – Gruppens produkt:	46
Trin 3 – Teknologiers utilsigtede effekter – LEGO MINDSTORMS:	47
Trin 4 – Teknologiske systemer - gruppens produkt:	48
Trin 4 – Teknologiske systemer – LEGO MINDSTORMS:.....	49
Trin 5 – Modeller af en teknologi (skal have en model af vores eget produkt kontra LEGO MINDSTORMS) - vores produkt:.....	50
Trin 5 – Modeller af en teknologi – LEGO MINDSTORMS:	53
Delkonklusioner på analysen af produkterne:	56
Diskussion:	57
Konklusion:.....	62
Refleksion:	64

Gruppenr: **S2224791209**

Kildeliste:	67
Figurliste:	69

Indledning:

Der vil i dette projekt blive undersøgt mulighederne for indførelse af teknologiforståelse i folkeskolen som fag, samt mulige teknologiske artefakter, der kan medvirke til øget indlæring i indskoling angående programmering og teknologiforståelse. På baggrund af dette vil der i rapporten belyses, hvorfor teknologiforståelse og undervisning i programmering i indskoling, kan have stor betydning for fremtidige generationer. Der vil yderligere blive redegjort for didaktiske teorier i forbindelse med undervisning af folkeskoleelever, hvortil disse vil inddrages i forhold til andre undervisningsforløb vedrørende programmering, og brug af teknologiske artefakter. I forlængelse af dette vil der blive redegjort for relevante programmeringssprog, der bruges i forbindelse med undervisning af folkeskoleelever, samt belyse hvordan programmeringssprog har ændret sig over en længere tidsperiode. Ydermere vil der forsøges at belyse teknologiundervisningens forløben i Holland og USA i kontrast til Danmark, opfulgt af en sammenligning.

Gruppen har udviklet et "læringsprodukt" i form af en robot, og dertilhørende programmeringssprog med henblik på indskoling-elevernes kompetencer, der senere i rapporten vil blive uddybet. Der vil i rapporten også ligge et fokus på læringsproduktets pris. Derudover vil der i forbindelse med gruppens læringsprodukt, undersøges et muligt konkurrerende alternativ i form af et LEGO MINDSTORMS produkt, der også består af et samlesæt af robotter, samt programmeringssprog. Disse vil blive analyseret og sammenlignet ved brug af TRIN-modellen fra dimensionen Teknologiske systemer og Artefakter.

Yderligere vil der i rapporten blive diskuteret ligheder og forskelle mellem de undervisningsrelevante programmeringssprog til folkeskoleelever, ligheder og forskelle mellem gruppens læringsprodukt kontra LEGO MINDSTORMS-sættet, undervisnings-, erhvervs- og samfundsrelaterede påvirkninger både negative og positive, samt ligheder og forskelle på tværs af de inddragede lande. Der vil efterfølgende præsenteres konklusioner på disse i forbindelse med gruppens problemformulering og arbejdsspørgsmål.

Til sidst vil der præsenteres et reflekterende afsnit angående rapportens indhold, fravalg i arbejdsprocessen, samt disses betydning for rapporten.

Problemfelt:

Vi lever i en tid, hvor digitalisering og teknologi udgør en væsentlig rolle i samfundet. Teknologier såsom smartphones, tablets, computere, internettet m.m. bruges dagligt og ofte i flere timer af gangen. Disse bruges ikke blot af voksne, men også af børn og unge, sågar bruges nogle af disse allerede i 0. klasse (Grunert, 2012). Der har også foregået en stigning blandt ejere i Danmark, af diverse teknologier siden 2019 ifølge Danmarks Statistik. (Danmarks statistik, 2022). Dertil viser Danmarks Statistik, at 93 procent af danske familier ejer en smartphone, og 90 procent ejer en bærbar. (Danmarks statistik, 2022). Derved må der kunne konkluderes at være opstået en norm i samfundet, angående erhvervelse og brug af sådanne teknologier. Brugen af disse teknologier kræver dog en vis viden for at undgå problemer, der kan opstå i forbindelse med disse teknologier. Dette kan være sikring imod ulovlig brug af teknologierne, fejlagtig deling af persondata, forebyggelse mod hackere, afværge tidsspilde ved brug af teknologierne osv.

Danmarks Statistik skriver i deres rapport, *it-anvendelse i befolkningen 2020*: ”Der er 54 pct., der i nogen grad mener at have tilstrækkelig viden om it-sikkerhed og 17 pct. i høj grad. Det er især borgere over 64 år, der ikke mener de har tilstrækkelig viden om it-sikkerhed. Halvdelen af befolkningen genbruger deres kodeord til sociale medier på andre hjemmesider og apps, mens hver ottende bruger samme login på sociale medier og NemID.” (Tassy et al., 2020). Derfor er det en forudsætning for teknologiforståelse, at man kan forebygge beklagelige scenarier ved eksempelvis hacking af kodeord, cpr-numre eller andet følsomt persondata.

Det kan ses at 54 procent af befolkningen mener, at de har tilstrækkelig viden om it-sikkerhed, samtidig er det halvdelen af befolkningen, der genbruger deres kodeord til sociale medier andre steder, sågar også på NemID. Det må siges at være en modsigende adfærd. Dette er også et problem i forbindelse med IT-sikkerhed og beskyttelse af egen persondata. I en nyhedsartikel fra TV2 står der: “Personlige data og telefonnumre tilhørende 533 millioner Facebook-brugere er blevet lækket på et onlineforum. ... De tilgængelige data er blandt andet telefonnumre, fulde navne, fødselsdatoer og i nogle tilfælde e-mailadresser.” (Ritzau, 2021). Grundet situationer som disse er det fordelagtigt at komme dem i forkøbet, derfor siger den danske regering: “Det starter med vores børn og unge. Ligesom de lærer at læse og regne, skal de også tidligt i livet

opbygge digitale kompetencer og forståelse for digital teknologi. Samtidig skal de lære at forholde sig kritisk og konstruktivt til de digitale teknologier, der fylder stadig mere i vores samfund. Det er derfor regeringens ambition, at teknologi som led i en mere praktisk skole bliver en del af folkeskolens undervisning, så vores børn og unge bliver rustet til fremtiden”

(Finansministeriet, 2022, p.57). Det er derfor evident at der er et eksisterende fokus på området, vedrørende teknologi og brugen af teknologi. Yderligere vil en større indsigt indenfor teknologi og programmering, medføre flere fremtidige kvalificerede voksne, der kan deltage i debatten angående digitale kompetencer, teknologiforståelse og effekter i forbindelse med udvikling af ny teknologi.

Erhverv:

Dansk Erhverv siger følgende på deres hjemmeside: *"Grundlæggende forståelse for digital teknologi er en basal kompetence, der har stadig stigende betydning for den enkeltes muligheder for at begå sig i samfundet. Derfor skal teknologiforståelse indføres som obligatorisk fag i skolen."*(Dansk Erhverv politik og analyser, n.d.). Der er dermed også fokus på teknologiforståelsen i erhvervsmæssig sammenhæng, hvilket er endnu en faktor vedrørende behovet for stigende teknologiforståelse i samfundet. Erhvervsministeriet skriver blandt andet i deres rapport *Redegørelse om Danmarks Digitale Vækst 2021*: *"Danmark er over tid faldet relativt til øvrige sammenlignelige lande, når det kommer til befolkningens digitale kompetencer, særligt de avancerede digitale kompetencer."*(Kollerup, 2021, p. 6) Dette viser yderligere et problem for de kommende generationer, hvis de digitale kompetencer fortsat falder, og må derfor vurderes relevant i forhold til at forekomme dette selvsamme. Ydermere informere Dansk Erhverv også at: *"Danmark er et af de mest digitale samfund. Vi og vores børn benytter digitale medier og tjenester hver eneste dag – i skolen, på arbejdet og i privatlivet. Aldrig har digital teknologi åbnet så mange muligheder, og samtidig går diskussionerne om fake news, forførende algoritmer, deling af persondata og nye kompetencer."* (Dansk Erhverv politik og analyser, n.d.) Dertil viser figur 2.1 fra Erhvervsministeriet, *Digitaliseringsgrad blandt europæiske lande på fem hovedindikatorer, 2020*, at Danmark ligger nummer to på dette søjlediagram, da skriver Erhvervsministeriet i deres rapport: *"Danmark ligger særligt højt, når det kommer til internetadgang, digitale offentlige tjenester og integration af digital teknologi i erhvervslivet. Dette har også fremgået af målinger fra FN, hvor Danmark to gange i træk har ligget nummer 1*

ift. offentlig digitalisering.” (Kollerup, 2021, p.7). Der kan dermed ses et betydeligt behov for teknologiforståelse indenfor det danske arbejdsmarked og samfund, idet de kommende generationer gradvist skal overtage arbejdsmarkedet, vurderes dermed fordelagtig problemløsnings værdi.

Digital Udvikling og Udfordringer:

Erhvervsministeriet informerer yderligere: *“De nordeuropæiske lande, som Danmark ofte sammenlignes med, er dog en smule foran Danmark i forhold til digital parathed i befolkningen.”* (Kollerup, 2021, p.10). Der kan dermed ses plads til forbedring angående digital parathed, hvilket i forbindelse med den hastige teknologiudvikling der foregår i samfundet, danner værdigrundlag for problemløsnings værdi. I Erhvervsministeriets rapport på, *Figur 3.5 IT-sikkerhed i OECD-landes virksomheder, 2019*(Kollerup, 2021, p.16), kan det ses at Danmark ligger i top fem EU i forhold til IT-sikkerhed, men fortæller dog: *“Til trods for den gode placering i en international sammenhæng er det imidlertid værd at bide mærke i, at kun knap halvdelen af de danske virksomheder foretager jævnlige vurderinger af risikoen for og konsekvenserne ved brud på IT-sikkerheden.”* (Kollerup, 2021, p.15). Teknologiudviklingen ses parallelt i forhold til udfordringerne, denne medfører. Den fortsatte teknologiudvikling har medført et øget behov for IT-sikkerhed, hvilket blandt andet indeholder programmering, dog er der en markant procentdel af virksomheder ikke foretager nødvendige og jævnlige sikkerhedstjek, samt opfølgende informering af konsekvenserne ved sikkerhedsbrud.

Ydermere belyser Erhvervsministeriet at danskernes digitale kompetencer kan forbedres på, *Figur 4.3: Befolkningens digitale kompetencer, 2020*(Kollerup, 2021, p.26), og fortæller: *“Når det gælder befolkningens digitale kompetencer rangerer Danmark over EU-gennemsnittet, men ligger med en syvende plads lavere end sammenlignelige lande, målt på den overordnede indikator for digitale kompetencer i DESI-undersøgelsen. Den overordnede indikator dækker over mål for henholdsvis basale digitale kompetencer og avancerede digitale kompetencer. Når det kommer til befolkningens basale digitale kompetencer, indtager Danmark en femteplads efter Nederlandene, Finland, Storbritannien og Sverige. Når det kommer til de avancerede digitale kompetencer, ligger Danmark på en sjetteplads.”*(Kollerup, 2021, p.25). Behovet for

forbedringen af danskernes digitale kompetencer udspringer af den fortsat hastige teknologiudvikling, hvilket skaber en udfordring med problemløsnings værdi.

Derudover fortæller Erhvervsministeriet også: *“Investeringer i IT er afgørende for at holde trit med udviklingen og sikre, at den nyeste teknologi kan udnyttes. I 2017, som er seneste år med data for IT-investeringer, udgjorde danske virksomheders investeringer i IT godt 3 pct. af bruttoværditilvæksten i Danmark. Det placerer Danmark på en sjetteplads, når der sammenlignes med de øvrige OECD-lande, jf. figur 4.6. Det indikerer, at der er gode rammevilkår for investeringer i IT i Danmark”* (Kollerup, 2021, p.29). Investeringen i IT blandt danske virksomheder medfører stigning af nye teknologier på det danske arbejdsmarked, hvilket vil medføre et behov for teknologikyndige ansatte, og dermed antyder et behov for forbedring af teknologiforståelse og digitale kompetencer blandt danskerne.

Fremtidige Løsninger:

Menneskeheden står i øjeblikket overfor en klimakrise, hvor både de ældre generationer, nuværende generationer, men også de kommende generationer spiller en stor rolle vedrørende udfaldet af klimakrisen. Regeringen fortæller i *Danmarks digitaliseringsstrategi – Sammen om den digitale udvikling*: *“For at lykkes med den grønne omstilling skal vi bringe alle redskaber i spil. Og her rummer data, ny teknologi og digitalisering nye muligheder, som vi skal gribe. Digitale løsninger har blandt andet store potentialer for at mindske udledningen af drivhusgasser, effektivisere materialeforbrug og minimere affald, beskytte vores drikkevand, skabe en sammenhængende grøn forsyningssektor, der udnytter ressourcer og infrastruktur bedre samt beskytte land og by mod ekstremt vejr.”*(Finansministeriet, 2022, p. 39). Det kan ses at ny teknologi og digitaliseringen af samfundet, kan betyde fordelagtige ændringer på klimakrisen. Teknologien er kommet for at blive, og danskerne må følge med. Indføring af ny teknologi og en fortsat digitalisering af samfundet, kan dog også påvirke klimaet negativt, Regeringen siger: *“Derudover skal vi mindske digitaliseringens påvirkning af klima og miljø. Trods digitaliseringens grønne gevinster, kan øget digitalisering nemlig også føre til stigende forbrug af energi og ressourcer fx i serverrum og datacentre. Her vil nye klimaeffektive teknologier kunne anvendes til at reducere digitaliseringens aftryk.”* (Finansministeriet, 2022, p.40). De nye klimaeffektive teknologier der omtales, må antages at være avancerede, da

teknologierne skal foretage ændringer i et komplekst system. Løsninger på klimakriser afhænger af mange faktorer, såsom aktører, systemer og diskurser.

Dertil fortæller Regeringen ydermere: *“Samtidig er der behov for en hurtig indfasning af nye teknologier, tidssvarende digital infrastruktur og transparens om bæredygtighed for at understøtte grøn adfærd og bæredygtigt forbrug hos borgere, virksomheder og investorer.”*

(Finansministeriet, 2022, p.40). Dette understøtter yderligere behovet for øget teknologiforståelse blandt danske borgere. Det ser derfor ikke ud til at teknologiudviklingen, eller indførelse af ny teknologi i samfundet, vil aftage på et fremtidigt plan. Jo hurtigere de kommende generationer forberedes på denne udvikling i samfundet, desto større chance for optimerede teknologiske løsninger vedrørende klimakrisen, øget dygtiggørelse af ansatte på arbejdsmarkedet i forbindelse med teknologi, samt belyste borgere angående brug af teknologi, betydningen og konsekvenserne af denne.

Derfor har gruppen besluttet at sætte et fokus på tidligere introduktion til teknologi og programmering i folkeskolen, hvor fokus ligger på indskoling. Dermed vil der forsøges at belyse allerede eksisterende tiltag på dette område, samt alternative tiltag gruppen er kommet frem til i rapporten.

Afgrænsning:

Gruppen har i dette projekt afgrænset sig fra produktionsomkostninger vedrørende fremstilling af LEGO-produkter i forbindelse med LEGO MINDSTORMS, samt afgrænset sig fra produktionsomkostninger vedrørende gruppens eget produkts komponenter. Yderligere har gruppen afgrænset sig fra undervisnings- og indlæringsmetoder blandt specialskoler, i forhold til elever med handicap. Hertil afgrænser gruppen sig også fra klassetrin, der ikke er inkluderet i indskoling. Gruppen afgrænser sig også fra eventuelle konsekvenser, der måtte opstå i forbindelse med masseproduktion af gruppens produkt, i forhold til klimaet. Ydermere afgrænser gruppen sig fra konkrete arbejdspladser kommende generationer måtte indtage, baseret på tidligere introduktion af teknologiforståelse og programmering i folkeskolen.

Problemformulering:

Ud fra det forestående afsnit, er der kommet frem til denne problemformulering.

Hvordan kan der skabes et "læringsprodukt", der via en robot, kan give elever i indskolingen et større indblik i programmering og opbygning af teknologiske systemer og artefakter?

Ud fra denne problemformulering og den viden der er indsamlet, er disse fire arbejdsspørgsmål blevet udvalgt, da disse findes at kunne give en dybere forståelse og vil hjælpe med at danne en fyldestgørende besvarelse.

Arbejdsspørgsmål:

1. Hvordan kan der laves en robot og et programmeringssprog der kan sætte større fokus på programmering i indskolingen?
2. Hvor dyr vil en sådan løsning være og hvor dyr er de alternative produkter på markedet?
3. Hvordan sættes der fokus på, og arbejdes med, at fremme teknologiforståelse i andre landes skoler?
4. Vil der ligge en højere motivation eller deltagelse fra eleverne hvis fokuset er programmering af et fysisk produkt, kontra et digitalt produkt?

Semesterbinding:

Dette projekt bliver forankret i dimensionerne Teknologiske systemer og Artefakter (TSA), samt Subjektivitet, Teknologi og Samfund (STS). I denne rapport er der i forbindelse med dimensionen, TSA, blevet lagt fokus på hvordan et teknologisk artefakt, såsom en robot, kan være behjælpelig i forhold til indlæring hos børn i indskolingen. Robotten bliver programmeret ved brug af teknologiske systemer, såsom en computer, hvorved det teknologiske artefakt vil indgå i dette teknologiske system. Robotten og programmeringssproget er blevet udviklet af gruppen.

Dertil er der gjort brug af TRIN-modellen, der blev introduceret på 1. semester. I forbindelse med TRIN-modellen, er enkelte trin blevet udvalgt med henblik på relevans vedrørende analyse af eget udviklet produkt og programmeringssprog. Derudover er disse udvalgte trin anvendt til

analyse af et konkurrerende produkt, LEGO MINDSTORMS og dets programmeringsegenskaber.

Ydermere er der i forbindelse med TSA-dimensionen udviklet modeller af inddragede artefakter og teknologiske systemer, hvorved disse vil have til formål at højne forståelsen angående disses funktionalitet.

I forhold til STS-dimensionen er der i denne rapport lagt fokus på, hvilken betydning teknologier, såsom computere og robotter, har hos børn og unge i nutidens samfund. Derved er der sat fokus på samspillet mellem teknologier, mennesker og samfund, hvilke effekter der opstår i forbindelse med dette. Derudover er der i rapporten inddraget didaktisk teori, såsom konstruktionisme udviklet af Seymour Papert, herved er der blevet fokuseret på indlæringsmetoder og effekterne af disse.

