

# TEKNOLOGIFORSTÅELSE

MATEMATIK 9. KLASSE

EFTERÅR

## KAN JEG REGNE MED MASKINEN?

Udarbejdet af Bo Teglskov Kristensen i samarbejde med Adrian Rau Bull, Camilla Finsterbach Kaup, Charlotte Krog Skott og Peter Søgaard \*

\*Materialet er udviklet af Københavns Professionshøjskole, Professionshøjskolen UCN, VIA University College samt læremiddel.dk for Børne- og Undervisningsministeriet under rammerne for Forsøg med teknologiforståelse i folkeskolens obligatoriske undervisning. Læs mere om forsøget på [www.tekforsøget.dk](http://www.tekforsøget.dk) og [www.emu.dk](http://www.emu.dk).



KØBENHAVNS  
PROFESSIONS  
HØJSKOLE



LÆRE  
MIDDEL  
DK



VIA University  
College



# INDHOLDSFORTEGNELSE

<b>1. Forløbsbeskrivelse .....</b>	<b>3</b>
1.1 Beskrivelse.....	3
1.2 Rammer og praktiske forhold.....	4
<b>2. Mål og faglige begreber.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Forløbsnær del.....</b>	<b>9</b>
3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer .....	10
3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase .....	12
3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer .....	14
<b>4. Perspektivering.....</b>	<b>16</b>
4.1 Evaluering .....	16
4.2 Progression.....	17
4.3 Differentieringsmuligheder.....	17

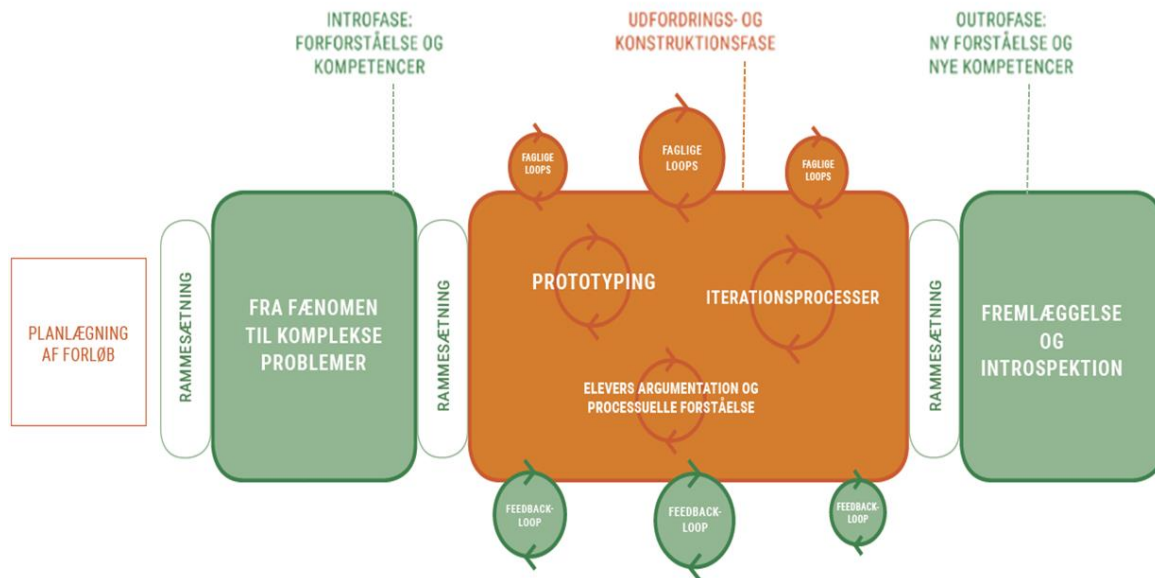
## Version 2

Dette er version 2 af forløbet. I revisionen af forløbene har vi arbejdet med at præcisere mål, rammer og aktiviteter. Der er ikke ændret fundamentalt ved forløbet, så materialer, som er udviklet til den konkrete undervisning på skolerne på baggrund af den første version af forløbet, vil stadig kunne anvendes.