Metode:

TRIN-modellen:

Gruppen har valgt at inddrage TRIN-modellen som der blev undervist i, i teknologiske systemer og artefakter 1 på første semester af HUM-TEK. Dette er valgt, fordi gruppen mener, at denne model beskriver en god metode, til at analysere lige netop det, som denne rapport handler om. TRIN-modellen omhandler 6 forskellige trin, hvor gruppen i forhold til rapportens emne, har udvalgt: Trin 3 som er teknologier og deres utilsigtede effekter, trin 4 som omhandler teknologiske systemer og trin 5 som er modeller af teknologier. Årsagen til at vi har valgt ikke at benytte os af alle trinene, er at det på første semester blev frarådet at bruge alle trinene i TRIN-modellen. Derimod blev det foreslået at TRIN-modellen kunne bruges som en rette snor til at hjælpe analysen og at den burde blive understøttet af andre analysemetoder. Herunder vil gruppen belyse mere i dybden, hvorfor de enkelte trin er udvalgt og hvordan gruppen vil bruge de udvalgte TRIN i rapporten. Trin 3, Teknologiers utilsigtede effekter. Dette TRIN handler om hvilke effekter en teknologi har, som ligger udenfor den pågældende teknologis formål eller tanken bag. Dette deles op i tre typer utilsigtede effekter, risici, design fejl og knyttet til indre

mekanismer. Risici omhandler, det man også kunne nævne som uheld. Design fejl det er, som det står skrevet, en fejl der sker på baggrund af et dårligt design. Indre mekanismer er utilsigtede effekter, knyttet til hvad der kommer af produktets brug, som ikke er formålet. Det som vi vil bruge dette TRIN til, er at analysere på, hvad vores produkt kan have af utilsigtede konsekvenser og hvilke typer af konsekvenser dette kan være.(Jelsøe, 2021a)Trin 4, Teknologiske systemer. Dette trin omhandler, sammenhængende systemer af teknologiske artefakter og programmer. Det som vi vil bruge dette trin til, er at kigge på systemet, som vores produkt skaber og det system som det er en del af. (Jelsøe, 2021b). Trin 5, Modeller af teknologier. Visuelle præsentationer kan bruges til at danne et overblik over et fænomen eller genstand, i et forsøg på at efterligne eller undersøge det pågældende emne. Det som vi vil bruge dette trin til, er at hjælpe med at give et visuelt overblik over vores produkt, både for vores egen skyld, men også for læserens skyld. Det at kunne danne en visuel forståelse for det som læses, hjælper med forståelse og giver også mindre plads til misforståelse i designet.(Christensen, 2021)

Trin modellen	
En teknologisk indre mekanismer og processer	De centrale af de mekanismer og processer i en teknologi, som bidrager til at opfylde teknologiens funktion(er).
Teknologiers artefakter	Artefakter er menneskabte genstande og adskiller sig som sådan fra genstande frembragt gennem processer i naturen. Et teknologisk artefakt er et artefakt, som har en teknologisk funktion. Teknologi er omformning af natur (stof og energi) under anvendelse af naturlige og sociale ressourcer samt information, viden og praktisk erfaring med henblik på at opfylde menneskelige behov.
Teknologiers utilsigtede effekter	De utilsigtede effekter er teknologiens funktion(er) eller formål, og de utilsigtede effekter er andre effekter, som vurderes at være negative. Tre typer utilsigtede effekter: risici, design fejl, knyttet til indre mekanismer
Teknologiske systemer	Sammenhængende systemer af teknologiske artefakter, som samlet besidder en bestemt funktionalitet, der muliggør omformning af natur med henblik på opfyldelse af menneskelige behov.
Modeller af en teknologier	En model er en abstrakt, visuel eller fysisk repræsentation af et fænomen eller en genstand, hvor særlige udvalgte egenskaber ved fænomenet eller genstanden søges gengivet og/eller undersøgt.
Drivkræfter og barrierer for udbredelse af teknologier	Innovation er implementering af nye eller væsentligt forbedrede produkter, produktionsprocesser eller organisationsformer. Ofte skelnes der mellem invention, som betyder opfindelse, og innovation eller diffusion, som handler om spredning af opfindelsen.

Figur 1: Oversigt over Trinmodellen, taget fra STSI, v2021 (Jelsøe et al., n.d.)

Teori:

Didaktiske teorier:

Der er mange former for didaktiske teorier. Vi har i gruppen valgt at gå ud fra Jean Piagets konstruktivisme og Seymore Paperts konstruktivisme som bygger oven på Piagets konstruktivisme. Årsagen til at vi har valgt at afgrænse til disse to er sket gennem dialog med gruppens vejleder der har anbefalet at kigge på lige netop disse to. Derudover fandtes de relevante i forhold til projektets natur og emne, da disse omhandler at arbejde med læring gennem elevers aktive deltagelse og kombinationen mellem fysiske og digitale læringsformer. (Konstruktivisme – En Teoretisk (Og Praktisk) Tilgang Til Læring – Blivklog, n.d.)

Piagets Konstruktivisme:

Denne læringsteori har den filosofi, at viden ikke overdrages uændret fra lærer til elev. Det der menes med dette er, at når noget bliver lært videre, vil der foregå en proces, hvor den viden som læreren underviser i, bliver genskabt hos eleven. Dette sker ikke uden, at der også bliver fortolket på den viden, som læreren har og den viden som eleven genskaber. Pointen i denne teori er, at eleven selv skal tage en aktiv rolle i undervisningen, for at denne undervisning giver et læringsudbytte. Det er ikke nok bare at lytte, der skal som minimum skrives noter og stilles spørgsmål. Derudover bør lærerens undervisning afbrydes, så at eleverne kan arbejde med selvstændig undervisning. Dette kan gøres gennem øvelsesark, diskussions øvelser eller eksperimenter. (Konstruktivisme – En Teoretisk (Og Praktisk) Tilgang Til Læring – Blivklog, n.d.)

“Piaget’s constructivism offers a window into what children are interested in, and able to achieve, at different stages of their development. The theory describes how children’s ways of doing and thinking evolve over time, and under which circumstance children are more likely to let go of—or hold onto—their currently held views. Piaget suggests that children have very good reasons not to abandon their worldviews just because someone else, be it an expert, tells them they’re wrong”(Ackermann, 2001)

Paperts Konstruktionisme:

Seymore Papert bygger i sin konstruktionisme, videre på Piagets ideer bag konstruktivisme. Hovedprincipper. Forskellen bliver trukket ved Paperts ideer, hvor han mener, at elever lærer bedst gennem motiveret dialog og at arbejde med andre elever. Derudover ligges der også et stort fokus på, at den viden som eleverne skal danne, kan opnås gennem mange veje og ikke nødvendigvis gennem den normale undervisning. Derudover er Papert stor fortaler for at bringe IT og medier ind, som en sekundær videns kilde. (*Konstruktivisme – En Teoretisk (Og Praktisk) Tilgang Til Læring – Blivklog*, n.d.)

“Papert’s constructionism, in contrast, focuses more on the art of learning, or ‘learning to learn’, and on the significance of making things in learning. Papert is interested in how learners engage in a conversation with [their own or other people’s] artifacts, and how these conversations boost self-directed learning, and ultimately facilitate the construction of new knowledge. He stresses the importance of tools, media, and context in human development.”
(Ackermann, 2001)

Empiri:

Teknologiforståelse:

Børne og undervisningsministeriet har i oktober 2021 udgivet en rapport, der omhandler en slutevaluering af et forsøgsprojekt der fandt sted fra 2018-2021. Forsøget handlede om teknologiforståelse i folkeskolen. Det foregik på 46 skoler, der alle havde takket ja til at deltage i forsøget. Forsøget blev delt op i to delforsøg, hvor de forskellige skoler skulle stille op med et klassetrin og finde ud af om de ville integrere teknologiforståelse i allerede eksisterende fag eller om de ville have det på skemaet som et selvstændigt fag. De to delforsøg blev derfor evalueret på teknologiforståelse som selvstændigt fag og også som integreret fag. Det var nogenlunde ligeligt fordelt, hvad de forskellige skoler havde valgt. Grunden til at det også blev fordelt på de forskellige årgange, var for at se hvor teknologiforståelse kan bidrage mest.

Rapporten beskriver de udfordringer der har været, men også alle de positive resultater.

Over forsøgets gang, blev verden ramt af Covid-19. Dette påvirkede forsøget, ved at der ikke var fysisk undervisning ca. halvdelen af forsøget. Grundet den store mængde af online undervisning, kunne udbyttet ikke give et endeligt resultat. Derudover bliver der beskrevet i rapporten:

"Datagrundlaget i denne evaluering tillader dog ikke, at der kan drages konklusioner om effekten af selve forsøget på elevernes faglige udvikling" (Børne og undervisningsministeriet, 2021, s. 4) Herefter følger en dybere forklaring. De resultater der påstår, at de dele af teknologiforsøget der har haft en positiv effekt på læringen, bliver påvirket af andre faktorer.

Børn bliver ældre og forstår mere og de får i større omfang adgang til digitale teknologier.

Derfor kan evalueringen *"ikke konkluderes, om eleverne er blevet dygtigere til teknologiforståelse som følge af forsøgsprogrammet"* (Børne og undervisningsministeriet, 2021, s. 4) Der kom dog en masse positiv feedback fra ledelser, pædagogisk personale og elever.

Rapporten beskriver, hvordan de udtrykker hvor vigtigt og relevant det er, at have teknologi undervisning på skemaet i dag, da teknologi fylder så meget. Det bliver især udtrykt hvor motiverende det er, når det bliver kreativt og når eleverne arbejder hands-on med opgaverne.

"Flere peger dog på, at analog programmering eller programmering af fysiske artefakter bidrager til at øge forståelsen for de mere abstrakte dimensioner af computationel tankegang."

(Børne og undervisningsministeriet, 2021, p. 23)

Teksten belyser at teknologiforståelse skal være en del af skoleskemaet, fordi det vil give eleverne en tidlig introduktion til teknologiforståelse, da det er det der former dagens samfund. (Børne og undervisningsministeriet, 2021, p. 9)

Inden forsøget gik i gang, blev der udarbejdet nogle didaktiske prototyper, som underviserne kunne benytte sig af, i det omfang de fandt det mest hensigtsmæssigt for deres elever. Disse prototyper kunne hjælpe med at vejlede, så de lærere der ikke havde meget bekendtskab med teknologiforståelse også kunne have en guideline. Det pædagogiske personale har været med til at "*forberede, gennemføre og evaluere undervisningen i teknologiforståelse*" (Børne og undervisningsministeriet, 2021, p. 3) "*Teknologiforståelse som en almen dannende, kreativ og skabende faglighed i folkeskolen, der består af fire kompetenceområder: 1) digital myndiggørelse, 2) digital design og digitale designprocesser, 3) computationel tankegang og 4) teknologisk handleevne.*" (Børne og undervisningsministeriet, 2021, p. 3).

Der blev også udarbejdet en forløbsmodel, der indeholdt de fire kompetenceområder, der skulle udfoldes over tre faser. De tre faser er 1) Introfasen, 2) Udfordrings- og konstruktionsfasen og 3) Outrofasen. Disse tre faser kan benyttes efter hvad der er hensigtsmæssigt og i en anden forløbsmodel kunne der vælges kun at bruge fase 2 som eksempel, hvis dette ville kunne give mest udbytte. Til dette forsøg er der blevet brugt alle tre faser til forløbsmodellen og "*alle fire kompetenceområder ville der principielt kunne arbejdes med i alle faser.*" (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, p. 6)

Udover dette blev der også udtænkt nogle didaktiske designprincipper heraf syv didaktiske balancer. Det er op til lærerne at forholde sig til hvordan og hvorledes de vil benytte sig af dem. Det er konkrete anvisninger, der er så tydeligt forklaret som muligt, men samtidig er det valgmuligheder.

De syv balancer som står beskrevet i (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021) hedder følgende:

"1) Virkelighedsnære problemstillinger ⇔ Simulerede praksis- og læringsmiljøer

2) Elevcentrerede kreative design- og læreprocesser ⇔ Det rammesatte lærerstyrede undervisningsmiljø

3) Faglige fællesskaber ⇔ Differentiering mellem elev og elevgrupper

4) Progression i det enkelte forløb ⇔ Progression i årsplaner og på tværs af fag og trin

5) Feedback loops ⇔ Faglige loops

6) Fabrikation af digitale artefakter ⇔ Teknologiforståelse og digital myndiggørelse

7) Komplekst problem og idegenerering ⇔ Introspektion og ny faglig forståelse"

(Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, p. 12-14)

Hvis det pædagogiske personale følger eller tager inspiration fra disse balancer, opnår eleven i større eller mindre grad, en forståelse inden for det digitaliserede samfund de færdes i til daglig.

De tre faser der er blevet benyttet, har en sammenhæng, der skaber en balance i dette forløb, men der ikke nogen skrevne regler på, hvor lang tid der skal bruges på den enkelte fase.

I introfasen, arbejder eleverne med etablering af et komplekst problem. Her har eleverne skulle tage en *"fælles beslutning om, hvad problemet kan være, dels en afklaring af, hvordan eleverne evt. vil undersøge det samt beslutning om designmodel og metode."* (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, p. 6) Problemet skal være relevant for fagligheden men stadig have elevernes interesse.

Udfordrings- og konstruktionsfasen er fase hvor eleverne arbejder selvstændigt med at producere diverse opgaver knyttet til forløbet og hvor der er fokus på designprocesser. Derudover er det også især i denne fase hvor der bliver kigget på faglige loops og feedback-loops.

Den sidste fase, outrofasen, fokuserer på hvad der er blevet lært siden starten. Der bliver lavet fremlæggelser og reflekteret over indlæringen. Dette sker blandt andet gennem stilladsering af lærerne.

Der bliver også beskrevet noget de kalder loop pakkerne. I disse bliver der skelnet mellem faglige og feedback-loops. *"Pakkerne består af:*

- *Faglige loop-pakker, som er lærerens faglige og processuelle input til de tre faser i elevernes arbejde med forløbet*

- *Feedback-loops, som er knyttet til tætte og gentagende evaluerende loops og stilladsering af elevers læring*”(Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, p. 4)

Figur 3: Eksempler på indhold i faglige loops og feedback-loops

FAGLIGE LOOPS	FEEDBACK-LOOPS REFLEKSIONER OVER EGNE KOMPETENCER IFT.:
Formidling af nye kundskaber	Designprocesser
Skabelon til undersøgelse/feedback mv.	At give/modtage feedback
Oplæg fra ressourcepersoner, fx virksomhedsejere, brugere, interesseorganisationer.	Rammesætning af ny prototype og evt. designprincipper.
Teknologibegreber og -historier	Refleksion over proces samt valg og vurderinger foretaget i processen.
Videofilm og andre typer af læremidler	Refleksion over slutprodukt med afsæt i fx logbog/maker journal.

Figur 2: Skema over faglige loops, (Børne og Undervisningsministeriet, 2021, p. 10)

(Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, p. 10)

Faglige loops vil ofte være en ny måde for eleverne at arbejde på da det blandt andet er åbne læringsmiljøer. De tilegner sig her nye kundskaber der de kan bruge til designprocesser og problemløsning. *"Derfor er der brug for faglige loops, der kan følge op på designprocessen, give en tydelig struktur for feedback samt fokusere på evaluerings-, produkt- og proceskriterier.*"(Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, p. 10)

Feedbackloops handler om eleverne skal lære at modtage og give feedback, men også anvende den feedback de får senere i deres arbejde. Eleverne kan trygt lære at fejle også bruge dette til at omskabe og få nye ideer.(Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, p. 11)

LEGO MINDSTORMS:

LEGO har udviklet LEGO MINDSTORMS til at lære, og inspirere børn i alle aldre. Det handler om at tænke kreativt, opdage og udvikle programmering på flere niveauer. Inde på LEGO's egen hjemmeside er der flere ting at finde, herunder mindstorms universet. Mindstorms findes i to sæt, hvor begge sæt er en 5 i en 1 løsning. Brugeren kan bygge en af robotterne, skille den ad og derefter bygge en af de andre robotter. Derudover kan det hele kodes, så det bliver mere underholdende. På LEGOs LEGO mindstorms hjemmeside er der en kort forklaring om, hvorfor børn skal lære at programmere, det lyder: *"Fordi programmering åbner en verden af uendelige muligheder."*(LEGO Programmering for børn., 2022)

Som man dykker længere ind i LEGO mindstorms verdenen, er der mange flere eksempler at finde på, hvorfor børn skal have en relation til programmering. LEGO beskriver i et mere detaljerigt omfang, hvad der sker når børn lærer at programmere gennem leg. Et af eksemplerne er, at hvis man lærer diverse programmeringssprog, vil det give bedre færdigheder til at lære et nyt sprog, da det blandt andet vil blive lettere at lære de grammatiske regler. Et andet eksempel lyder man tilegner sig *"evner til planlægning og problemløsning"*(LEGO Programmering for børn., 2022) gennem programmering.

LEGO Mindstorms er tilbage fra 1998 hvor de første robotter blev lavet, og i dag er *"bygge- og programmeringsrobotsæt blevet et af de bedst sælgende produkter i hele LEGO koncernens historie"* (LEGO Om Mindstorms, 2022)

LEGO mindstorms har kort sagt 3 steps, 1) Byg 2) Kod 3) Leg. Først bygger du en af de mange robotter der er muligheder for at bygge. Derefter begynder du at kode den så den kan nogle seje ting. Det kan enten være ved hjælp af den kodning der er lavet, eller du kan starte helt forfra og lave din egen kode. Til sidst begynder legen og der findes uendelige muligheder for hvordan den kan fortsætte.

LEGO mindstorms består lige nu af to sæt, der hver især følger byggevejledninger med til at kunne bygge 5 robotter af. Derudover findes der flere byggevejledninger til flere robotter som fans har designet på LEGO's hjemmeside, man kan tage inspiration fra.

Når du køber et sæt, kan du downloade den dertilhørende app for at få den bedst mulige oplevelse ud af det. Inde i appen findes der et hjælpecenter, som bliver opdateret løbende.

Det er i appen, de digitale byggevejledninger er at finde. De er delt op så man bygger en del ad gangen, og det er "step by step", som de fysiske vejledninger, der normalt følger med et LEGO-sæt. Det er gjort så nemt at følge som muligt. Det er også i appen programmeringsdelen ligger. Her kodes robotterne og deres forskellige funktioner. I appen til sættet Robot Inventor har LEGO inkluderet to niveauer af programmeringssprog, da programmering kan være svært at forstå. Det ene programmeringssprog bruger scratch, som er træk og slip programmering, dette er nemmere for børn i en yngre alder at forstå og relaterer sig til. Det andet programmeringssprog er baseret på Python. Python er en af de mest populære tekstbaserede programmeringssprog, der stadig er nemt at finde ud af, hvis man er lettere øvet. Appen er bygget op således, at programmeringen kan gøres mere og mere avanceret, så efterhånden som der tilegnes flere færdigheder, kan sværhedsgraden hæves og gøres mere udfordrende. Der kan kodes en serie af ting som robotten kan sættes til at udføre, udover det, kan man i appen skabe en personlig digital fjernbetjenings oplevelse, hvis det ikke er nok, kan der tilsluttes allerede eksisterende Bluetooth spillekonsoller fra en anden producent. Denne app er tilgængelig til både smartphone, tablet og computer. Robot Inventor sættet består af 5 robotter der hver har deres eget navn og hver deres egenskaber. Charlie, Tricky, BL.AST, M.V.P, Gelo. De har hver deres eksisterende koder, så man kan starte et sted, eller man kan starte fra nul og programmere dem fra bunden af selv. Der findes også en anden app hvor man kan dele sine kreationer. LEGO reklamerer med at det er en sikker app for børn, og indeholder blandt andet forældresamtykke, og en figur der hedder kaptajn sikker, som fortæller om hvordan man gør.