*Vær opmærksom på at du altid selv skal sikre dig, at databeskyttelsesforordningen (GDPR) bliver overholdt i arbejdet med den konkrete teknologi eller internet-tjeneste i prototypen. Prototyperne er skabt med afsæt i et princip om, at eleverne ikke må dele personlig information med gratis teknologier. Det er dog i hvert tilfælde nødvendigt at tage konkret stilling til, hvordan teknologien eller tjenesten anvendes i tilrettelæggelsen af den konkrete undervisning. Undersøg altid om teknologien kan tilgås via unilogin eller anden sikker undervisningsadgang.*

# 1. Forløbsbeskrivelse

Figur 1: Forløbsmodel for prototyperne



## 1.1 Beskrivelse

Hver eneste dag benytter vi digitale hjælpemidler for at gøre vores liv lettere. Mange af os, der benytter disse digitale artefakter, tillægger dem en autoritet, der bygger på en forventning om objektivitet og ufejlbarlighed. Men kan de digitale artefakter leve op til denne tillid?

Det undersøger eleverne i dette forløb med udgangspunkt i nogle af de forskellige digitale matematikværktøjer, de støder på og benytter i undervisningen. Eleverne skal igennem forløbet opleve fejlbehæftede regnemaskiner og programmer, og med udgangspunkt heri forholde sig til kompleksiteten i at fremstille hjælpemidler og den risiko for fejl, der ligger heri. De skal desuden perspektivere deres erfaringer med denne kompleksitet over til langt mere avancerede hjælpemidler, der på forskellige niveauer helt op til samfundsniveau assisterer os i hverdagen bl.a. ved at hjælpe os med at tage beslutninger. I disse hjælpemidler er der en risiko for at vi bevidst eller ubevidst indlejrer vores holdninger og bias i algoritmerne, og eleverne skal i perspektiveringsfasen forholde sig til, hvilke konsekvenser det kan have for såvel individ som samfund. Formålet er, at eleverne udvikler en kritisk sans og skepsis og får blik for, at de selv er nødt til at forholde sig kritisk vurderende til de digitale artefakters outputs.

Forløbet er bygget op omkring analyse og vurdering af eksisterende digitale artefakter i introfasen og elevernes egne designs/redesigns af digitale artefakter, der ofte gør matematik lettere i konstruktionsfasen. I forløbets sidste fase perspektiveres til andre og mere komplekse artefakter, og eleverne skal desuden lave retningslinjer for, hvordan man som menneske kan forholde sig til "sandhederne" fra maskinerne.

Forløbet peger ind i alle tre dele af fagformålet for Teknologiforståelse som fag, ligesom det peger ind i stk. 3 i fagformålet i matematik.

## Produkt

Eleverne skal lave følgende produkter:

- Et digitalt artefakt, der kan gøre matematik lettere.
- Retningslinjer for, hvordan man som menneske skal forholde sig til outputs fra maskiner.
- Et billede, der viser noget om deres produkt, og et, der siger noget om deres proces.
- Evt. skrive en rapport om menneskets afhængighed af maskiner.

## 1.2 Rammer og praktiske forhold

### 1.2.1 Samlet varighed

Estimeret til 10 lektioner svarende til ca. 2 ugers undervisning – afhængigt af brugen af faglige loops og længden af konstruktionsfasen.

Varigheden er fordelt på:

Introfase – 2 lektioner

Konstruktionsfase – 6 lektioner

Outrofase – 2 lektioner

### 1.2.2 Materialer

#### *Analoge teknologier/materialer*

Kopiark, der kan findes på [tekforsøget.dk](http://tekforsøget.dk)

#### *Digitale teknologier*

- Adgang til computere, men ellers ingen særlige krav.
- Adgang til forskellige programmer, der fungerer som hjælpemidler i matematik.  
Disse vil variere fra skole til skole, men jeg har listet nogle forskellige eksempler op i onlineresourcen på: [kortlink.dk/24yym](http://kortlink.dk/24yym)
- Evt. adgang til programmeringsværktøjer.

#### *Elevhenvendte ressourcer (herunder evt. hjemmesideadresser, som ikke findes i ressourcebanken)*

- Interaktive forklaringer og elevhenvendte ressourcer er samlet på: [kortlink.dk/24yym](http://kortlink.dk/24yym)

#### *Lærerhenvendte ressourcer (herunder evt. hjemmesideadresser, som ikke findes i ressourcebanken)*

- Alt er samlet i dette dokument og i kopiark samt elevressourcer online.