(LEGO Mindstorms, 2022)

FIRST LEGO League:

LEGO har siden 2000 arbejdet sammen med “organisationen FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology) fra New Hampshire i USA” (CoC Playful Minds, n.d.) om en konkurrence der omhandler naturvidenskab og teknologi. Konkurrencerne afholdes for flere klassetrin flere lande over. “Målet med turneringen er blandt andet at inspirere børn og unge i alderen 10-16 år til at blive morgendagens ingeniører, forskere og problemløser.”

(CoC Playful Minds, n.d.)

Formålet er at vække børn og unges opfindsomhed og interesse inden for teknologi og videnskab. Det skal også give dem chance for at finde på unikke løsninger og nye måder at lege på, samt lære at samarbejde.

Hvert år er det samfundsaktuelle udfordringer grupperne får stillet og de skal gå sammen i grupper og løse den stillede opgave. Opgaven er tredelt og da der er et overordnet tema, er der mange måder at løse de forskellige opgaver på. Der er en forskningsopgave, en teknologiopgave og en profileringsopgave/markedsføringsopgave.

De skal 1) definere et problem de skal finde fakta om og komme med en mulig løsning. 2) bygge og programmere en robot der skal senere skal køre på en bane. 3) forberede en form for en præsentation så andre kan se og høre om deres projekt. (CoC Playful Minds, n.d.)

Det hele handler om at de skal finde på innovative løsninger og programmere og designe den bedste robot. Efter at skolerne har brugt 8 uger på at tænke, designe og programmere bliver der arrangeret en stor dyst mod flere forskellige lokale skoler. Grupperne har gennem hele forløbet været knyttet til en lærer eller vejleder der kan hjælpe og inspirere.

Grunden til at FIRST LEGO League blev etableret er så børn og unge får et forhold til teknologi og programmering. Det giver klassen et godt sammenhold men styrker også eleverne individuelt. De samfundsaktuelle udfordringer giver et bedre kendskab til udfordringer internationalt og globalt, hvilket kan være mere motiverende end hvis det var en mindre aktuel udfordring.

(Hjernekræft.org, n.d.)

Interview:

Gruppen planlagde at inddrage et interview, for at besvare om en folkeskolelærer ville se vores produkt, som værende et relevant produkt at implementere. Det var i starten af forløbet ikke besluttet, om vores interviewperson skulle have kendskab til teknologi og i så fald hvor meget. Som en del af processen til at lave interviewet, skrev gruppen til diverse skoler, om skolen kunne stille en lærer til rådighed, så der kunne udarbejdes et interview. Da der ikke blev svaret tilbage fra nogle af skolerne, blev gruppen medlem af flere Facebook grupper, hvor der er flere tusinde medlemmer. Gruppen blev kontaktet af en lærer fra en nærliggende skole, der gerne ville høre mere om projektet. Der blev korresponderet med denne lærer, for at planlægge et interview. I en af beskederne skrev denne person, om gruppen ikke kunne have brug for en mindre erfaren lærer indenfor dette emne til at fuldføre interviewet. Gruppen diskuterede dette og svarede tilbage, at det ville være ideelt med en underviser, der har tidligere erfaring relaterende til opgavens problemstilling. Gruppens tanker gik på, at en mindre kompetent underviser ville have svært ved at vurdere om sværhedsgraden af vores produkt, ville være passende til elever i indskoling, som denne rapports produkt primært henvender sig til. Herefter fik vi ikke noget svar tilbage fra personen.

Som nævnt ovenfor ville vi bruge interviewet til, at få svar på om en folkeskolelærer ville implementere produktet i skolesystemet. Svarene ville have givet et indblik i personens holdning omkring at børn i de helt små klasser lærer noget om programmering. Gruppen mener at det at implementere dette, ville give børn i en tidlig alder kendskab til programmering. Grundet at vores hverdag er ved at blive så digitaliseret som den er, vil der blive brug for flere fagfolk indenfor IT og teknologi. Hvis børn allerede i de små klasser havde viden om dette, kan det senere hen give en større interesse for IT og teknologi uddannelser. Det gruppen havde håbet denne person ville have sagt var, at dette produkt ville være ideelt at præsentere da det både kan være sjovt og lærerigt. Vores mål er at børn skal lære gennem sjov og skal de have et indblik i programmering, men ikke nødvendigvis forstå det hele.

Potentielle svar, fra et potentielt interview:

Et spørgsmål til interviewet skulle bl.a. have drejet sig omkring personens holdning til lokalproduktionen af robotens dele, herunder 3D-printning. Gruppen forsøger at fremstille 3 forskellige svar, der findes som reelle og mulige svar fra en lærer. Dette gøres for at prøve at belyse flere mulige resultater af interviewet. Det ene svar kunne være, at skolen har mulighed for at 3D-printe, og derfor kun ville få brug for at købe bunden af robotten. De andre svar ville omhandle prisen. Interviewpersonen kunne enten svare at de ikke har en 3D-printer og derfor måtte blive nødt til at bestille alle delene, inklusiv de toppe der kunne have været 3D-printet. Det andet svar kunne lyde at de ikke har en 3D-printer og derfor ikke ville benytte vores produkt. Enten grundet at skole ikke har penge til at kunne købe vores produkt eller fordi at skolen ikke ville investere i vores produkt grundet de ikke finder det interessant eller at skolen ikke mener de har behov for det. Prisen kan spille en stor rolle, da produktet kan være billigt nok til, at en skole vil investere i det. Personens holdning til kompleksiteten af projektet var især også en vigtig viden for gruppen, da personen både har erfaring med børn og teknologi. Interviewpersonen ville her kunne svare på om vores produkt er for komplekst til børn i de helt små klasser. Hvis dette er tilfældet, ville vi derfor skulle kigge på om der skulle justeres dele af vores produkt. Hvis interviewpersonen derimod havde svaret at produktet var for simpelt, kunne gruppen tilpasse produktet, så det bliver mere komplekst, så børnene ville få noget viden ud af det.

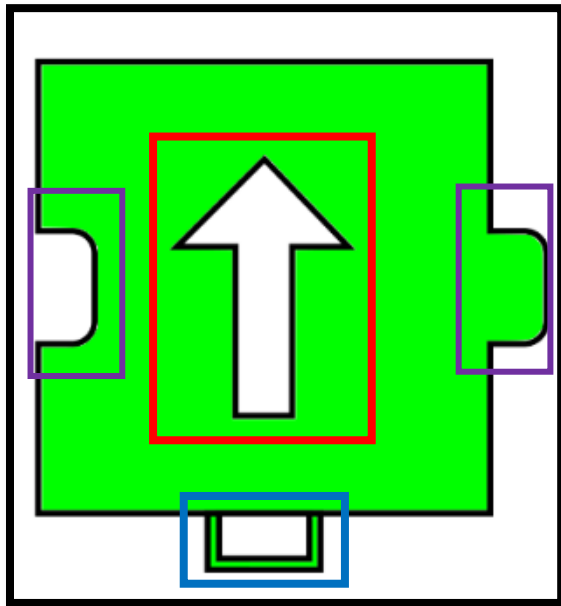
Programmeringsafsnit:

IDE:

En "IDE" eller "Integrated Development Environment", er et program, hvori man kan programmere et, eller flere programmeringssprog. Der findes mange forskellige IDE'er, da mange store programmeringssprog har deres egen. I en IDE kan der godt skrives i mere end et sprog, og man kan derfor ofte selv vælge hvilken en man vil bruge. I denne opgave blev det besluttet, at der skulle laves et udkast til, hvordan et programmeringssprog kunne se ud, samt hvilke fundamentale funktioner der skulle inkluderes for at eleverne opnår basale evner indenfor programmering. Herunder kommer en liste over de funktioner, der blev inkluderet i programmeringssprogets første udkast, samt billeder af hvordan de ser ud.

Funktioner:

Funktionernes opbygning/bestanddele



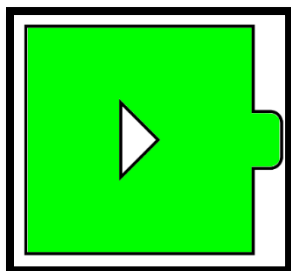
Figur 3: Opbygning af programmeringsklodser, selvlavet

Rød: I den røde markering på billedet, findes funktionen, som ”blokken” udfører. I eksemplet, bliver funktionen ”frem” vist.

Blå: I den blå markering, indtastes antallet af gange, funktionen skal gentages, før programmet fortsætter til den næste blok i rækken. Skrives der eksempelvis tre i feltet, vil funktionen køre tre gange.

Lilla: I de lilla markeringer findes de dele af blokken, der bruges til at forbinde den til de andre blokke i programmeringskæden.

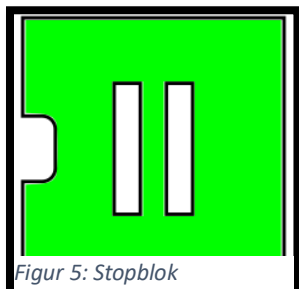
Start



Figur 4: Startblok

Denne funktion skal bruges, hver eneste gang et nyt program skal startes. Det vil derfor altid være den først blok i en programmeringskæde.

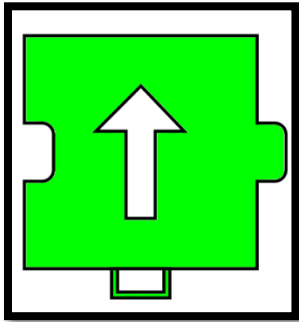
Stop



Figur 5: Stopblok

Funktionen ”stop”, skal bruges til at afslutte en programkæde. Den sættes til sidst i kæden, for at fortælle robotten at den er færdig med at udføre programmet.

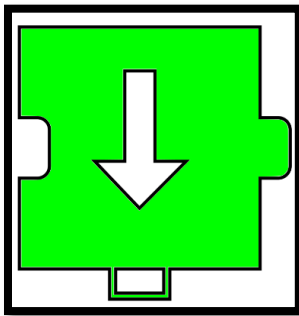
Frem



Figur 6: Fremblok

Denne blok bruges, når robotten skal køre fremad. Den sørger for at alle 4 hjul, roterer fremad i samme hastighed.

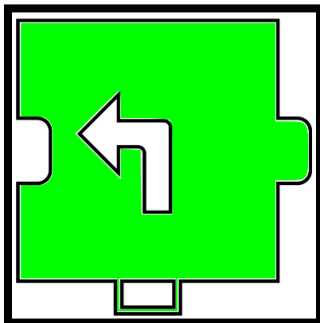
Tilbage



Figur 7: Tilbageblok

Denne blok bruges, når robotten skal køre bagud. Den sørger for at alle 4 hjul, roterer baglæns i samme hastighed.

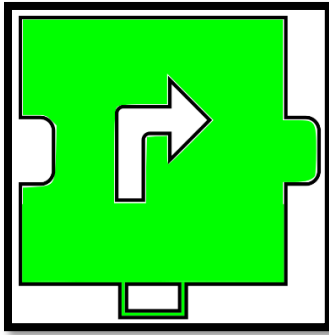
Drej til venstre



Figur 8: Venstreblok

Når denne blok udføres, vil robotten dreje 90 grader på stedet, ved at roterer hjulene på hver side, hver sin vej, parvis. Når der drejes til venstre, vil hjulene på højre side dreje forlæns, mens dem på venstre side, drejer baglæns.

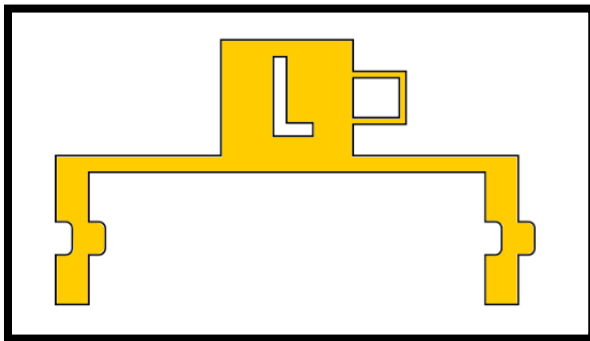
Drej til Højre



Figur 9: Højreblok

Når denne blok udføres, vil robotten dreje 90 grader på stedet, ved at roterer hjulene på hver side, hver sin vej parvis. Når der drejes til højre, vil hjulene på højre side dreje baglæns, mens dem på venstre side, drejer forlæns.

Løkke



Figur 10: Løkke-blok

Modsat de ovenstående funktioner, gør en løkke ikke noget, uden at den bliver sat op til det. En løkke er en metode at køre kode gentagne gange, uden at skulle skrive den mere end en gang. Som det kan ses på billedet, skal brugeren selv sætte blokke ind i løkken, der automatisk tilpasser sig mængden af blokken, således at den altid ”passer” rundt om indholdet.

Indlæring Gennem Programmering:

Der vil i dette afsnit belyses relevante programmeringssprog, der har fokus på indlæring blandt folkeskoleelever, samt hvordan programmeringssprog har udviklet sig over en længere tidsperiode.

Indlæring ved brug af programmering har efterhånden forgået i årtier, både i folkeskolen, gymnasiet og på universitetet, dog har dette ikke foregået på et obligatorisk niveau.

Programmering bliver typisk udbudt som enkelt valgfag på et fåtal af folkeskoler, specifikke gymnasiale uddannelser, eller som del af en bacheloruddannelse, der har et fokus på teknologi og programmering. En af de store fortalere for indlæring i folkeskoler og gymnasiet ved brug af programmering, var Seymour Papert. Papert levede fra 1928-2016 og var blandt andet ansat hos MIT, Massachusetts Institute of Technology, der har fokus på udvikling af nye moderne teknologier (*Seymour Papert - Wikipedia*, n.d.). Papert var medstifter af programmeringssproget ved navn LOGO, der af mange indenfor teknologisk-orienterede kredse forbindes med en skildpadde, da skildpadden var visuelt kendetegn ved brug af dette programmeringssprog. Papert arbejdede blandt andet også med kunstig intelligens, matematik, datalogi og undervisning, hvoraf sidstnævnte førte til et af Papert's begreber, konstruktionisme, der viderebygger på Jean Piaget's konstruktivismen som belyst tidligere i rapporten.

LOGO:

LOGO er et såkaldt "pædagogisk programmeringssprog", der blev udviklet tilbage i 1967 af Papert et. Al (*Logo (Programmeringssprog)*, n.d.). Papert's formål med dette programmeringssprog var uddannelse og indlæring i forbindelse med matematik, hvorved Papert mente et virkelighedsnært aspekt, en skildpadde, ville ræsonnere med børnene. Han fortæller følgende: *"My goals are education, not just understanding. So, in my own thinking I have placed a greater emphasis on two dimensions implicit but not elaborated in Piaget's own work: an interest in intellectual structures that could develop as opposed to those that actually at present do develop in the child, and the design of learning environments that are resonant with them. The Turtle can be used to illustrate both of these interests: first, the identification of a powerful set of mathematical ideas that we do not presume to be represented, at least not in a developed*

form, in children; second, the creation of a transitional object, the Turtle, that can exist in the child's environment and make contact with the ideas.” (Papert, 1980a)

LOGO er et programmeringssprog der havde til formål at uddanne børn og unge indenfor den teknologiske verden, da der på daværende tidspunkt blev forudset et stigende behov for computere, både på arbejdsmarkedet, men også i den almene husstand (Papert, 1980b). Der var i starten udviklet enkelte “skildpadde-robotter”, hvorved gennem programmering på en computer kunne få disse robotter til at udføre opgaver, såsom at tegne figurer og mønstre på papir, eller udføre matematiske udregninger. (Simply Coding, n.d.). Det var dog dyrt at bygge disse, og forbinde dem til computerne, derfor udviklede robotterne sig til grafisk-visuelle robotter, der blev vist på computerskærme, i trit med at disse blev billigere og en del af normen i samfundet. (Simply Coding, n.d.). I dag består “skildpadden” af en simpel trekant på den grafiske skærm. LOGO har bevægelses-kommandoer, såsom “FORWARD x”, “BACK x”, “LEFT x” og “RIGHT x”, ved input af disse og en given x-værdi kan “skildpadden” bevæge sig på den grafiske skærm. Der er også kommandoer, hvorved “skildpadden” tegner en streg alt efter dens bevægelse (Simply Coding, n.d.).

Et af Papert’s argumenter vedrørende relevansen af LOGO hos børn og unge, bestod af udviklingen af deres tankegang gennem undervisning og brug af dette programmeringssprog: *“In the LOGO environment the relationship is reversed: The child, even at preschool ages, is in control: The child programs the computer. And in teaching the computer how to think, children embark on an exploration about how they themselves think. The experience can be heady: Thinking about thinking turns the child into an epistemologist, an experience not even shared by most adults.”* (Papert, 1980b).

Scratch:

Der er sket en gevaldig udvikling indenfor programmering siden Seymour Papert et. Al udviklede LOGO tilbage i 1967. Scratch er et af de nyere programmeringssprog udviklet specifikt til børn. Scratch blev udviklet tilbage i 2003, hvor den første prototype blev udviklet, fire år senere i 2007 udkom Scratch-programmet til offentligheden (*Scratch (Programming Language) - Wikipedia, n.d.*). Den første “online editor” udkom den 2. januar 2019 (*Scratch (Programming Language) - Wikipedia, n.d.*). Scratch har også fokus på det visuelle aspekt af programmering, tilsvarende LOGO. Dette programmeringssprog foregår ved hjælp af såkaldt “blokprogrammering”, hvilket betyder at en lang række kommandoer på forhånd er skrevet, og derefter inddelt i firkantede blokke der kan trækkes ind fra en sidemenu på skærmen. På Scratch’s egen hjemmeside fortæller de, at formålet er følgende: *“Scratch promotes computational thinking and problem solving skills; creative teaching and learning; self-expression and collaboration; and equity in computing.”* (*Scratch - Om, n.d.*). Sammenlignet med LOGO har Scratch også fokus på børn og unges udvikling af måden de tænker på. Dog kan der argumenteres for børn og unge ikke lærer computeren at tænke på samme måde, som LOGO havde til formål at gøre. Koden er allerede skrevet på forhånd. Derfor får eleverne ikke den samme “erfaring” indenfor programmering, men de skal selv sammensætte diverse kommandoer skrevet på forhånd, hvilket også kan åbne op for kreativitet. Scratch fortæller også på deres hjemmeside: *“Scratch er designet specielt for unge mellem 8 og 16 år, men anvendes af folk i alle aldre. Millioner af mennesker laver Scratch projekter i forskellige omgivelser: hjemme, i skoler, på museer, biblioteker og kulturcentre.”* (*Scratch - Om, n.d.*). Det er dermed ikke formålet, at Scratch skal være kompliceret, men derimod brugervenligt fra en tidlig alder. Denne form for programmeringssprog kan have en positiv effekt hos børn og unge, da de kan begynde med et forholdsvis simpelt udgangspunkt, vedrørende hvad programmering består af, samt mulighederne indenfor området. Modsat LOGO gør Scratch ikke brug af programmering af et fysisk objekt, eller matematiske udregninger. Scratch tilbyder derimod muligheder for programmering af eksempelvis spil, animationer, visuel historiefortælling m.m. (*Scratch - Om, n.d.*). Denne indgangsvinkel til introduktion af hvordan programmering fungerer og dens muligheder, kan eventuelt øge interessen indenfor emnet, da børn og unge kan frigøre deres fantasi med alle værktøjerne til rådighed. Det er efterhånden også normalt, at børn i en tidlig

alder bliver introduceret til diverse spil, undervisning gennem animation eller visuel historiefortælling eller ved brug af apps på smartphones, tablets eller computere.