### 1.2.3 Lokaler

- Ingen særlige krav. Eleverne skal kunne arbejde i grupper.

### 1.2.4 Videnspersoner og andre eksterne aktører

- De andre elever i klassen eller evt. andre klasser kan fungere som testpersoner af elevernes matematikhjælpemiddel.

### 1.2.5 Tværfaglighed

- Forløbet fokuserer på matematik og hjælpemidler til dette fag, men kunne sagtens udvides til også at omhandle hjælpemidler i andre fag. Det kunne fx være en konditalsberegner i idræt eller lign., men det er der dog ikke lagt op til i forløbet her. De forskellige dilemmacases kan også være oplagte at arbejde med i et fag som samfundsfag, og det vil give mulighed for at komme meget dybere ned i denne del.

## 2. Mål og faglige begreber

Målene og begreberne læres dels ved at lade eleverne forholde sig til eksisterende apps og analysere dem, reflektere over dem og evt. redesigne dem. Dels ved at vende rollerne på hovedet og sætte eleverne i positionen som dem, der designer et digitalt artefakt i form af et hjælpemiddel til brug i matematik. Derigennem får eleverne erfaringer med de komplekse beregningsalgoritmer, der ligger i selv helt simple hjælpemidler, og de får en opmærksomhed på, hvordan man kan designe hjælpemidlet, så det tilgodeser bestemte modtageres præferencer. Desuden får eleverne mulighed for at kigge på deres egen brug af hjælpemidler, set udefra. De får desuden erfaringer med nogle af de muligheder og begrænsninger (fx fejlkilder), der er i digitale teknologier og herunder især digitale hjælpemidler i matematik.

Afhængig af typen af app/artefakt vil eleverne komme omkring forskellige dele af stofområderne. De vil dog alle skulle oversætte stofområdet til noget en computer kan behandle, og i den proces får de brug for færdigheder indenfor området tal og algebra samt modelleringskompetencen.

### Modelleringskompetencen:

#### *Fra læseplanen:*

I 3. trinforløb lægger undervisningen vægt på, at eleverne bliver i stand til at gennemføre modelleringsprocesser, og at de kan vurdere matematiske modeller. Undervisningen omfatter i dette trinforløb:

- Strukturering og afgrænsning af den del af omverdenen, de skal modellere
- Opstilling af en problemstilling
- Oversættelse af problemstillingen til en matematisk model og matematisk behandling af modellen
- Tolkning af den matematiske model i forhold til den oprindelige problemstilling
- Kritisk analyse af modellen.

Elevernes vurdering af matematiske modeller omfatter afkodning, tolkning og kritisk analyse af modellen i forhold til den del af omverdenen, som er modelleret. Undervisningen i modellering vedrører på de ældste klassetrin både hverdagen og natur- og samfundsforhold og inddrager de tre stofområder alsidigt, sådan

at eleverne både kan vurdere matematiske modeller og gennemføre modelleringsprocesser, der kræver færdigheder og viden vedrørende tal og algebra, geometri og måling samt statistik og sandsynlighed.

## **Tal og algebra:**

### *Fra læseplanen under "Formler og algebraiske udtryk":*

Færdigheds- og vidensområdet fokuserer på elevernes anvendelse og udvikling af formler og algebraiske udtryk. Fra begyndelsen af trinforløbet arbejder eleverne med at repræsentere algebraiske udtryk geometrisk og med at beskrive egenskaber ved geometriske figurer ved hjælp af algebra. Senere i trinforløbet sigter undervisningen mod, at eleverne kan oversætte enkle sammenhænge til algebraiske udtryk i forbindelse med løsning af både praktiske og teoretiske problemstillinger. Eleverne anvender sådanne algebraiske udtryk, herunder formler, til løsning af problemer. Fx kan sammenhængen mellem tid, strækning og fart eller sammenhængen mellem højde, sidelængder og areal i et trapez beskrives med algebraiske udtryk.

### *Fra læseplanen under "Funktioner":*

Trinforløbet sigter bl.a. mod at gøre eleverne i stand til at beskrive sammenhænge mellem to talstørrelser ved hjælp af funktioner. Heri indgår overvejelser om brugen af konstanter, afhængige og uafhængige variable. Eleverne anvender alsidige repræsentationer, herunder tabeller, grafer, funktionsforskrifter og hverdagsproglige repræsentationer. Undervisningen kan bl.a. inddrage digitale værktøjer i fremstillingen af de forskellige repræsentationer og fokusere på oversættelse og sammenligning mellem dem.

KOMPETENCE-OMRÅDER	MATEMATISKE KOMPETENCER	TAL OG ALGEBRA	TEKNOLOGIFORSTÅELSE
Kompetencemål (efter 9. klassestrin)	Eleven kan handle med dømmekraft i komplekse situationer med matematik	Eleven kan anvende rationale tal og variable i beskrivelser og beregninger	Eleven kan handle med overblik med digitale teknologier i arbejdet med konkrete problemstillinger fra lokalsamfundet situationer fra deres hverdag
Færdigheds- og vidensmål (efter 9. klassestrin)	<p>Modellering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan afgrænse problemstillinger fra omverdenen i forbindelse med opstilling af en matematisk model</li> <li>Eleven har viden om strukturering og afgrænsning af problemstillinger fra omverdenen</li> <li>Eleven kan vurdere matematiske modeller</li> <li>Eleven har viden om kriterier til vurdering af matematiske modeller</li> </ul>	<p>Formler og algebraiske udtryk</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan udføre omskrivninger og beregninger med variable</li> <li>Eleven har viden om metoder til omskrivninger og beregninger med variable, herunder med digitale værktøjer</li> </ul> <p>Funktioner</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan anvende lineære funktioner til at beskrive sammenhænge og forandringer</li> <li>Eleven har viden om repræsentationer for lineære funktioner</li> <li>Eleven kan anvende ikke lineære funktioner til at beskrive sammenhænge og forandringer</li> <li>Eleven har viden om repræsentationer for ikkelineære funktioner</li> </ul>	<p>Programmering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan modificere og konstruere programmer til løsning af en given opgave</li> <li>Eleven har viden om metoder til trinvis udvikling af programmer</li> </ul> <p>Data, algoritmer og strukturering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleven kan genkende og anvende mønstre i strukturering af data og algoritmer med udgangspunkt i konkrete problemstillinger</li> <li>Eleven har viden om mønstre i strukturering af data og algoritmer</li> </ul>

### Konkretiserede mål:

- Eleven kan analysere og fejlsøge på hjælpemidler til matematik og skelne mellem fejl i kodningen og designvalg i udviklingen af hjælpemidlet.
- Eleven kan udvikle algoritmer til at udføre matematiske beregninger i et computerprogram.
- Eleven kan forholde sig til vores brug af digitale hjælpemidler i hverdagen og i samfundet og reflektere over hensigtsmæssige strategier i vores møde med disse hjælpemidler.

## FAGLIGE BEGREBER I FORLØBET – TEKNOLOGIFORSTÅELSE

### Inputteknologi

Inputteknologi er en samlet betegnelse for de dele af et digitalt artefakt, som lader brugeren interagere med artefaktet. Det kan f.eks. være et tastatur, et kamera eller en sensor, som kan registrere et input fra en bruger og omsætte det til en handling i en computer. Det kan være vigtigt at forholde sig til inputteknologier i forhold til dels egne digitale artefakter og dels i forhold til analytisk at vurdere andres digitale artefakter.

**Fra forfatteren:** Når eleverne skal designe hjælpemidler, skal de bl.a. forholde sig til, hvordan brugeren kan interagere med det digitale artefaktet. Her vil et fokus på inputteknologier være relevant. Det burde ikke være et nyt begreb for eleverne, men det er med her for at sætte fokus på, at det bør være noget, man er opmærksom på.

### Outputteknologi

Outputteknologi er en samlet betegnelse for de dele af et digitalt artefakt, som giver brugeren feedback på en interaktion med artefaktet. Det kan f.eks. være en skærm (visuel feedback), en højttaler (auditiv feedback) eller en vibration (taktile feedback).

**Fra forfatteren:** Samme som inputteknologi.

### Algoritme

En utvetydig (for computeren) trin-for-trin-procedure, der beskriver en løsning på et problem.

I dette forløb primært i form af regneudtryk og formler, der kan løse specifikke opgavetyper i matematik.