Swift (programmering af IOS apps):

Swift er også et nyligt introduceret programmeringssprog i undervisningen i blandt andet USA, Storbritannien, Mexico, Canada og Japan (*Uddannelse – Grundskole – Undervisning i Kodning – Apple (DK)*, n.d.). Swift udkom i 2014 (*Swift.Org - Welcome to Swift.Org*, n.d.). Tilsvarende LOGO og Scratch, gør Swift også brug af et fokus på den visuelle del af undervisning indenfor programmering. Apple har udviklet diverse apps både til iPhone, iPad og computere, hvor man igennem disse kan lære at programmere i programmeringssproget Swift. I en undervisningsvejledning fra Apple kan det ses, hvordan simple opgaver der skal løses gennem programmering, bliver stillet. (*Uddannelse – Grundskole – Undervisning i Kodning – Apple (DK)*, n.d.). Der er eksempelvis allerede et programmeret “spil”, hvortil man får til opgave at skulle bevæge en figur fra A til B på en platform og samle genstande op. Ved hjælp af enkelte linjer kode, introduceres der til i opgavebeskrivelsen. Vejledningen er delt op i flere moduler, og dækker blandt andet kommandoer, funktioner, løkker, variabler og Appdesign. Dette er et eksempel på en opgave, der er udarbejdet til elever i indskoling, men der findes også vejledninger til mellemtrinnet, udskoling, gymnasiet og universitetet (Apple, n.d.). Sammenlignet med introduktionen til programmering på RUC, på HumTek-bacheloren, er der blevet introduceret til det samme “pensum”, som i Swift’s undervisningsvejledning til folkeskolen, bortset fra Appdesign. Forudsætningen for begge tilfælde er dog, at eleverne for første gang introduceres til programmering.

Apple skriver følgende på deres hjemmeside vedrørende Swift: *“Swift er et solidt og intuitivt programmeringssprog, som er udviklet af Apple til at lave apps til iOS, Apple TV og Apple Watch samt Mac-programmer. Det er designet, så udviklere får mere frihed end nogensinde. Swift er nemt at bruge og er open source, så alle med en idé kan skabe noget utroligt.”* (Swift – Apple (DK), n.d.) Grundet populariteten af Apple-produkter verden over, også i Danmark, kan introduktionen til et programmeringssprog som Swift forberede de kommende generationer til et arbejdsmarked, hvor Apps efterhånden fylder gevaldigt i samfundet. Introduktionen til

Gruppenr: **S2224791209**

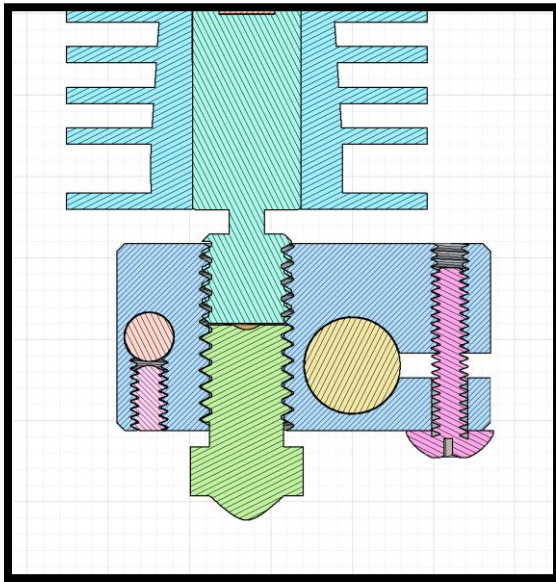
programmering hos børn og unge gennem “leg og sjov”, kan medføre en øget interesse indenfor programmering og teknologi, hvor de på længere sigt kan videreudvikle efterhånden samfundsnødvendige Apps, såsom Rejseplanen, E-Boks, MitID, diverse bank Apps osv.

Swift er dermed et programmeringssprog, der ikke blot kan benyttes under uddannelse, sammenlignet med Scratch, men kan efterfølgende også anvendes på arbejdsmarkedet. Swift benyttes ikke kun i de mindre klasser, men kan derimod anvendes selv på universitetsniveau.

Teknisk afsnit:

3D-printer:

Konstruktionen af produktet skal primært foregå ved hjælp af en 3D-printer. Den mest almindelige type af 3D-printer der er i brug lige nu, hedder FDM (Fused Deposition Modeling). Denne type printer, tager plastik fra en tynd tråd på 1,75mm og varmer det op i en dysse. Når plastikken skal ud, bliver det presset ned igennem et printhoved med en diameter på oftest 0,4mm. Printhovedet bevæger sig hen over en plade og aflægge plasten i den bane, som hovedet kører. Dette er sådan en 3D-printer "bygger" hvert lag.

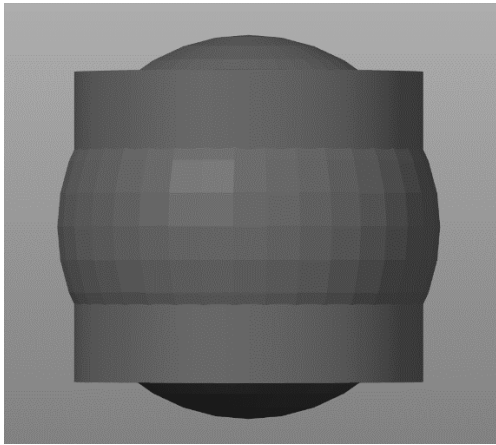


Figur 11: Printhoved fra en 3D-printer, selvlavet

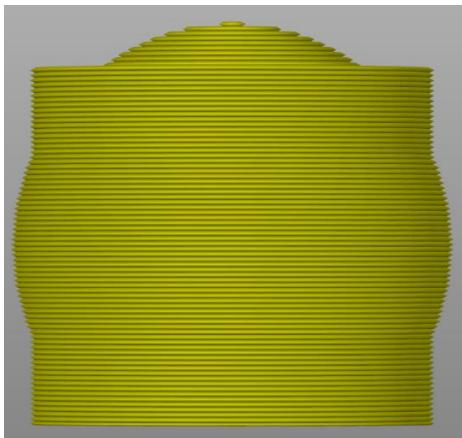
Plastikken kommer flydende ud af dyssen og køler af når det kommer ud i den kolde luft, udenfor printhovedet. Ved at styre hvordan hovedet køre rundt over pladen, kan printeren lag efter lag opbygge produktet. 3D-print, er en af de eneste typer af det der kaldes "Additive Manufacturing". Additive manufacturing er en type af fabrikation, hvor der udelukkende behøves tilføjelse af et materiale for at konstruere det ønskede produkt. Dette skal ses i modsætning til "subtractive Manufacturing", der fungerer ved at fjerne materiale.

Slicing:

Inden en fil kan 3D-printes, skal den konverteres til et format som en 3D-printer kan forstå. Da filen skal printes i lag, som beskrevet i afsnittet oven over, skal filen igennem en proces der kaldes for "slicing". Dette kan løst oversættes fra engelsk til "overskæring". Først vælges det hvor detaljeret, det ønskes at modellen bliver printet. Herefter bruges der en matematisk algoritme til at "overskære" modellen i tynde skiver, der kan laves af printerens. På modellerne herunder kan det ses hvordan en model kan se ud, før og efter "slicing".



Figur 12: Før slicing



Figur 13: Efter slicing

Når modellen er blevet slicet, kan det også ses hvordan den ender med at se ud, når først den er blevet printet. Dette skyldes at printet nu er inddelt i de "lag", som modellen skal printes i. Herefter er modellen klar til at blive konverteret en sidste gang, til et format der hedder G-code.

G-code kan løst beskrives som en række koordinater som 3D-printeren kan omsætte til en fysisk model. Herefter kan printeren, gå i gang med at ”opbygge” alle lag i modellen, hvorefter printet er færdigt.

Design:

Designet på robotten skal forblive så simpelt som muligt, for at sikre en hurtig printning og større besparelse af materialer til produktionen. Der er forskellige måder, hvorpå man kan optimere tiden et 3D-print tager. Lige vægge og lav densitet af objektet formindsker printtiden og materialeforbruget markant og bidrager samtidig til et billigere produkt. Mindre materiale, påvirker dog også holdbarheden af produktet, og det er derfor vigtigt at vi finder det perfekte forhold mellem pris, produktionstid og produktionsomkostninger.

Toppe:

”Platformen” i sig selv er formentligt ikke spændende nok for alle de målgrupper, der kunne få udbytte af produktet. Derfor vil der blive designet forskellige toppe, der kan sættes på platformen. Disse toppe kan forstille dyr, personer, biler osv. Dette skal øge børns lyst til at bruge produktet. Toppene skal naturligvis også kunne printes på enten en lokal 3D-printer, eller en central printer. Dette skal ligeledes bidrage til hurtig, billig og nem produktion. Fordelen ved at der kan sættes forskellige toppe på robotten er, at eleverne selv kan begynde at designe deres egne modfiktioner til robotten, når de kommer længere i deres forløb. Eleverne er dog ikke bundet til at bestille toppene eller få dem 3D-printet. Da toppene ikke udfører en specifik funktion, andet end at ændre på robottens æstetik, kan elever også lave toppene ud af papir, ler, lim osv.

Komponenter:

Motorer:

Motorerne i robotten skal være billige, holdbare og nemme at håndtere, samt arbejde med. Derfor er det besluttet at motorerne der skal drive robotten, skal være af typen 360° Robotic Servo. En servomotor har den fordel, at den har en måler indbygget, der kan fortælle om motoren har kørt det, den af koden har fået at vide, at den skal køre. Dette er vigtigt, da robotten skal køre rundt i et ”gitter” og derved ikke må dreje for lidt eller for meget ved hver ”punkt” den skal udføre. Eksempler på hvordan ”gitteret” kan se ud, kan findes i afsnittet ”Opgaveforslag”. Motorerne er ligeledes billige og nemme at skaffe, hvilket er en bonus, for både de skoler der

vælger at købe komponenterne selv, og dem der køber et samlet sæt fra en eventuel forhandler/fabrikant. Det betyder også at de billigt kan udskiftes, hvis de skulle gå i stykker.

Programmable Logic Controller / Robottens "hjerne":

Det er endnu en gang vigtigt for produktet at komponenterne er billige, nemme at skaffe og ikke kræver specielle bestillingsveje. En arduino har den fordel at det er "open source", hvilket har givet de kinesiske fabrikanter mulighed for at lave dem billigere og skabe yderligere konkurrence på markedet. Dette har resulteret i et marked af enorm størrelse og derved er arduino'er ikke svære eller dyre at skaffe.

Batterier:

Robotten skal bruge 18650 lithium celler som batterier. Disse minder størrelsesmæssigt, lidt om AA-batterier, men er større og har meget højere energi-kapacitet. Fordelen ved disse, er at de ligesom AA-batterier, bliver brugt i mange forskellige typer af produkter og derved er nemme at få fat på. Den anden fordel er at de ikke kræver lodning eller specielt udstyr for at bruges. De kan "klikkes" i som var de normale batterier og er derfor nemme at skifte når de skal lades op, eller når de går i stykker.

Open Source:

Langt størstedelen af den elektronik der bliver brugt i robotten er "open source". Dette betyder at komponenterne ikke er specielle eller specifikke, så hvis brugeren ikke mener at de komponenter vi anbefaler er de rigtige, kan de selv købe de komponenter de mener de har brug for. Dette er med til at sænke prisen for implementeringen af udstyret på skolerne og gøre det mere tilgængeligt for skoler med lave budgetter.

Prissætning:

Det næste punkt, hvor det giver mening at sammenlignes projektets produkt med LEGO Mindstorms, er på prisen. Både prisen på et enkelt sæt og prisen på implementering i en hel klasse, eller endda en hel årgang.

Lige nu, pr. 01-06-2022 sælges LEGOmind kun én type MINDSTORMS sæt på deres hjemmeside og via godkendte forhandlere. Sættet, der hedder Robot Inventor, kan bygges om til 5 forskellige "robotter", hvoraf en af dem minder en del om vores produkt.

MINDSTORMS-sættet koster pr. 01-06-2022, 2799 kr. med moms fra LEGO's egen hjemmeside(Lego Mindstorms, 2022). I sættet er der kun nok materialer til at bygge en robot ad gangen, og sættet kan derfor kun "underholde" 2-3 elever. I en klasse med 26 elever ville der altså skulle købe omkring 13 sæt, for at hele klassen kan deltage aktivt med deres eget udstyr. Det giver en pris pr. elev på mellem 933 - 1400kr., afhængig af om de er 2 eller 3 der deles. For en hel klasse giver det en pris på omkring 36.387kr. hvis eleverne deles 2 om et sæt.

Her kommer projektets produkt ind i billedet. Robotten der bliver designet i denne opgave, skal konkurrere med MINDSTORMS, ikke blot på funktioner og læringsudbytte, men også på prisen. Derfor er det vigtigt, at robotten bliver designet med billige og "open source" komponenter i tankerne. Herunder ses en liste over komponenter der indgår i produktet, samt deres priser og tilgængelighed. Alle priser er pr. 01-06-2022.

Komponentens navn	Antal	Pris pr stk/ Pris i alt	Tilgængelighed
Arduino Uno	1	84 kr.	Arduinotech.dk
MG995 360deg	4	66 kr. / 264 kr.	Arduinotech.dk
USB Kabel (arduino)	1	5kr.	Arduinotech.dk
Chassis/undervogn	1	9kr. (Prusaslicer)	Skal 3D-Printes
Topstykke	1	3kr. (Prusaslicer)	Skal 3D-Printes
Hjul	4	5kr. / 20kr. (Prusaslicer)	Skal 3D-Printes
Batteri (18650)	2	60,95 kr. / 122kr.	Batteribyen.dk
Batteriholder	1	17kr.	Arduinotech.dk
I alt	15 stk.	524kr. pr enhed	

Kilder indsat i rækkefølge i forhold til brug i tabellen. (Batteri Holder Til 2 x 18650, n.d.; Digital Servo MG995 360 Degrees, n.d.; Kuongshun UNO R3, n.d.; Molicel INR18650-P26A 3.6V / 2600mAh Li-Ion 35A, n.d.; USB Kabel Til Arduino, n.d.)

De felter der er markeret med "Prusaslicer" i tabellen, afhænger af hvilken type plastik der bruges. Det er beregnet i PrusaSlicer Desktop app'en med en standardprofil til en Anycubic i3 Mega S, med PLA som materiale.

Konstruktion og undervisning:

Chassis:

Selve chassiset, eller ”bunden”, er 3D-printet og udgør størstedelen af robotten. Det er også herpå, at alle de andre komponenter skal monteres. Den simple form er med til at nedbringe produktionsomkostningerne og printtiden. Dette betyder at robotens pris bliver billigere, end hvis chassiset havde været større og mere komplekst. Det nedbringer også chancerne, for at et print fejler da der, er der større chance for at et print fejler, hvis det er meget komplekst eller stort.

Der er fire huller i chassiset beregnet til at akslerne fra motorerne skal stikke ud igennem, hvorefter hjulene kan monteres i de for-borede huller i akslerne.

Hjul:

Hjulene kan enten 3D-printes lokalt på skolen eller bestilles med og er, ligesom chassiset designet til at minimere printtid og omkostninger. Skolerne behøver dog ikke bruge de hjul, der følger med sættet, da der blot kan designes alternative hjul, hvorefter disse kan printes og påmonteres. Dette kan være relevant, hvis robotterne skal køre udenfor, eller over specielle overflader.

Toppe:

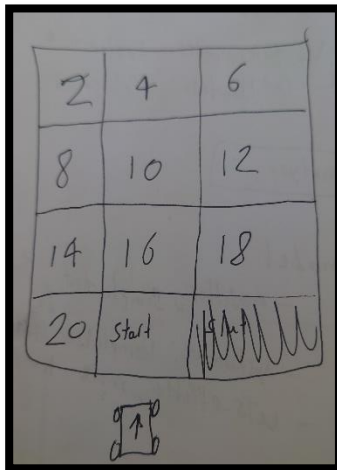
Som udgangspunkt fungerer robotten efter elektronikken og hjulene er sat på. Den vil være i stand til at køre rundt og blive programmeret, men vil ikke være lige så spændende at kigge på som en LEGO MINDSTORMS robot. Derfor kan der købes, eller printes, ”toppe” der kan blive sat ovenpå robotten, for at give den mere ”personlighed” og gøre den mere motiverende for børn at bruge. Toppene monteres oven på robotten med enten lim eller tape. Disse toppe kan antage mange forskellige former, og være alt fra dyr til barnets yndlingsfigur fra et TV-show. Det kan eksempelvis være hovedet fra en frø, der skal gøre det nemmere at løse opgaver, der kunne være sat i en frøs naturlige omgivelser. Disse opgaver bliver nærmere beskrevet i afsnittet ”Opgaveforslag” herunder.

Opgaveforslag:

Efter at eleverne har samlet robotten, skal de i gang med at løse en række opgaver med den. Der er næsten ubegrænsede typer af opgaver, man kan lave med denne type robot, men herunder kommer der et par eksempler i to forskellige fag. Både en opgave, hvis teknologiundervisningen foregår i samspil med matematik, eller som alene-fag i form af natur og teknik.