**Fra forfatteren:** Algoritmer vil være kernen i elevernes hjælpemiddel, og det vil derfor være hensigtsmæssigt at benytte begrebet. Det bør ikke være et nyt begreb for eleverne, men det er alligevel vigtigt, at det bruges aktivt i forløbet.

### Strukturering

Handler både om opbygningen af et program og den måde man konstruerer et program bid for bid.

I opbygningen af et program kan bruges forskellige tilgange som fx loops/løkker, forgreninger og lign.

I strukturering af processen med at lave et program handler strukturering primært om de måder man opdeler processen og dermed også programmet i mindre dele, som man senere sætter sammen eller udbygger.

**Fra forfatteren:** I forløbet her skal eleverne forholde sig til andres strukturering i introfasen, og de skal selv strukturere et program i konstruktionsfasens designdel. Strukturering er ofte et overset element i opbygningen af programmer, da vi i grundskolen tit arbejder med meget simple programmer. Det er dog en vigtig del af opbygningen af mere komplekse programmer, og derfor er det centralt at få brugt begrebet og lade eleverne tænke i strukturering allerede i grundskolen.



## 3. Forløbsnær del

### Overblik over forløbet (10 til 12 lektioner)

LEKTIONSNUMMER	INDHOLD	FORMÅL
<b>Introfaser (2 - 3 lektioner)</b>		
<b>1 - 3</b> <b>Fagligt loop</b>	- Kopiark 1-3 - Online ressource <ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse af konkrete hjælpemidler.</li> <li>Udbedring af fejlbehæftet algoritme i et hjælpemiddel.</li> <li>Refleksion over vores brug af hjælpemidler i matematik.</li> <li>Produktion af simpel procentberegner.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Scenen sættes for emnet digitale hjælpemidler i matematik og generelt.</li> <li>Eleverne kan forholde sig til hjælpemidlernes autoritet (vi tror stort set altid ukritisk på maskinen).</li> <li>De første skridt med at programmere et hjælpemiddel tages for at forberede eleverne til konstruktionsfasen.</li> </ul>
<b>Konstruktions- og fordybelsesfasen (5 - 10 lektioner)</b>		
<b>4</b> <b>Undersøgelse, rammesætning og Idegenerering</b>	- Kopiark 4-5 - online ressource <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleverne afdækker, hvad der findes af hjælpemidler.</li> <li>Eleverne arbejder ud fra hjælpeark med at spore sig ind på, hvad deres hjælpemiddel skal kunne.</li> <li>Eleverne finder på ideer til deres hjælpemiddels opbygning.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Få inspiration til deres idefase.</li> <li>Afgrænsning af deres eget designs funktionalitet.</li> <li>Idégenerering skal sikre, at eleverne har tænkt flere muligheder igennem og ikke blot går med den første idé</li> </ul>
<b>5 - 7</b> <b>Konstruktion</b>	- Kopiark 4-6 - online ressourcer <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleverne arbejder iterativt med at producere et digitalt hjælpemiddel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lære at arbejde i en iterativ designproces.</li> <li>Kunne udvikle algoritmer.</li> <li>Kunne fejlsøge på algoritmer.</li> </ul>
<b>8</b> <b>Feedbackloop</b>	- kopiark 7-9 <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleverne går sammen i nye grupper og præsenterer de foreløbige resultater af deres arbejde.</li> <li>Eleverne giver sparring på de andres produkter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blive inspireret af hinandens produkter.</li> <li>Få sparring på egne produkter med henblik på forfining.</li> </ul>
<b>9</b> <b>Finpudsning og planlægning af præsentation</b>	- kopiark 10 <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleverne finpudser deres hjælpemiddel på baggrund af den feedback, som de fik i 7. lektion.</li> <li>Eleverne gør klar til at præsentere deres hjælpemiddel på maks. 2 minutter.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Finpudsning af produkterne.</li> <li>Eleverne skal være skarpe på, hvad de vil sige i præsentationen, og hvad der er det centrale ved deres hjælpemiddel.</li> </ul>
<b>Outrofase (2 lektioner)</b>		
<b>10-11 lektion</b>	- kopiark 11 og evt. 12 <ul style="list-style-type: none"> <li>Eleverne præsenterer på skift deres hjælpemiddel på 2 minutter.</li> <li>De andre elever får mulighed for at teste hvert enkelt hjælpemiddel.</li> <li>Links til hjælpemidlerne samles i et dokument.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Præsentere et produkt</li> <li>Få produktet afprøvet på brugere i målgruppen.</li> <li>Reflektere over vores forhold til digitale hjælpemidler i samfundet generelt.</li> </ul>

LEKTIONSNUMMER	INDHOLD	FORMÅL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cases fra virkeligheden, hvor mennesker bruger hjælpemidler på mere komplekse forhold end en simpel beregner. Eleverne udarbejder på baggrund af cases gode råd, de kan give til politikkerne angående vores brug af digitale hjælpemidler.</li> </ul>	

## 3.1 Introfase: Forforståelse og kompetencer

Introfasen i dette forløb er kort og bygger langt hen ad vejen på færdigheder, der retter sig mod den afsluttende prøve, og som eleverne derfor kan forventes at besidde allerede.

Fasen tjener flere formål:

- at sætte scenen for problemfeltet og bygge bro til problemstillingen
- at stilladsere hjælpemiddelproduktionen i konstruktionsfasen ved at lade eleverne arbejde med analyse og redesign af eksisterende, afgrænsede hjælpemidler.

### 3.1.1 Varighed

Ca. 2 - 3 lektioner af 45 minutter.

### 3.1.2 Problemfelt

Som beskrevet i indledningen, er vi dagligt afhængige af forskellige digitale hjælpemidler i mange forskellige sammenhænge. Nogle af dem registrerer vi selv, at vi benytter, men nogle af dem kører også blot "af sig selv" i baggrunden. De digitale hjælpemidler har en autoritet, der kan have en tendens til at sætte menneskets fornuft i anden række.

Kort opsummeret er problemfeltet for forløbet vores ofte ukritiske brug af digitale hjælpemidler og vores blinde tillid til, at de fungerer, som de skal.

### 3.1.3 Problemstilling

Gennem forløbet arbejdes ud fra denne problemstilling, samt dens underpunkter:

- Kan jeg regne med maskinen?
  - Hvor sikker kan jeg være på, at programmerne ikke spytter forkerte tal ud?
  - Hvordan opbygger man et hjælpemiddel til matematik?
  - Hvilken betydning har det for min daglige omgang med de digitale hjælpemidler?

### 3.1.4 Iscenesættelse/scenarie:

Fasen består af et enkelt fagligt loop, der skal forsøge at rykke ved elevernes tillid til de digitale hjælpemidler, ved at gøre dem opmærksomme på, at hjælpemidlerne kan fejle på forskellig vis. Som en del af denne erfaringsdannelse skal eleverne rette fejl i programmer og komme med forslag til redesign af konkrete og simple hjælpemidler. På den måde bevæger eleverne sig fra at forholde sig kritisk og analytisk til selv at være producerende med udgangspunkt i analysen.

Som afslutning på fasen skabes overgang til den næste fase, hvor eleverne skal indgå i rollen som hjælpemiddeldesignere, der kommer med løsninger, der adresserer et konkret problem i deres matematikbog.

### 3.1.5 Faglige loops

#### 1: Analyse af digitale artefakter: input => databehandling => output

- Skal give eleverne en forståelse for, hvordan computere generelt fungerer ved at databehandle nogle inputs og ud fra dem og de kommandoer, der er skrevet ind i computerens programmer, genere nogle outputs.
- Skal få eleverne til at reflektere over, i hvilken grad vi er afhængige af hjælpemidler og har tillid til dem.
- Skal give eleverne den første inspiration til design af hjælpemidler.

**Varighed:** ca. 2-3 lektioner.

#### Beskrivelse:

Læreren starter lektionen med at præsentere en case med en elev, der har været på nettet for at finde en valutaomregner, der kan regne om fra DKK til Euro. Vis valutaomregneren fælles og forklar, hvad en valutaomregner egentlig er for noget. Et hjælpemiddel, der skal gøre det lettere for os hurtigt at regne om mellem forskellige valutaer. Valutaomregning kan beskrives som en standardprocedure, hvor beregneren skal gøre det samme ved input igen og igen. Læreren fortæller eleverne, at "Den valutaomregner skal I analysere lige om lidt".