Matematik:

Skal robotten bruges i forbindelse med matematik, bør anvendelsen af robotten bruges i en matematisk kontekst. Her kunne der laves et "gitter" på gulvet med tape eller tegne et gitter på et stort stykke papir. Gitteret kan bestå af en række lige store kvadrater og kvadraternes størrelse skal skrives ned og gemmes. Dette skal bruges når robotten skal programmeres. En bane kunne ligne den på billedet herunder:



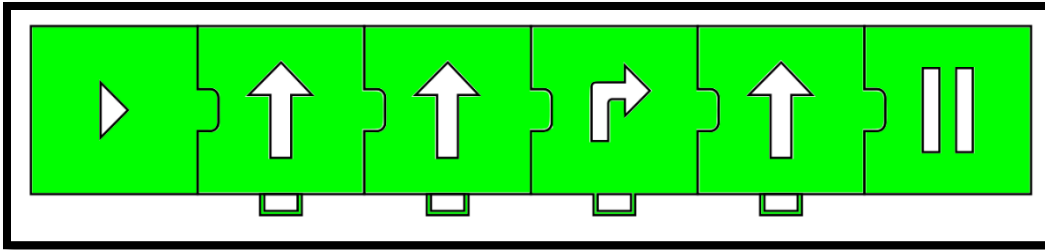
Figur 14: Ide til hvordan banen kunne se ud

Målet med denne opgave er at man modtager et regnestykke fra læreren og skal regne det ud.

Det kunne eksempelvis være " $6 \times 2 = ?$ ". Herefter skal eleverne regne stykket ud og kommer frem til resultatet "12". I stedet for blot at skrive resultatet ned på et stykke papir og aflevere det til læreren, skal eleverne få robotten til at køre ud på det korrekte felt i "gitteret". En løsning på problemet kunne altså være således, såfremt robotten starter i feltet "start" og har forenden opad: "Frem, Frem, DrejHøjre, Frem".

Dette skal så konverteres til programmering, der kan få robotten til at køre derover.

I dette tilfælde skal funktionerne "Start", "Frem", "DrejHøjre" og "Stop" bruges. De skal stilles således op:



Figur 15: Opsat løsningsforslag

Her stifter elever bekendtskab med nogle af de mest elementære funktioner i programmeringssproget og kan fremover få robotten til at køre frem og tilbage i gitteret. Denne opgave kan gentages så mange gange og med så kompleks en ”bane”, som man ønsker. Banen behøver ikke bestå af et kvadratisk gitter, men kan være 20x5 kvadrater eller noget helt tredje.

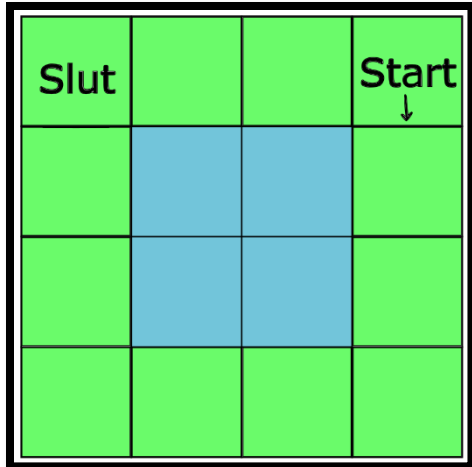
Den næste funktion eleverne kan lære er en ”løkke”. Dette gøres i den næste opgave.

Natur og Teknik:

Klimaproblemerne er relevante at tage fat i, når der skal arbejdes med faget Natur og Teknik. I denne delopgave skal eleverne lære om programmerings-princippet ”løkker” og hvornår det giver mening at bruge dem.

Eleverne skal igen opstille et gitter, hvorefter en sø tegnes i midten. Her kunne en top med en frø give mening at montere på robotten. Opgavebeskrivelsen kunne lyde således: På grund af klimaforandringerne, kan en sulten frø ikke finde mad ved dens hule. Hjælp den med at komme rundt om søen, for at se om der er mad på den anden side. Få frøen til at komme fra Start til Slut, ved at bruge så få blokke som muligt”.

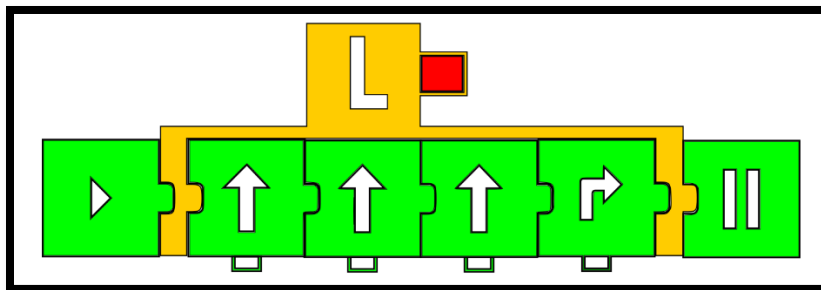
Et ideforslag til banen kan ses på billedet herunder:



Figur 16: Ide til banens udformning

I denne opgave handler det om at mindske brugen af ”blokke”, så meget som muligt. Eleverne skal altså ikke bruge 11 programmeringsblokke på at komme rundt om søen, men derimod bruge en løkke til at begrænse mængden af blokke der skal skrives i programmet. Som beskrevet i programmeringsafsnittet, er en løkke en god måde at gentage noget flere gange, uden at skulle skrive koden mere end en gang.

Den forkerte måde at angribe denne opgave på, er ved at bruge en separat blok for hver bevægelse robotten skal lave, ligesom det blev gjort i den tidligere opgave. I det tilfælde ville der skulle bruges 11 blokke til at få robotten rundt. Det er her løkker kommer ind i billedet. Løkken skal bruges til at minimere antallet af programmeringsblokke i programmet, da robotten skal udføre den samme opgave flere gange efter hinanden. Det rigtige svar på hvordan opgave kan løses, kan ses på billedet herunder.



Figur 17: Det færdige kodestykke

Her indtastes tallet 3, i det røde felt, hvorefter robotten vil køre frem til slut. Dette gøres ved at koden inden i løkken, bliver kørt tre gange og derved bevæger robotten sig rundt omkring den tegnede sø.

Analyse

Sammenligning af teknologiundervisning i lande:

Introduktion til sammenligning:

Da denne rapport omhandler, hvordan der kan arbejdes med teknologiforståelse, primært i den Danske folkeskoles indskoling. Er der i gruppen valgt at kigge på andre lande som arbejder med, eller har implementeret teknologiforståelse i deres folkeskole. Ud fra det har vi valgt at lave en kort sammenligning af hvad andre lande gør og hvad vi gør i Danmark. Da der ikke er indført teknologiforståelse på skoleskemaet endnu, har gruppen valgt at perspektivere til den rapport der er lavet af undervisningsministeriet.

Teknologiundervisning i forskellige lande:

Danmark:

Som nævnt tidligere i rapporten, er der en stødt stigende mængde af digitalisering i Danmark. Dette er med til at gøre det vigtigt, at hæve teknologiforståelsen i Folkeskolen, derudover bliver der også eksponentielt flere jobs på arbejdsmarkedet. For at sikre sig Danmark kan følge med den udvikling der ser på et internationalt plan, er det vigtigt at introducere eleverne til viden som teknologiforståelse tidligere. (Børne og undervisningsministeriet, 2021)

USA:

STEM education (Science, Technology, Engineering and Mathematics):

Denne artikel er lavet over hele folkeskoleforløbet, gymnasiet, universitets, og kandidatniveau. Der bliver i artiklen belyst, den interesse der stammer fra et nationalt regeringsudgangspunkt. Dette er især vigtigt i forhold til USA, hvor der er stor autonomi i delstaterne i forhold til den nationale regering. Den nationale interesse stammer fra 2 dele,

Den første del handler om blandt andet, Title I-A of the elementary and secondary education act of 1965, denne lov sørger for: En bred vifte af undervisningsmateriale og ekstra støtte til skoler der har børn der lever i fattigdom, og disse børn kan finde støtte til at fortsætte deres uddannelse.

Den anden del omhandler, det store fokus der bliver sat på at forbedre STEM undervisningens udbytte, dette kan være enten i form af direkte støtte af elever, forbedring af undervisere,

Forbedre kvaliteten af hvad undervisningen tilbyder, gøre undervisningen mere inkluderende over for traditionelt underrepræsenterede minoriteter i feltet.

En motivation for STEM undervisning og STEM undervisnings regulering er, at skabe mere lighed i STEM relaterede fag, hvor der er stor underrepræsentation. Både i forhold til køn, race, seksualitet og social økonomiske lag. Selvom STEM undervisning har været på programmet i næsten 60 år, er kvaliteten af undervisernes viden for lav. Derudover scorer US 15årige under gennemsnittet i en 2015 OECD-undersøgelse. (Congressional Research Service, 2018)

Holland:

Science and technology education.

I Holland forsøges der at øge elevers teknologividen, således at de forstår relationen mellem objekters form og funktionalitet. Eleverne skal have en bred forståelse for hvordan og hvorfor ting virker og bliver udviklet. De skal også blive i stand til selv at udvikle og evaluere egne teknologiske løsninger. Derfor er det vigtigt, for denne undervisning, at elever bliver givet muligheden for at interagere med teknologiske objekter, og gennem fysisk manipulation samt samtaler med undervisere og skolekammerater. Selvom videnskab og teknologiundervisning varetager to forskellige aspekter, er fagene stadig slået sammen. Det er fundet svært i Holland, som i andre lande, at implementere videnskab og teknologiundervisning i folkeskolen. Der er fundet meget lille interesse fra Hollandske undervisere i disse fag, og der er en lav forståelse for, hvad disse fag reelt set indebærer. Dette er selvom, der bliver gjort meget ud af at støtte de initiativer til efteruddannelse af undervisere, som har til formål at skabe viden og interesse indenfor videnskab og teknologi. I forhold til hver enkelt skole får stillet en lav mængde ressourcer til rådighed til disse initiativer. Dette er blandt andet formodet at kunne skyldes, at 22% procent af Hollandske lærere i indskolingen, har lav selvtillid når det kommer til videnskabelige og teknologiske undervisning og eksperimenter. Det er derfor tydeligt, at der også skal laves en revolution, i forhold til undervisere hvis en implementering skal kunne gennemføres. Der er i Holland forsøgt at tilrettelægge efteruddannelse for undervisere, både til at forhøje undviseres interesse i faget, og deres faglige egenskaber. En af interesseårsagerne i Holland for at implementere videnskab og teknologiundervisning, er den stadig større brug for færdiguddannede med disse kvaliteter på arbejdsmarkedet. Dog er antallet af folk der tager en

uddannelse inden for disse felter ikke høj nok, i forhold til mængden af nye arbejdspladser der skabes. Der er også stor autonomi i de Hollandske skoler, og det er derfor i store træk op til de individuelle skoler hvad der er på programmet, hvilke bøger der skal bruges og hvilke nye initiativer der skal implementeres. Det er i Holland et mål, at flere skoler vil begynde at tilbyde mere og bedre undervisning i Videnskab og Teknologi, men det er i sidste ende op til skolerne selv. (Hubers et al., 2020)

Sammenligning:

Da der som nævnt tidligere, ikke er nogen fast teknologiundervisning som en del af pensum i den Danske folkeskole, er det svært at lave en bredere sammenligning med USA og Holland.

Gruppen har derfor valgt at perspektivere, til det forsøg som der blev lavet med teknologiforståelse i de Danske folkeskoler. (Børne og undervisningsministeriet, 2021). Her er der ligesom i Holland og USA fundet udfordringer i forhold til det pædagogiske personales teknologiske færdigheder. Deres evne til at videreformidle det undervisningsmateriale der er påkrævet, for at denne undervisning har et niveau der er højt nok. I USA er der lavet initiativer til at støtte skoler og elever, til at tage en længere uddannelse indenfor videnskab og teknologi. Der er i Danmark og Holland ikke nogen specifik støtte, der har til formål specifikt at hjælpe elever, der tager længere teknologiske uddannelser. Dette kan dog være fordi at der både i Holland og Danmark, ikke er egen betaling til de almene skoler og universiteter.

Der er fundet mange af de samme komplikationer i alle tre lande, i forhold til teknologiundervisningen. Kvaliteten af det pædagogiske personales teknologiske evner til undervisning, og i forhold til hvor meget lektie hjælp eleverne kan finde i husstande med lav indkomst. I Holland og USA er der fundet en sammenhæng mellem de teknologiske færdigheder og det køn eleverne har. I Danmark er der ikke været fundet nogen sammenhæng mellem køn og de teknologiske færdigheder (Børne og undervisningsministeriet, 2021). En stor del af filosofien bagved teknologiundervisningen i Holland, er den praktiske del hvor eleverne arbejder med et fysisk objekt og lærer om hvordan og hvorfor ting er designet på en given måde (Hubers et al., 2020). I Danmark er der også lagt stor vægt på at arbejde med et fysisk objekt i teknologiundervisningen. Der er dog i forhold til den artikel om Danmark, ikke videre nævnt noget om, at eleverne selv skal stå for at kreere objekter (Børne og undervisningsministeriet,

2021). I forhold til USA var der i den læste artikel, heller ikke nævnt noget videre omkring elevernes behov for selv at skabe fysiske objekter. (Congressional Research Service, 2018)

Vores produkt versus LEGO MINDSTORMS:

Der er i dette afsnit udvalgt relevante trin fra TRIN-modellen, med henblik på at analysere gruppens eget produkt, analysere LEGO MINDSTORMS produktet og derefter sammenligne disse.

Trin 3 – Teknologiers utilsigtede effekter – Gruppens produkt:

Det første trin der vil bruges til analysen af produkterne, er trin 3, teknologiers utilsigtede og tilsigtede effekter. I forbindelse med gruppens eget produkt er de tilsigtede effekter følgende: Øgede kompetencer indenfor programmering og teknologiforståelse hos børn og unge, fremskaffe motivation hos børn og unge vedrørende programmering og teknologiforståelse, forberedelse til det digitaliserede arbejdsmarked og samfund. Som der er beskrevet tidligere i rapporten, er der en efterspørgsel for digitale kompetencer, og teknologiforståelse hos de kommende generationer på både arbejdsmarkedet, og i samfundet. Den hastige udvikling blandt teknologi og dermed krævende viden blandt disse teknologier, skal gruppens produktidé være med til at skabe grundelementerne, der forudsætter viden og forståelse for disse. Hertil er et formålene med robotten, at den skal være et billigere alternativ, samt stadigvæk være et konkurrerende produkt til allerede lignende eksisterende produkter, såsom LEGO MINDSTORMS.

Derudover er de lavpraktiske tilsigtede effekter i forbindelse med produktet, at robotten skal være brugervenlig, både i forbindelse med konstrueringen, men også “træk og slip”-programmeringen, som børnene gerne skulle kunne forstå ved at følge brugervejledningen. Produktet har også til formål at være børnevenligt, i den forstand at produktet gerne må minde om legetøj. Derfor vil de forud konstruerede “toppe” af 3D-print, der kan sættes oven på robotten, forestille diverse dyrehoveder, og på længere sigt vil børnene selv kunne 3D-printe deres egne objekter til robotten.

I forhold til gruppens produkts utilsigtede effekter, kunne disse være følgende: risici forbundet med brug af gruppens robot kunne være løsrivning af servomotorer, hjul og ledninger på Arduino boardet, hvis børnene behandler den for voldsomt. Derved ville disse komponenter eventuelt skulle erstattes, og robotten skilles og samles ad igen, hvilket økonomisk set kan være

en forhindring på et fremtidigt plan. Robotten skulle gerne være et billigere alternativ, men hvis komponenterne regelmæssigt skal udskiftes grundet voldsomt brug blandt eleverne, kan dette fratage det økonomiske incitament der er i forbindelse med produktet. Robottens komponenter vil dog være billigere at erstatte end et LEGO MINDSTORMS-sæt. Der kan dog også argumenteres for at dette kan være en designfejl fra gruppens side, grundet manglende test af produktet i undervisningsregi. Der er også risici forbundet med brugen af robotten i forhold til utilstrækkeligt opsyn fra lærer og pædagogers side, da børn i indskolingen kan have en tendens til at kaste med objekter, putte uspiselige objekter i munden eller decideret destruere ejendom der ikke er deres, men skolens. Kan robotten skilles ad uden betydelig indsats, ville der være risici forbundet med dette, da børnene ville få adgang til elektronik de hurtigt få ødelagt med denne, og dermed ødelægge robotten. Derudover er robotten ikke vandtæt, hvorved utilsigtet vandspild på robotten og dens komponenter, kunne medføre nedsat produktionsevne, eller at robotten holder op med virke. Ydermere har robotten ikke afrundede kanter, og dette kan udgøre risici for diverse skader, såfremt produktet ikke bliver anvendt forsvarligt. Robotten består yderligere også af skadelige materialer i forbindelse med oral indtagelse, hvilket der skal varsles imod for at mindske risikoen af dette.

Trin 3 – Teknologiers utilsigtede effekter – LEGO MINDSTORMS:

Ligeledes gruppens eget produkts tilsigtede effekter, vurderes LEGO MINDSTORMS at have de samme tilsigtede effekter nævnt i forrige afsnit, da produktet forbinder digitalisering, programmering og fornøjelse gennem brug af produktet. Tidligere i rapporten blev der citeret fra LEGO's egen hjemmeside, hvor fokus på brug af produktet i forbindelse med programmeringen åbnede op for utallige muligheder, samt en tilegnelse af problemløsning og planlægning. Derved vurderes der at produktet forudsætter en positiv proces hos børn og unge, i forbindelse med teknologiforståelse, og forberedelse til arbejdsmarkedet.

I forhold til LEGO MINDSTORMS' utilsigtede effekter findes det økonomiske aspekt relevant. LEGO MINDSTORMS som lærerigt produkt blandt børn og unge vurderes at være et stabilt og godt produkt i gruppens øjne, dog med undtagelse af prisen. På LEGO's egen hjemmeside koster produktet 2799,00 kr. (Lego Robot Inventor 51515, 2022). Dette medfører at et sådant kvalitetsprodukt vurderes besværligt at inkorporere i klasseundervisning, således at alle klassens elever kan deltage aktivt. Der vil sandsynligvis være 1-3 LEGO MINDSTORMS afhængigt af skolernes budgetter, som eleverne kan få lov at interagere med. Dette er i forbindelse med den

didaktiske teori, konstruktionisme, ikke hensigtsmæssigt, da ikke alle elever vil kunne bruge samme mængde tid med produktet i løbet af undervisningen. Eleverne skulle gerne kunne arbejde med teknologiske artefakter ved hjælp af dialog og samarbejde med andre elever, men en antaget folkeskole klasse på 26 elever medfører store grupper, og dermed mindre fagligt udbytte. Ydermere hvis produktet går i stykker, er dette forholdsvis dyrt at erstatte, hvilket også påvirker antal mulige indkøb af LEGO MINDSTORMS.

Derudover ses andre utilsigtede effekter værende ligeledes samme som gruppens produkt i forhold til anvendelse af produktet. Dette betyder risici forbundet med økonomisk erstatning af diverse komponenter, eller indkøb af nyt produkt, utilstrækkeligt opsyn af elevernes brug af produktet der kan medføre skader hos børnene og beskadiget produkt af diverse årsager.

Trin 4 – Teknologiske systemer - gruppens produkt:

Det andet trin der vil blive taget i brug i forbindelse med analyse af produkterne, er trin 4, teknologiske systemer. Gruppens produkt består af flere systemer der interagerer med hinanden, hvorved opnåelse af diverse funktioner opfyldes. Der er i denne forbindelse 3 systemer, robotens eget indvendige system, programmeringssystemet der i denne sammenhæng forbindes med computersystemet, hvor programmeringen uploades til Arduino boardet fra computersystemet.