Inden eleverne slippes løs, skal de præsenteres for begreberne: **input => databehandling => output**. Tag evt. udgangspunkt i madlavningseksemplet fra Wikipedia: <https://da.wikipedia.org/wiki/Input>. Bed eleverne om at snakke kort (1 – 2 minutter) med sidemanden om, hvad der er hhv. input, databehandling og output i en valutaomregner. Saml op fælles.

Efter den indledende snak om valutaberegneren, arbejder eleverne i mindre grupper/par med **kopiark 1: Den ødelagte valutaberegner**, hvor de skal analysere den konkrete valutaberegner og komme med ideer til, hvordan den kunne blive endnu bedre. Det kunne fx handle om:

- Flere valutaer i samme app.
- Hente valutakurser i realtid fra bankerne.
- Layoutforbedringer.
- Og lign.

Hvis der er god tid, kan de forsøge at remixe valutaberegneren ud fra nogle af deres ideer.

Efter noget tid skal eleverne gå videre med at analysere et hjælpemiddel til matematik. Det gøres ud fra **kopiark 2: Kan du regne med din lommeregner?** hvor de skal undersøge og forholde sig til, hvordan forskellige lommeregner/beregnere regner. Det gøres ud fra regneeksemplet fra FP9 december 2019. Når man taster regneudtrykket ind (bemærk at udtrykket ikke er indtastet matematisk korrekt), er det "korrekte" resultat 89,15. Det skyldes, at  $89,50 - 35\% = 89,50 - 0,35$ , da  $35\% = \frac{35}{100} = 0,35$ . Den anden beregner opererer ud fra, at eleverne vil trække 35% af det oprindelige beløb fra beløbet, selv om regneudtrykket er indtastet forkert. Beregneren udfører derfor operationen  $89,5 - \frac{89,5 \cdot 35}{100} = 58,175$ .

Det er jo meget belejligt, når man skal finde en procentvis rabat, men det kan medvirke til at skabe misopfattelser af procent og regning med procent hos eleverne.

Ovenstående vil ikke være åbenlyst for alle elever, og der vil derfor for nogle elever skulle bruges noget tid på eksemplet.

Ift. de to eksempler på fejlbehæftede beregnere, er især punkt 4 og 5 interessante, da vi er nødt til at kunne navigere i et samfund, hvor vi sætter vores lid til beregnerne. Der er ikke noget korrekt svar på de to spørgsmål, men refleksionerne er centrale for elevernes forhold til de digitale hjælpemidler.

**Buffer:** Hvis der er tid tilovers, kan nogle af eleverne selv lave simple beregnere ud fra **kopiark 3: Lav din egen procentberegner**. Her er der også fokus på input => databehandling => output.

Som afrunding af loopet beskriver læreren næste fase, hvor eleverne i grupper skal designe deres eget hjælpemiddel i matematik.

### 3.2 Udfordrings- og konstruktionsfase

I denne fase skal eleverne ud fra en stribe konkrete kriterier designe et hjælpemiddel til at løse typeopgaver i matematikundervisningen.

Arbejdet stilladseres af 4 kopiark (**kopiark 4 - 7**), der:

- beskriver selve designudfordringen og kriterierne.
- beskriver designprocessen trin-for-trin, og kommer med forslag/ideer til trinnene.
- stilladserer feedbackprocessen.
- giver hjælp til planlægning af fremlæggelse og afprøvning i outrofasen med forslag til strukturering og indhold.

Det er eleverne, der skal arbejde i designprocessen, men læreren bør som optakt til arbejdet i grupper diskutere selve designudfordringen og betydningen af de enkelte kriterier. På den måde minimerer man chancen for, at eleverne arbejder i uhensigtsmæssige retninger. Man bør dog også bruge noget tid på at tale eleverne igennem designprocessen og de forskellige faser/trin på kopiarket, der handler om den. Inden eleverne slippes løs, bør man også tale med klassen om præsentationen og rammerne for den. Det samme gælder forventningerne til elevernes billeder af produkt og proces. Her kan man fx som optakt lade eleverne komme med ideer til, hvordan et billede skal se ud, der siger noget om en matematiktime i klassen. Lad dem diskutere med sidemakkeren først og saml op på makkersnakken fælles. På **kopiark 4: Designudfordring – Lav dit eget hjælpemiddel** og **5: Begrundede billeder af proces og produkt** kan du se rammerne for de to.