Robotens indvendige system er bestående af Arduino boardet og servomotorerne der er tilkoblet til Arduino boardet og robotens hjul, samt batterierne. Det indvendige system kan dog ikke fungere uafhængigt af de andre systemer, da roboten først og fremmest vil kræve strøm, i form af batterier eller tilkobling til en computer. Derudover kræver robotens indvendige system såkaldte "input" til dens Arduino board, der fungerer som robotens "hjerne". Disse "input" skabes således ved hjælp af programmeringssystemet, der er inkorporeret i computersystemet. Dette betyder at roboten skal være tilkoblet computeren, hvorved "træk og slip"-koden kan "uploades" på Arduino boardet med diverse kommandoer i forbindelse med robotens funktioner. Disse kan eksempelvis bestå af "kør X centimeter frem", "kør X centimeter tilbage", "drej X grader til højre", "drej X grader til venstre" osv. Hermed vil robotens indvendige system udføre dens funktioner i form af disse "output".

Trin 4 – Teknologiske systemer – LEGO MINDSTORMS:

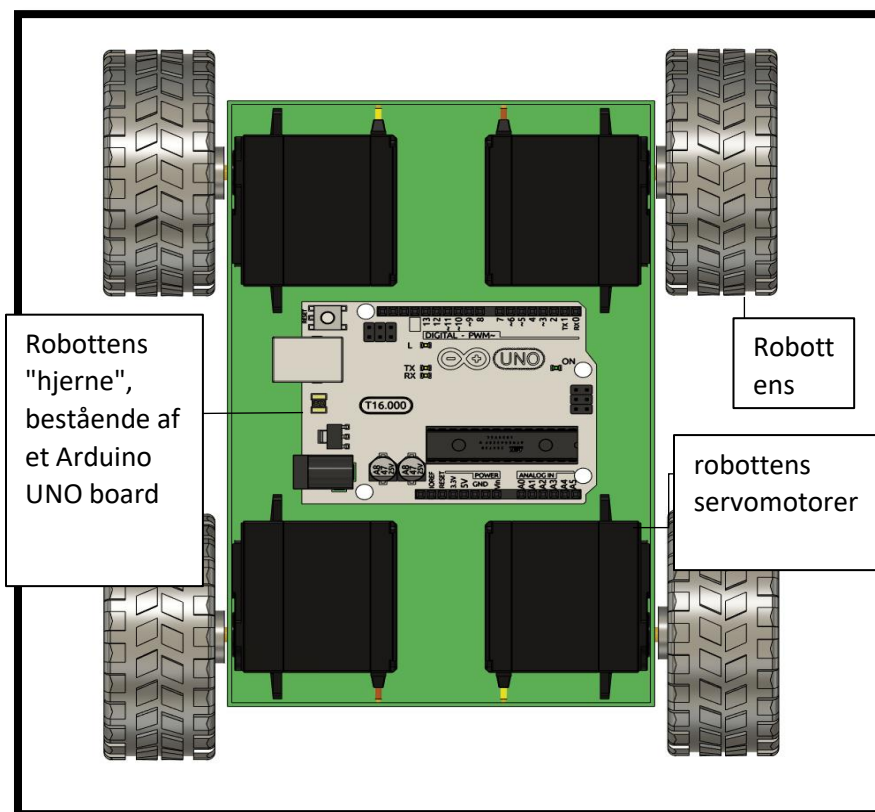
LEGO MINDSTORMS teknologiske systemer vurderes at bestå af robotens indre system, robotens mulige ændringssystem og LEGO's tekniske system af programmering af robotten gennem deres app. I lighed med gruppens produkt består LEGO MINDSTORMS af flere systemer der interagerer med hinanden. LEGO MINDSTORMS må dog vurderes til at bestå af betydelig flere komponenter i forhold til deres robot, da denne kan samles og skilles ad til 5 forskellige robotter. Dette betyder både at der er flere muligheder i forbindelse med de forskellige robotters kunnen, men også større risiko for fejl ved montering af komponenter, hvor formålet centrerer omkring konstruktion af 1 af 5 forskellige robotter. Dette kan medføre forvrænget interaktion mellem produktets teknologiske systemer, således at programmeringen af en given robot ikke vil fungere korrekt. Dette kan skabe vanskeligheder for robotens indre system samt dens mulige ændringssystem, hvortil robotten muligvis må skilles ad og samles forfra. Dette kan betyde både et behov for bedre kommunikation blandt eleverne, udvikling af problemløsning og planlægning af et projekt, samt større forståelse for teknologiens virkning. Derudover frustrationer hos børn, der kan have tendens til at være opgivende, og tidsspilde i form af en negativ oplevelse, fra elevernes synspunkt. Der antages dog at LEGO har forsøgt at komme dette i forkøbet ved hjælp af deres alment kendte manualer vedrørende konstruktion af deres produkter.

Derudover benytter LEGO MINDSTORMS også "træk og slip"-programmering ved hjælp af deres egen app, hvilket udgør dets eget system, men samtidig interagerer med robotens indre system og dets mulige ændringssystem. LEGO MINDSTORMS 5 in 1 Robot Inventor-sæt har et "Bluetooth-connector device" inkluderet til konstruktionen af robotterne. Denne har til formål at skabe en Bluetooth forbindelse mellem den iPhone, iPad eller computer der bruger appen, hvori programmeringsblokkene er placeret af brugeren. Dette "Bluetooth-connector device" sammensættes via ledninger til eventuelle motorer, sensorer og hvad der ellers kan tilføjes til konstruktionerne af disse robotter.

Trin 5 – Modeller af en teknologi (skal have en model af vores eget produkt kontra LEGO MINDSTORMS) - vores produkt:

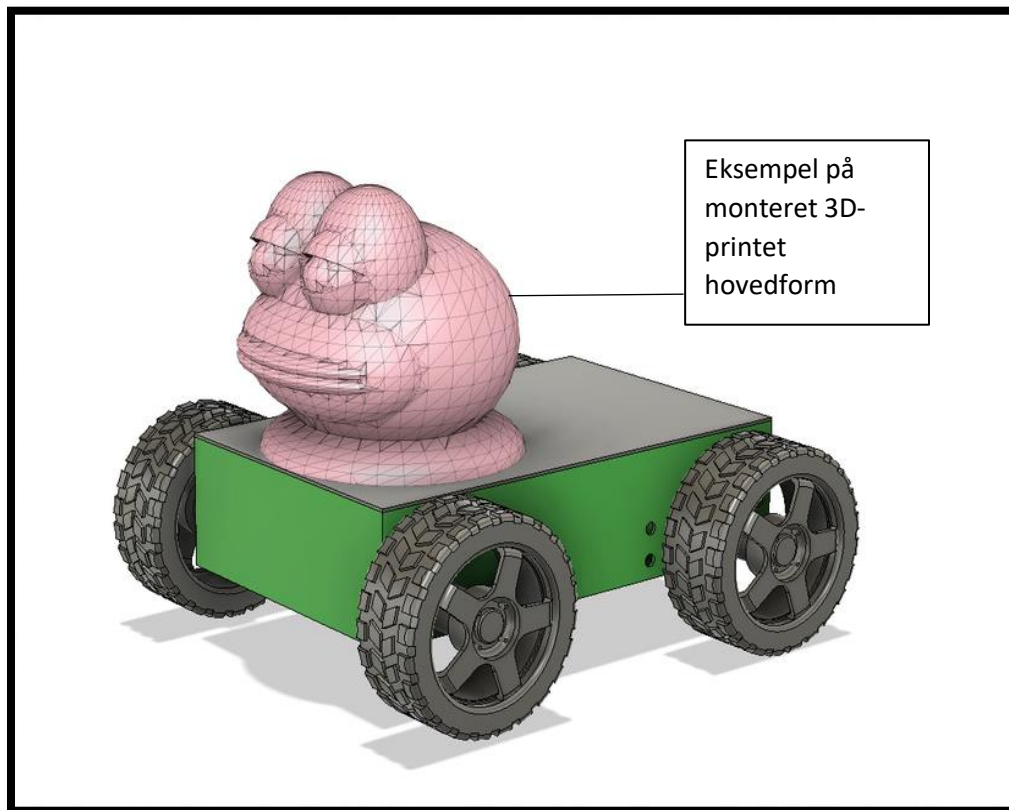
Det tredje trin der er blevet udvalgt i forbindelse med en analyse af produkterne, er trin 5, modeller af en teknologi. Dette punkt er blevet inddraget til formål både at skabe et visuelt overblik af de teknologiske artefakter, men også forudsætning af grundig analyse af teknologierne baseret på modeller af omtalte.

Som det kan ses på figur: 18, består gruppens robot af ganske få komponenter. Dette er blevet besluttet på baggrund af børn og unges mulige tendenser vedrørende voldsom behandling af diverse objekter og artefakter. Lavere antal af komponenter i robotten, betyder at det vil være nemmere for en teknisk kyndig at åbne den op, i så fald robotten er værende dysfunktionel, og dermed vurdere hvilke reparationer der måtte kræves. Derudover vil det lave antal af komponenter medvirke en mindre vægt af robotten, og dermed nedsætte risikoen for fatale skader, hvis robotten tabes over børnenes fødder eksempelvis.



Figur 18: Tegning af robotten og den komponenter, selvlavet

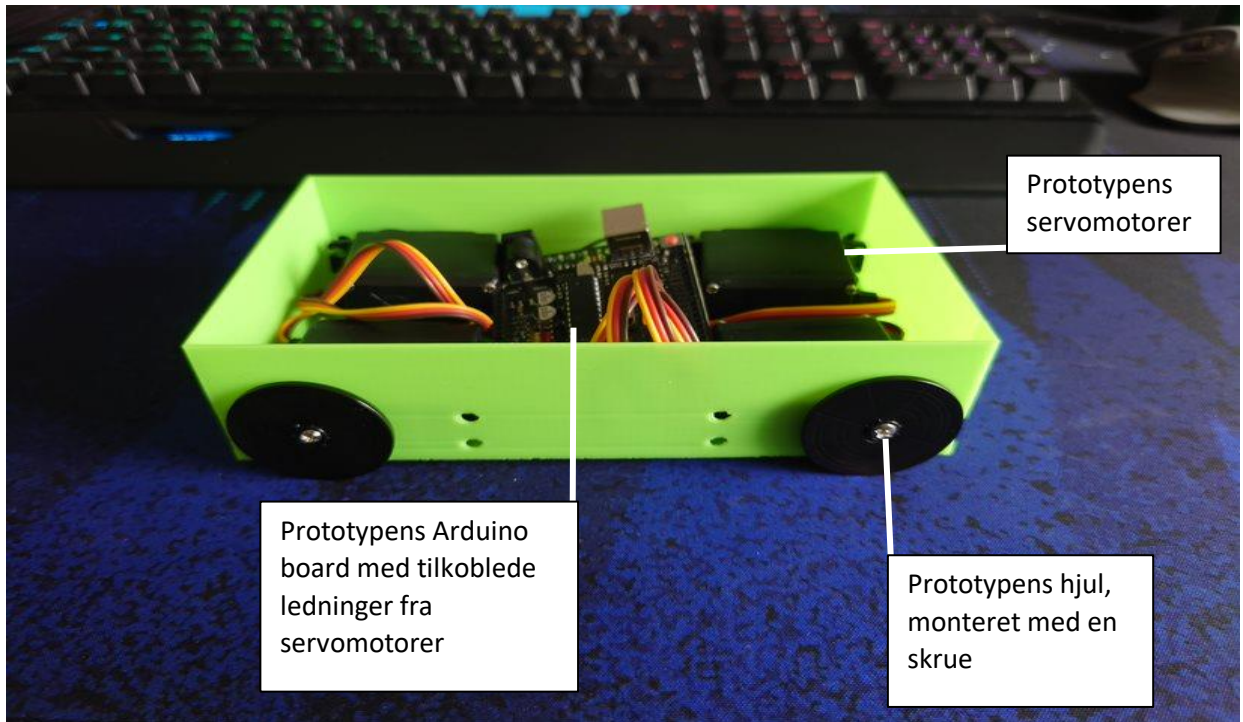
Ydermere er der tilføjet en model af robotten med et påsætteligt 3D-printet hoved, hvilket kan ses på figur: 19. Det 3D-printede hoved forestiller en frø, og er en af blot mange muligheder, børnene ville have angående øget fornøjelse og interesse, vedrørende skolearbejde og brug af robotten. Modellen har til formål at vise, hvordan den endelige robot ville se ud med 3D-print taget i brug. Det 3D-printede hoved er placeret på den ene ende af robotten, hvorved indikationen af front og bagside tydeligt udtrykkes. 3D-printet ville skulle fastsættes med enten lim eller tape.



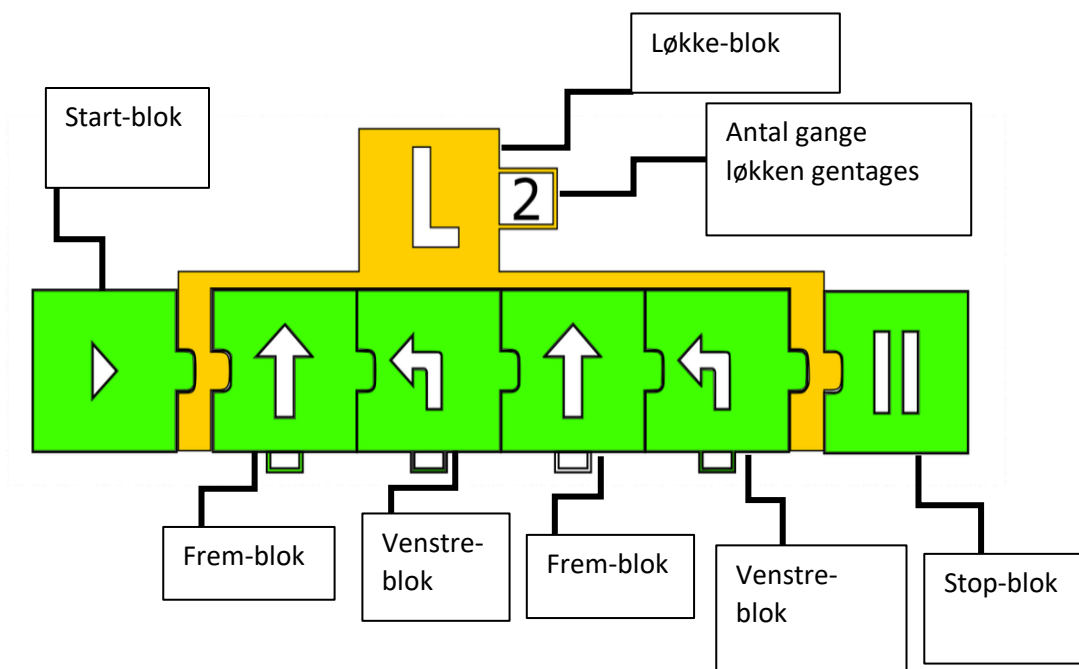
Figur 19: Gruppen med frøhoved monteret på. Hovedet er lavet af (Jeplans, 2016, og er modificeret)

(Jeplans, 2016) - modificeret figur

Derudover kan der på figur: 20, ses et billede af gruppens prototype. Denne er blevet 3D-printet og efterfølgende sammensat med førnævnte komponenter. Dette billede har til formål at belyse størrelsesforholdet af robotten og dens komponenter.



Figur 20: Billede af gruppens prototype



Figur 21: Forklaring af programmeringsprogets opbygning

På figur: 21, kan der ses en model af gruppens programmeringssprog. I forbindelse med gruppens fokuspunkt på teknologiforståelse i indskolingen, blev simplicitet vurderet værende centralt vedrørende indlæring og forståelse. På figuren ses et eksempel på en løkke, hvorved robotten skal gentage disse funktioner 2 gange. De enkelte blokke er beskrevet yderligere med tilhørende tekstbokse, for dermed yderligere belysning af visualisering vedrørende programmeringssproget for læseren. Figur: 21, skulle dermed gerne øge læserens forståelse for programmeringssprogets opbygning. Sammensætningen af denne type blokprogrammering skulle gerne være overkommelig for eleverne i indskolingen, baseret på simpliciteten af programmeringssproget visuelle funktioner. Dertil vurderes dette til en håndgribelig introduktion til programmering af en robot i indskolingen, med plads til udvikling og øget sværhedsgrad i forhold til klassetrin.

Trin 5 – Modeller af en teknologi – LEGO MINDSTORMS:



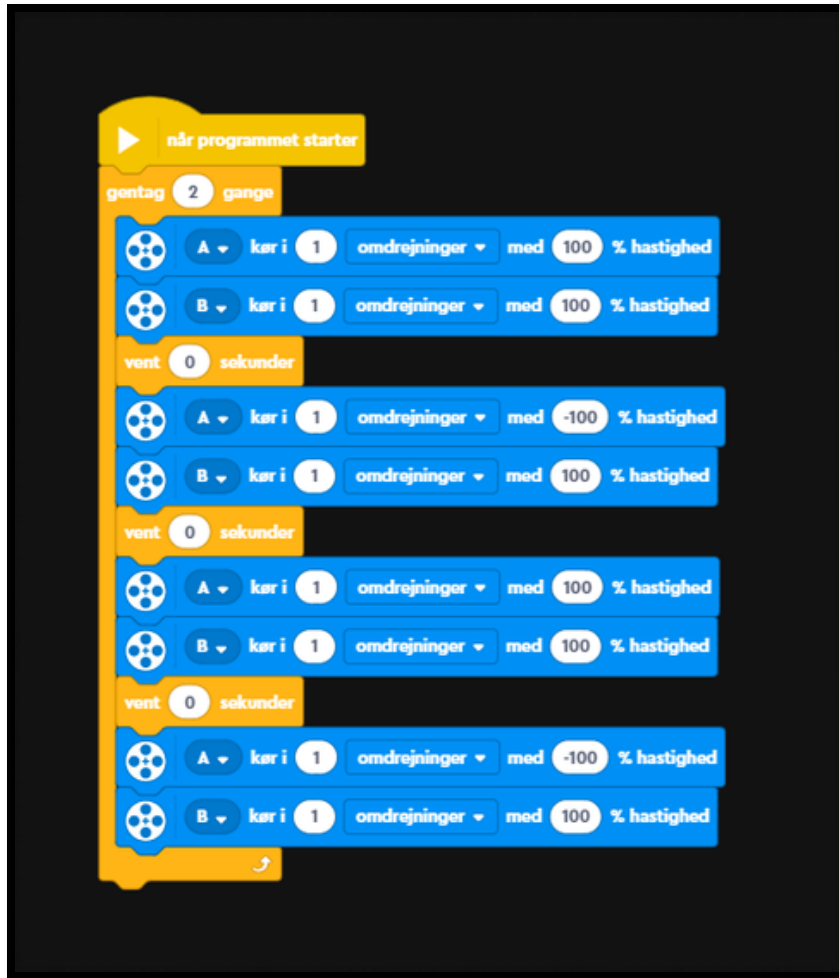
Figur 22: Mindstorms Sæt

(51515 Robot Inventor | Brickset | Flickr, n.d.) - modificeret med tekstboks og tilhørende forbindelseslinje

Gruppen havde intentioner om at opstille lignende modeller af LEGO MINDSTORMS sættet, tilsvarende gruppens eget produkts modeller i ovenstående afsnit, dog grundet ophavsrettigheder er dette ikke muligt, da gruppens medlemmer ikke er ejere af det omtalte LEGO MINDSTORMS sæt.

Figur: 22, var det tætteste på en visualiseringsmodel, der gerne måtte anvendes i forbindelse med ophavsret, gruppen kunne formå at fremstille, derfor må yderligere behov for visualisering af LEGO MINDSTORMS findes på tidligere relevante links (LEGO's hjemmeside). Derudover kan der bygges flere end de 5 ovenstående robotter, hvorledes komponenterne fra de forskellige robotter kan sammensættes i bedste LEGO-stil. Dette ville medføre et stort antal modeller af idérige konstruktioner, men på samme tid besværliggøre en aktuel sammenligning, da LEGO MINDSTORMS rummer langt flere konstruktions-muligheder kontra gruppens eget produkt.

Det vigtigste der skal ligges mærke til, er dog det gruppen kalder et "Bluetooth-connector device". Som tidligere beskrevet udgør denne komponent et essentielt system i de robotter der man bygges med LEGO MINDSTORMS-sættet. Denne komponent kan beskrives som LEGO MINDSTORMS robotternes "hjerne", ligeledes Arduino-boardet i gruppens produkt. Disse fungerer dog kun koblet til et smart-device i LEGO MINDSTORMS' tilfælde, eller computer i forbindelse med gruppens eget produkt. På figur: 22, kan det ses at brug af LEGO's app, forudsætter et smart-device.



Figur 23: Billede taget fra LEGO MINDSTORMS APP

(billede af LEGO MINDSTORMS programmeringssprog til robot inventar 51515, taget fra deres app)

På figur: 23, kan der ses en visuel model af programmeringssproget LEGO MINDSTORMS bruger i forbindelse med det før omtalte MINDSTORMS-sæt. Denne “træk- og slip”-kode er blevet udarbejdet af gruppen ved brug af LEGO MINDSTORMS app. Som det kan ses på figur: 23, består LEGO MINDSTORMS programmeringssproget af mere komplicerede “blokke” sammenlignet med gruppens eget programmeringssprog. LEGO MINDSTORMS gør også brug af løkker, hvilket på figur: 23 er lig “Gentag 2 gange” efterfulgt af de stablede “blokke”, eller funktioner. De efterfulgte funktioner kan dog justeres i forhold til 3 forskellige parametre i den samme funktion.

Dette højner kompetenceniveauet sammenlignet med gruppens programmeringssprog, i forhold til rapportens fokuspunkt på elevernes teknologiforståelse i folkeskolen. Det er derfor værd at belyse LEGO MINDSTORMS-sættets anbefalede aldersgruppe, der er fra 10 år og op efter. Aldersgruppen til dette LEGO MINDSTORMS-sæt er altså derfor mellemtrinnet og op efter, derved vurderes kompetenceniveauet parallelt med aldersgruppen i forbindelse med LEGO MINDSTORMS-sættets programmeringssprog. Yderligere har LEGO MINDSTORMS' programmeringssprog flere funktioner til robotterne, der kan justeres, dermed øges mulighederne i forbindelse med undervisning, såfremt dette sæt blev indkøbt til selvsamme. Dette kan skabe øget interesse blandt eleverne, men kan muligvis også være overvældende, hvis de ikke på forhånd har haft introduktion til programmering og teknologiforståelse.

Delkonklusioner på analysen af produkterne:

I forbindelse med analysen er gruppen kommet frem til flere delkonklusioner, hvoraf nogle vil blive uddybende diskuteret mere end andre i diskussionen. I forhold til teknologiernes tilsigtede og utilsigtede effekter, mindede de i flere aspekter hinanden, dog med nogle enkelte forskelle, der skaber en tydelig kontrast. Gruppens produkt er et billigere alternativ til introduktion til teknologi og programmering i indskoling, hvorimod LEGO MINDSTORMS er i en særdeles anden prisklasse. Faktoren vedrørende antal produkter til rådighed blandt eleverne, spiller også en rolle i forbindelse med udbytte af undervisning, samt det økonomiske aspekt. Derudover har gruppens produkt et højt antal skarpe kanter, hvilket kan medføre uheldige situationer blandt eleverne, der kan føre til personskader. LEGO MINDSTORMS består derimod af flere runde kanter blandt komponenterne, hvor erfaringen af udvikling af produkter til børn kan ses. Dog vurderes opsyn af eleverne fra lærernes og pædagogernes side, som værende en essentiel faktor angående forebyggelse af personskader blandt eleverne, ved brug af begge produkter.

Ydermere gør begge produkter brug af nogenlunde samme teknologiske systemer. Den store forskel på produkternes teknologiske systemer er, MINDSTORMS indbyggede Bluetooth modtager, der kan sende og modtage signaler trådløst. Dette kan kaldes i kontrast til gruppens produktforslag, hvorved der skal forbindes et kabel til Arduino boardet. Disse fungerer henholdsvis LEGO MINDSTORMS og gruppens produkt, som deres respektive "hjerner". LEGO MINDSTORMS gør brug af programmering via en app på smart devices, der kan

forbindes via Bluetooth til robotten, hvorimod gruppens produkt gør brug af programmering via en computer, der efterfølgende skal uploade koden til robotens Arduino board via USB-tilkobling.

Derudover kan der samles adskillige flere typer robotter i forbindelse med LEGO MINDSTORMS-sættet, hvilket kan medføre flere teknologiske systemer, da LEGO har inkluderet sensorer og motorer, som har forskellige funktioner afhængig af den konstruerede robot.

Yderligere er der design-forskelle i forhold til produkternes visuelle ydre og programmeringssprog. Gruppens produkt vurderes at være et simpelt design sammenlignet med LEGO MINDSTORMS-sættet. Dertil består gruppens produkt af væsentlig færre komponenter, i forbindelse med konstruktion af robotten, sammenlignet med LEGO MINDSTORMS, der indeholder en betydelig mængde flere komponenter, til konstruktion af de mange mulige robotter.

Ligeledes menes gruppens programmeringssprog at være letforståeligt i forhold til målgruppen, eleverne i indskoling, versus LEGO MINDSTORMS programmeringssprog værende særdeles komplekst forbundet med elevernes kompetencer i indskoling. Gruppens programmeringssprog og produkt har dog begrænsede muligheder, hvorimod LEGO MINDSTORMS tilbyder større mængder. LEGO MINDSTORMS-sættet er dog anbefalet til børn fra 10 år, hvilket svarer til mellemtrinnet i folkeskolen. Derfor kunne introduktionen til LEGO MINDSTORMS på dette tidspunkt være en sublim efterfølger af gruppens produkt fra indskoling.

Diskussion:

Så er det blevet tid til at diskutere de forskellige aspekter ved begge systemer og forsøge at besvare om opgavens problemstilling er blevet løst. Som beskrevet i afsnittet ovenfor er der stor forskel på kompleksiteten i LEGO's MINDSTORMS-serie og produktforslaget udviklet i denne rapport. Efter begge systemer er blevet analyseret, kan der kigges på styrker og svagheder i systemerne.

En af LEGO's klare fordele er hele det netværk, der er bygget op omkring MINDSTORMS. Da det er et ældre system, har det haft længere tid til at opbygge en fangruppe der kan støtte med viden og hjælp. Det kan derfor være meget nemmere at finde hjælp til MINDSTORMS end et endnu helt ukendt produkt, som den robot designet i opgaven. Dette kan medvirke til øget motivation for skoler, til at vælge den løsning med den største videns base.

Vælger skolen at købe et produkt som det designet i opgaven, kan de ikke finde den samme type dokumentation og guides som man kan til MINDSTORMS. Dette vil ikke blot påvirke, hvor komplekst et pensum der kan opstilles omkring produktet, men også i hvilken grad eleverne har frihed til at bygge alternative modeller, end dem sættene er tiltænkt. Køber skolen et sæt MINDSTORMS, kan eleverne bruge deres kreativitet og bygget noget, der ikke står i manualerne. Køber skolen sættet med robotten, vil eleverne være "tvunget" til at bygge bilen som den er designet til at skulle samles. Derimod kan det også stille således op, at den manglende kompleksitet på robotten, gør den nemmere at bruge for eleverne i målgruppen. Eleverne skal udelukkende tænke på hvordan robotten skal programmeres, frem for også at skulle bruge hjælp til at bygge den rigtigt. Dette kan hjælpe med at underviseren kan bruge mere tid på at hjælpe med det fagligt relevante, frem for at skulle hjælpe med samlingen af produktet. Det er heller ikke en hemmelighed, at børn kan være dygtige til at smide små ting væk, og robotten har derved en fordel, da den udelukkende består af store komponenter.

Herefter kan der kigges på prisen af de to løsninger. Som beskrevet i afsnittet omkring prissætning, er LEGO MINDSTORMS ikke en billig løsning at implementere i en skole. Dette er formentlig en af MINDSTORMS største hæmsko for at blive implementeret i flere skoler, da en pris på 36.387kr. pr. klasse, med 26 elever, er en stor omkostning for et i forvejen presset offentligt skolesystem. Totalprisen er udregnet ved at tage sætprisen på 2799kr, ganget med 13 sæt pr. klasse. Så skal eleverne deles to om et sæt.

Med det in mente, kan der med fordel kigges på robotten designet til denne opgave. Med en pris på 524kr. pr. enhed, hvis der skal bruges samme antal som MINDSTORMS, er robotten klart at fortrække prismæssigt. Koblet sammen med den simple opbygning og færre komponenter at smide væk, kan dette med tiden yderligere sænke investeringerne, der skal laves i undervisningsmaterialet, da der ikke skal købe nye reservedele hele tiden. Findes den manglende kompleksitet ikke et problem af skolen, kan de derfor med fordel købe flere af gruppens

designede robotter end MINDSTORM-sæt og derved potentielt øge motivationen blandt eleverne, da de ikke skal sidde 3-4 personer og deles om et sæt. Dette er naturligvis udover de skoler der lige nu ikke har råd til MINDSTORMS, som måske nu kan investere i teknologi til skolens undervisning. Det kan tilmed øge ligheden mellem små skoler med lave budgetter og store skoler med flere penge.

Det er ikke kun prisen og simpliciteten der taler for opgavens produktforslag. Da den er bygget af Open Source-komponenter, og samtidig kan printes lokalt på de skoler der har en 3D-printer, kan dette være med til at øge elevernes forståelse for, at alt ikke behøver at blive lavet på en fabrik i et andet land, for efterfølgende at blive fløjet til Danmark. Selvom dele af robotten ikke bliver produceret andre steder end Kina, tænkes der specifik på hjulene og chassiset, der enten printes på en 3D-printer i Danmark eller lokalt på skolen. Kan eleverne se ideen i at lave ting lokalt, frem for at købe dem fra udlandet, kan det medføre at eleverne senere i deres liv også hellere vil reparere genstande frem for at købe nogle nye. Selvom det ikke er alle skoler der har mulighed for at printe robotten lokalt på skolen, er der stadig mulighed for, at alle skoler kan købe den som det traditionelt ville gøres. Dette skal sikre, at skoler uden det korrekte udstyr ikke bliver udeladt fra at bruge undervisningsmaterialet. Ses der på LEGO MINDSTORMS, kan dette købes mange forskellige steder, samt steder med rabat til skoler, og derved er det heller ikke svært at anskaffe MINDSTORMS til skoler. Det er blot dyrere, end den i opgaven designede robot.

Herefter kan der kigges på de to programmeringssprog. Det er med softwaren som med hardwaren, at begge side har styrker og svagheder. MINDSTORMS har endnu engang den største frihed når det kommer til programmeringen, da der findes en længere række sensorer og andre komponenter der kan kobles til system og styres. Der er også mange flere forskellige funktioner bygget ind i MINDSTORMS programmeringssprog, hvilket bidrager til muligheden for at bygge relativt komplekse programmer. Specielt sammenlignet med de få funktioner der er i programmeringssproget lavet i opgaven. Det er dog ikke kun positivt, at have mange funktioner, da den øgede kompleksitet også kan gøre det sværere at navigere rundt i sproget og vælge de rigtige funktioner der skal bruges. De mange valgmuligheder kan nemt være en forvirrende faktor, når børn skal sættes ind i systemet og begynde at programmere selv. Fælles for de to programmeringssprog er dog at de begge bidrager til, at et fysisk artefakt bevæger sig

eller laver en lyd. Begge sprog kan derfor stilles i kontrast til de tidligere nævnte sprog Scratch og Swift. Både Scratch og Swift sigter efter at dygtiggøre børn, gennem programmering af udelukkende digitale produkter. De kan altså ikke ”snakke” sammen med hardware på samme måde som MINDSTORMS og gruppens produkt.

Som nævnt i redegørelsen for teknologiforsøget kan det bidrage til børnenes motivation at have et fysisk objekt de kan forholde sig til når det bevæger sig. Swift løser dette ved, som tidligere nævnt, at man skal ”styre” en spiller rundt på en skærm, ved hjælp af kommandoer. Scratch har mere frihed i den forstand, at det oftest er læreren selv, der skal finde på alle opgaverne.

Opgaverne er dog fortsat bundet til den digitale platform og er derigennem måske ikke lige så motiverende for eleverne at bruge, som noget fysisk de kan interagere med. Fordelene ved de udelukkende digitale platforme er naturligvis, at de ikke kræver nogen bestemt type hardware, før de virker og kan bruges i undervisningen. Det kan ligeledes ikke gå i stykker eller blive smidt væk, da eleverne bruger det udstyr de allerede har til rådighed for tilgå servicerne. Dette sparer skolerne for at skulle indkøbe yderligere udstyr, udover det, alle elever i forvejen får udleveret også selvom det måske sker på bekostning af motivation fra eleverne. Som nævnt i den teknologiske tidslinje, startede programmering som læring, med et sprog kaldet LOGO. LOGO havde sin oprindelse, som et sprog der skulle gøre det nemt for børn at lære programmering. LOGO var ligesom MINDSTORMS og det udviklede programmeringssprog også tiltænkt at skulle styre en robot.

Der er tidligere i rapporten blevet analyseret på to lande der har implementeret, eller er i gang med at implementere, teknologiforståelse i folkeskolen. USA har haft deres STEM undervisning, som står for Science, Technology, Engineering and Mathematics, på pensummet siden 1965.

Holland har i deres folkeskole system, lagt stor autonomi ind i forhold til hvad pensum skal være, således at det er skolerne selv der bestemmer, det pensum som der bliver undervist i. Der er dog flere skoler der sætter teknologiforståelse på pensum eftersom der bliver flere lærere, der har et kendskab til det, samt de teknologiske objekter som kan bruges til undervisningen, bliver billigere og lettere tilgængelige. I Danmark er der ikke noget formelt, standardiseret pensum i teknologiundervisningen, der er derfor taget udgangspunkt i rapporten ”(Management Consulting, n.d.)” Det alle tre lande har tilfælles er, at den teknologiundervisning som der er i

skolerne nu, ikke findes tilstrækkelig i forhold til, at forberede børn og unge til den digitaliserede og teknologiske verden, som de skal leve i når de er færdige med folkeskolen.

Teknologiforståelse bliver vigtig i stadig flere erhverv hvor der før ikke har været stort brug af teknologi. Selv håndværkere skal i fremtiden have et meget højere teknologikundskab end den dag i dag. Derudover mangler der stadig kvalificeret og kompetent arbejdskraft, i IT-branchen hvor der hvert år bliver flere arbejdspladser en færdig uddannede. Dette vil sige at der kommer til at blive større konkurrence, både mellem konkurrenter og mellem brancher, samt mangel på arbejdskraft vil gøre den teknologiske udvikling betydeligt langsommere. Det er derfor vigtigt at sørge for at der kommer teknologiforståelse på pensummet i folkeskolen og at det er relevant og opdateret viden som faciliteres af erfarent pædagogisk personale, og med teknologi som er interessant og motiverende for børn uden at blive irrelevant. Det må derfor heller ikke være et omkostningstungt produkt, da det skal være let at opdatere og erstatte eventuelle ødelagte, tabte eller "outdatede" dele. Dette er især vigtigt hvis teknologiundervisningen tilrettelægges efter Piagets og Paperts didaktiske teorier, som begge lægger et stort fokus på at der skal foregå fysisk interaktion og eksperimenter, for at optimere og maximere det læringsudbytte, som jo netop er formålet med undervisning. Det er gruppens forståelse at LEGO MINDSTORMS er det mest populære teknologi og programmerings relevante undervisnings produkt. Det koster 2799 kroner, dette gør ofte at 2-3 elever skal samles om en robot og en computer. Det er også enormt omkostnings tungt for en skole at købe de sæt så de kan bruges til undervisning. Hvis der er 26 elever i en klasse og de skal deles 2 om et LEGO MINDSTORMS sæt, så koster det 36.387 kroner. Derudover er der de omkostninger der sker i forbindelse med generelt brug og slid. Derudover er der de omkostninger, som er forbundet med de lærere, der skal undervise i dette, skal undergå en efteruddannelse så de kan undervise i, løse de problemer der måtte opstå, samt svare på de spørgsmål som eleverne kunne have. Dette gør at det er en stor investering for en skole at anskaffe LEGO MINDSTORMS til undervisning, specielt når dette ikke er en del af det faste pensum. Dette er langt fra muligt i de fleste skoler, både i Danmark og i andre lande. Derfor er det vigtigt at markedet bliver introduceret til en løsning som er langt billigere end de eksisterende muligheder såsom LEGO MINDSTORMS. Gruppens eget produkt har den fordel at være meget billigere end konkurrenter, derudover er gruppens produkt ikke låst med hensyn til hvilke dele og komponenter der kan bruges. Der kan selv modificeres og indkøbes hvad der findes relevant i forhold til undervisning, hvis der findes dele der er billigere end de tilhørende til

produktet, kan disse købes ind og bruges uden at skulle "hacke" produktet. Ulempen ved gruppens produkt er, at der ikke har været en større design og udviklings-fase og den direkte brugervenlighed er derfor et postulat lavet i perspektivering og sammenligning til førnævnte konkurrenter. Dette betyder også at der er langt mindre hjælp at finde, både i form af fejlfinding og i forhold til brugerens egne ideer, da der ikke er foregået en længere test fase. Hvor diverse problemer kunne være blevet fundet og deres løsning skrevet i bruger manualen eller i et online fællesskab.

Konklusion:

Ud fra den indsamlede empiri, den ovenstående diskussion og problemerne stillet først i opgaven, kan der drages en række konklusioner. Det første arbejds spørgsmål er således:

- 1. Hvordan kan der laves en robot, og programmeringssprog, der kan sætte større fokus på programmering i folkeskolen?*

Der er blevet designet en robot, der kan bruges til undervisning i de indskolingsklasserne. Robotten har en række faktorer der gør den bedre, end de andre konkurrerende produkter på markedet. Heriblandt er den nemmere at bruge, hvilket gør den mere attraktiv end eksempelvis LEGO MINDSTORMS. Derudover er den designet med henblik på at kunne produceres på skoler der har en 3D-Printer, enten som en del af undervisningen, eller som en måde at spare penge på. Skoler uden 3D-printere kan naturligvis købe den, som man traditionelt ville, i en butik.

Det er lykkedes at lave et programmeringssprog, der kan bruges til undervisning af elever i indskolingen. Igen er det simpliciteten der bidrager til produktets konkurrencedygtighed, da der modsat MINDSTORMS ikke er lige så mange forskellige funktioner eleverne skal lære, før de kan styre de tilhørende teknologiske robotter.

Herefter kan der ses på andet arbejds spørgsmål:

- 2. Hvor dyr vil en sådan løsning være og hvor dyr er de alternative produkter på markedet?*

Som beskrevet i afsnittet omkring prissætning, koster robotten 524 kr. Dette skal ses i kontrast til LEGO MINDSTORMS der koster 2799kr. pr sæt. Altså er det designede produkt en markant billigere løsning, end det alternativ det bliver sammenlignet med. Prisen kan også være med til at

udbrede teknologien mere, og derved give et endnu større fokus på programmering i landets almene folkeskoler. Det er altså lykkedes gruppen at designe en konkurrent til LEGO MINDSTORMS, der er omkring 1/5 af prisen, og stadig har mange af de samme funktioner.

3. *Hvordan sættes der fokus på, og arbejdes med, at fremme teknologiforståelse i andre landes skoler?*

Efter analysen af forskellige landes undervisningsmetoder indenfor programmering og IT, kan det konkluderes, at der ikke er den store forskel mellem Danmark og de analyserede lande. Det er derfor tydeligt at, selvom Danmark ikke har et officielt pensum i teknologiforståelse, ikke falder bag de undersøgte lande i fagligheden indenfor teknologiforståelse. Derfor kan det postuleres, at hvis der bliver indført teknologiforståelse som et obligatorisk fag i den Danske folkeskole, vil dette kunne give Danmark en fordel fremfor Holland og USA.

4. *Vil der ligge en højere motivation eller deltagelse fra eleverne hvis fokuset er programmering af et fysisk produkt, kontra et digitalt produkt? (Hjemmeside osv.)*

Ud fra den information der er indsamlet i løbet af rapporten, er konklusionen at et fysisk produkt vil øge motivationen fra eleverne til at bruge produktet. I begyndelsen, mente Seymour Papert at han med LOGO, kunne hjælpe børn med at lære programmering og yderligere øge deres motivation ved at få dem til at styre en ”skildpadde-robot”. Dette er yderligere understøttet af teknologiforsøget, hvori der står, som beskrevet i afsnittet omhandlende forsøget, at børn havde større motivation til at lære, når de fik en robot at programmere.

Til sidst kan der konkluderes på problemformuleringen.

Hvordan kan der skabes et ”læringsprodukt”, der via en robot, kan give de små elever i folkeskolen større indblik i programmering og opbygning af teknologiske systemer og artefakter?

Gennem designfasen, er der blevet skabt et produkt der kan hjælpe elever i indskolingen med at forstå programmering. Dette er gjort ved at designe en robot og programmeringssprog, der er simpelt nok til at eleverne kan forstå det. Samtidigt er det billigt, så skoler har nemmere ved at anskaffe det til undervisningen, og derved øges chancer for at eleverne i sidste ende får produktet

i hånden. Hvilket fører til at eleverne kan begynde at forstå programmering og teknologiske systemer bedre.

Refleksion:

Her kan der reflektere over opgavens udførelse, opbygning osv.

Idet der blev fundet en problemløsning, før der blev fundet et problem, gjorde det at rapporten i sin tidlige fase blev låst i løsningen. Dette havde den effekt, i forhold til at gruppen kunne have en lukket tankegang til, hvad der ellers kunne have været skrevet om. Ydermere kunne der også være taget en mere åben tilgang, til hvilke problemer der kunne skrives om med henblik på en rapport i TSA-dimensionen. Dette havde også den effekt at der blev tænkt mere over produktet end selve problemstillingen, hvorfra det kunne tænkes at have den effekt, at der er blevet overset vigtige og relevante rapporter, andre eksisterende produkter der løser det samme problem som gruppen produkt og en potentiel mangel på reel interesse fra brugere, skoler og staten. I forhold til den TSA-metode som der er udvalgt, og de trin i trin-modellen som gruppen har valgt at arbejde med. Kunne en udvælgelse af andre trin have givet andre resultater i analysen og haft en stor indvirken på diskussionen og konklusionen. Hvis trin ét var blevet valgt ville analysen i langt større omfang, omhandle de mekanismer og processer som udgør gruppens produkt, samt LEGO MINDSTORMS. Der ville have været et større fokus på de fysiske dele, både de elektroniske, og de normale dele. Der skulle derfor sammenlignes på de dele som gruppen har valgt til at skabe deres produkt, og de dele som LEGO MINDSTORMS putter i deres robotter. Fordele og ulemper ved begge, samt de digitale interfaces begge produkter bruger, hvad de kan bruges til og hvor grænsen for udvikling ligger i begge produkter. Trin seks omhandler de drivkræfter og barriere forekommer, i forbindelse med udviklingen og implementeringen af et produkt. Hvis trin seks havde været et af de valgte analysetrin, ville der i rapportens analyse afsnit skulle undersøges med henblik på: Hvordan og hvorledes teknologi bliver designet og tilrettelagt så det kan bruges i folkeskolen. Denne vinkel ville, gennem rapporten, give et indblik i hvilke bureaukratiske regler et produkt skal overholde for at kunne implementeres i folkeskolen, overholder LEGO MINDSTORMS disse regler og kunne det tænkes at denne type produkter slet ikke egens til brug i undervisning i den Danske folkeskole. Det interview der var planlagt, der kunne have været en større indsats i at finde adgang til en lærer der kunne hjælpe projektet, og give et fagligt og professionelt belæg til gruppens produkt.

Der kunne have været taget en mere proaktiv tilgang, da interview personen begyndte at trak fra, kunne der have været rakt ud til andre, der kunne have været genuploadet interview opslaget i en af de facebook grupper, som gruppen har forsøgt sig igennem. Gruppen kunne efter forslag fra vejleder være fysisk fremmøde på skolen for at give en lærer større incitament til at deltage ved gruppens fysiske tilstedeværelse på lokationen. Den valgte ekstra dimension er STS, hvor de didaktiske teorier er blevet undersøgt. Der kunne have været inddraget STS fra andet semester, dette ville have givet mindre plads til TSA i opgaven men der ville derigennem have været mulighed for at svare på andre spørgsmål og der ville have været et andet fokus punkt. Der blev på andet semester indført viden, gennem ni kursusgange, ud af de ni kursusgange var det kun kursusgang fire og fem der kunne være inddraget i rapporten. Dette er dog ikke valgt at gøre, da de ikke er direkte relevante, i forhold til rapportens emne og produkt. Kursusgang fire var smartness og the "Internet og Things" (IoT). Dette kunne have været brugt i forhold til relevansen af forståelse af teknologi, og den verden som teknologien bliver en større del af. Det er blandt andet det, som netop er en af hovedargumenterne for implementeringen af teknologiforståelse i folkeskolen. Dette kunne have hjulpet til at give belæg for vigtigheden af produktet, da arduino netop er en stor del, ifølge workshopforelæseren Nikolaj Møbius (arduino ninja, 2021), af IoT og hjælper med at forstå både det fysiske og digitale aspekt. Kursusgang fem omhandlede kollaboration dette kunne have haft lille relevans på det punkt at det meget har fokus på forskellen på kollaboration og Kooperation. Blandt andet i forhold til produktudvikling, hvilket hverken er et fokus i rapporten eller i forhold til arbejdet med produktet, da gruppens produkt og de didaktiske teorier der er inddraget, fokuserer på hver enkelt elev arbejder selv med produktet og ikke i en større gruppe, innovation og ny tænkning er heller ikke en del af fokuset i rapporten. Hvis der havde været inddraget D&K i stedet for STS. Dette have givet mere et fokus på produktet og derigennem kunne det have haft den indvirken at projektet ville kigge på designet af design metoder og teorier, samt det system som omgiver robotten. Der kunne også have været arbejdet på at lave et simpelt tekst-baseret programmerings framework der kunne arbejde sammen med arduino, samt implementering af en intellisense hvilket er en funktion i andre IDE'er som Microsoft Visual Studio, hvor der bliver givet forslag til kode, mens den skrives. Det kan beskrives som en intelligent ordbog til programmering. Dette ville gøre det sværere at lære men til gengæld ville det give en bedre forberedelse til arbejdsmarkedet og en bedre forståelse for den type kode der reelt set skrives.

For at danne et overblik over hvad der gøres i andre lande, er der inddraget en sammenligning mellem Danmark, Holland og USA. Hvis der var valgt andre, mere nærliggende, lande som Sverige og Norge hvor skolesystemerne og samfundet minder mere om Danmark kunne det have givet en forståelse for hvordan de andre Nordiske lande tilrettelægger og forsøger at fremtidssikre deres skolesystem. Havde der derimod været inddraget andre lande, der ligger mere fjernt, som de asiatiske eller afrikanske lande. Hvor skolesystemet og samfundet ser helt anderledes ud, både med henblik på digitalisering af samfundet, hvordan teknologier bruges i hverdagen, hvordan og hvornår børn bliver introduceret til teknologi, hvis de overhovedet bliver introduceret til det. Dette kunne sætte i perspektiv i forhold til lande, hvor der ikke er et stort brug af teknologi og hvor teknologikundskaben ikke er det store fokus. Derudover er der i hverken Danmark, Holland og USA ikke lykkedes, per opgavens aflevering, med at implementere et standardiseret og officielt pensum i forhold til teknologi. USA har implementeret fast teknologiundervisning, der er dog stor variation af udbud og kvalitet der varierer fra skole til skole. Det ville derfor have været en stor opgave at give et overblik af, uden at dette havde overtaget hele opgaven.

Kildeliste:

- 51515 Robot Inventor | Brickset | Flickr. (n.d.). Retrieved May 31, 2022, from <https://www.flickr.com/photos/brickset/50459153742>
- Ackermann, E. (2001). *Piaget's Constructivism, Papert's Constructionism: What's the difference?*
- Apple. (n.d.). *Laesepansvejledning Alle kan kode.*
- Batteri holder til 2 x 18650. (n.d.). Retrieved May 31, 2022, from <https://arduinotech.dk/shop/batteri-holder-til-2-x-18650/>
- Børne og undervisningsministeriet. (2021). *FORSØG MED TEKNOLOGIFORSTÅELSE I FOLKESKOLENS OBLIGATORISKE UNDERVISNING Slutevaluering.*
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2021). *DIDAKTISKE PROTOTYPER FORMAT OG VEJLEDNING (MAJ 2021).* 1–14.
- Christensen, T. B. (2021). *Modeller.* 1–26.
- CoC Playful Minds. (n.d.). *FIRST LEGO League.* Retrieved May 21, 2022, from <https://www.cocplayfulminds.org/vores-verden/programmer/playful-skills/first-lego-league/>
- Congressional Research Service. (2018). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: An Overview.* 1–34. <https://crsreports.congress.gov>
- Danmarks statistik. (2022). *Elektronik i hjemmet - Danmarks Statistik.* <https://www.dst.dk/da/Statistik/emner/oekonomi/forbrug/elektronik-i-hjemmet>
- Dansk Erhverv politik og analyser. (n.d.). *Indfør teknologiforståelse i grundskolen.* Retrieved May 30, 2022, from <https://www.danskerhverv.dk/politik-og-analyser/uddannelse-og-forskning2/indfor-teknologiforstaelse-i-grundskolen/>
- Digital Servo MG995 360 Degrees. (n.d.). Retrieved May 31, 2022, from <https://arduinotech.dk/shop/digital-servo-mg995-360-degrees/>
- Finansministeriet. (2022). *Danmarks digitaliseringsstrategi - sammen om den digitale udvikling.*
- Grunert, C. (2012, January 5). *Odder delte iPads ud.* <https://www.folkeskolen.dk/it-it-i-undervisningen-odder-kommune/odder-delte-ipads-ud/923758>
- Hjernekraft.org. (n.d.). *Om FIRST LEGO League - First Lego League.* Retrieved May 21, 2022, from <https://hjernekraft.org/challenge/om-first-lego-league>
- Hubers, M. D., Endedijk, M. D., & van Veen, K. (2020). *Professional Development in Education Effective characteristics of professional development programs for science and technology education.* 1–21. <https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1752289>
- Jelsøe, E. (2021a). *TSA 1, kursusgang 3, E2021.* 1–26.
- Jelsøe, E. (2021b). *TSA1, kursusgang 4, E2021.* 1–26.
- Jelsøe, E., Christensen, T. B., & Jørgensen, N. (n.d.). *TRIN-modellen.*

Gruppenr: **S2224791209**

Jeplans. (2016). *Thing files for frog by jeplans - Thingiverse*.

<https://www.thingiverse.com/thing:1777232/files>

Kollerup, S. (2021). *REDEGØRELSE OM DANMARKS DIGITALE VÆKST 2021*. 1–34.

https://em.dk/media/14173/redegoerelse-om-danmarks-digitale-vaekst-2021_endelig2.pdf

Konstruktivisme – en teoretisk (og praktisk) tilgang til læring – Blivklog. (n.d.). Retrieved May 23, 2022, from <https://www.blivklog.dk/konstruktivisme/>

Kuongshun UNO R3. (n.d.). Retrieved May 31, 2022, from <https://arduinotech.dk/shop/kuongshun-unor3/>

Lego Mindstorms. (2022). *LEGO® MINDSTORMS® | Om | Officiel LEGO® Shop DK*.

https://www.lego.com/da-dk/themes/mindstorms/about?icmp=LP-SHSB-Tall-Coding_Sidekick_Tall_Programming_for_kids-TH-MD-9OG5HW9S8Q

Lego Om Mindstorms. (2022). *Om | MINDSTORMS® | Officiel LEGO® Shop DK*.

<https://www.lego.com/da-dk/themes/mindstorms/ev3>

Lego Programmering for børn. (2022). *Programmering for børn | Kategorier | Officiel LEGO® Shop DK*.

https://www.lego.com/da-dk/categories/coding-for-kids?icmp=LP-SHQL-Standard-MT_QL_STEM_Feature_Shop_Coding_LP-PP-MT-CGNPT17KOU

Lego Robot Inventor 51515. (2022). *Robot Inventor 51515 | MINDSTORMS® | Officiel LEGO® Shop DK*.

<https://www.lego.com/da-dk/product/robot-inventor-51515>

Logo (programmeringssprog). (n.d.). Retrieved May 30, 2022, from

https://wblog.wiki/da/Logo_programming_language

Management Consulting, R. (n.d.). *FORSØG MED TEKNOLOGIFORSTÅELSE I FOLKESKOLENS OBLIGATORISKE UNDERVISNING Slutevaluering*.

Molicel INR18650-P26A 3.6V / 2600mAh Li-ion 35A. (n.d.). Retrieved May 31, 2022, from

<https://www.batteribyen.dk/molicel-inr18650-p26a-3-6v-2600mah-li-ion-35a>

Papert, S. (1980a). *MINDSTORMS Children, Computers, and Powerful Ideas*. 1–244.

Papert, S. (1980b). *MINDSTORMS Children, Computers, and Powerful Ideas*. 1–244.

Ritzau. (2021, April 4). *533 millioner Facebook-brugeres data er delt online - TV 2*.

<https://nyheder.tv2.dk/udland/2021-04-04-533-millioner-facebook-brugeres-data-er-delt-online>

Scratch - Om. (n.d.). Retrieved May 30, 2022, from <https://scratch.mit.edu/about>

Scratch (programming language) - Wikipedia. (n.d.). Retrieved May 30, 2022, from

[https://en.wikipedia.org/wiki/Scratch_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Scratch_(programming_language))

Seymour Papert - Wikipedia. (n.d.). Retrieved May 30, 2022, from

https://en.wikipedia.org/wiki/Seymour_Papert

Simply Coding. (n.d.). *What is Logo Programming? - Simply Coding*. Retrieved May 21, 2022, from

<https://simplycoding.in/what-is-logo-programming/>

Gruppenr: **S2224791209**

Swift – Apple (DK). (n.d.). Retrieved May 30, 2022, from <https://www.apple.com/dk/swift/>

Swift.org - Welcome to Swift.org. (n.d.). Retrieved May 30, 2022, from <https://www.swift.org/>

Tassy, A., Nielsen, M. B., & Danmarks Statistik, F. teknologi og kultur. (2020). *It-anvendelse i befolkningen 2020*. 1–66.

Uddannelse – Grundskole – Undervisning i kodning – Apple (DK). (n.d.). Retrieved May 30, 2022, from <https://www.apple.com/dk/education/k12/teaching-code/>

USB Kabel til Arduino. (n.d.). Retrieved May 31, 2022, from <https://arduinotech.dk/shop/usb-kabel-til-arduino/>

Figurliste:

Figur 24: Oversigt over Trinmodellen, taget fra STS I, v2021 (Jelsøe et al., n.d.)

Figur 2 25: Skema over faglige loops, (Børne og Undervisningsministeriet, 2021, p. 10) (Børne- og Undervisningsministeriet, 2021, p. 10)

Figur 3 26: Opbygning af programmeringsklodser, selvlavet

Figur 4: Startblok

Figur 5: Stopblok

Figur 6: Fremblok

Figur 7: Tilbageblok

Figur 8: Venstreblok

Figur 9: Højreblok

Figur 10: Løkke-blok

Figur 11: Printhead fra en 3D-printer, selvlavet

Figur 12: Model før slicing, selvlavet

Figur 13: Model efter slicing, selvlavet

Figur 14: Ide til hvordan banen kunne se ud

Gruppenr: **S2224791209**

Figur 15: Opsat løsningsforslag

Figur 16: Ide til banens udformning

Figur 17: Det færdige kodelykke

Figur 18: Tegning af robotten og dens komponenter, selvlavet

Figur 19: Gruppen med førhoved moteret på. Hovedet er lavet af (Jeplans, 2016, og er modificeret)

Figur 20: Billede af gruppens prototype

Figur 21: Forklaring af programmeringsprogets opbygning

Figur 22: Mindstorms sæt

Figur 23: Billede taget fra LEGO MINDSTORMS APP af et selvlavet program