Derfra er lærerens rolle primært at facilitere designprocessen og træde til med hjælp, når der opstår behov. Det kan fx være ved at henvise til nogle af de ressourcer, der findes online, eller ved at lave undervisning om bestemte faglige begreber i matematik, der skal bruges til hjælpemidlet.

De online ressourcer introducerer forskellige kodekoncepter, som eleverne kan tage med i deres eget design. Kodekoncepterne er lavet i forskellige programmer, og eleverne kan selv vælge, hvilket program, de

vil lave hjælpemidlet i. Der vil blive vist eksempler i Scratch og Excel, som begge er programmer, eleverne burde have arbejdet med i tidligere forløb.

Udover selv produktet i form af det digitale artefakt, skal eleverne planlægge en kort præsentation af deres hjælpemiddel, der skal gennemføres i outfase.

### 3.2.1 Varighed

Estimeret til 6 lektioner af 45 minutter

### 3.2.2 Konkret(e) udfordring(er)

I skal i gruppen designe et hjælpemiddel, der kan hjælpe med opgaverne i jeres matematikundervisning. I skal desuden lave en præsentation og en kort afprøvning for klassen af jeres produkt.

Alle i gruppen skal undervejs tage to billeder. Et billede, der viser noget om jeres arbejdsproces og et billede, der viser noget om jeres produkt. Til hvert billede skal I skrive en begrundelse for, hvorfor I har valgt det billede, og hvad det siger om proces og produkt.

Kriterierne for hjælpemidlet er følgende:

- Hjælpemidlet må gerne findes i forvejen.
- Hjælpemidlet skal kunne løse konkrete opgaver fra jeres matematikbog.
- Hjælpemidlet skal have input fra brugeren.
- Hjælpemidlet skal lave et korrekt output ud fra brugerens input.
- Hjælpemidlet skal kunne bruges til en type af opgaver, så man kan ændre i opgavens input og stadig få det rigtige svar. Den skal fx ikke kun kunne løse stykket  $3 + 7 = 10$ , men derimod alle stykker af typen  $\_\_\_ + \_\_\_ = \_\_\_$
- Det skal være tydeligt for brugeren, hvad hun/han skal gøre med hjælpemidlet.

### 3.2.3 Faglige loops

De faglige loops i fasen findes primært som kodekoncepter i den online ressource på [kortlink.dk/24yym](http://kortlink.dk/24yym). Kodekoncepter er præsentationer af og tutorials med kodebider, der kan bruges i mange forskellige sammenhænge. Det kan fx være en måde at håndtere et input på, hvor det grundlæggende præsenteres, og eleverne så efterfølgende passer skabelonkoden til, så den passer med deres projekt.

Derudover kan man sandsynligvis forvente, at flere elever vil have brug for matematikfaglig hjælp til beregningsmetoder eller udvikling af algoritmer.

Da behovet for faglige inputs er individuelt fra gruppe til gruppe, er der ikke lagt op til fælles faglige loops, men det kan ikke udelukkes, at det kan give mening med fælles loops i klassen, hvis behovet opstår.

### 3.2.4 Feedbackloops

Læreren kan gribe arbejdet med feedback an på to forskellige måder.

#### 1. Responsgrupper:

Hver gruppe har en anden gruppe, de kan bede om sparring fra, når de har noget nyt at vise.  
To grupper bør ikke have hinanden som responsgruppe, så responsgruppen bør have en anden gruppe, de får respons fra, der igen har en anden gruppe, osv.

## 2. Fælles feedbackloop:

Indlæg en feedbackseance, hvor alle får sparring på deres projekter på samme tid.

Seancen kan organiseres, så hver gruppe sender et medlem ind i en ny gruppe, hvor der gennemføres en præsentations- og afprøvningsrunde fulgt op af en feedbackrunde.

På **kopiark 6: Feedback** er der forslag til spørgsmål og overvejelser til grupperne, der kan gøre feedbackprocesserne mere brugbare. Dem kan du vælge at inddrage efter behov og med udgangspunkt i klassens erfaringer med at give og modtage feedback.

## 3.3 Outrofase: Ny forståelse og nye kompetencer

I denne fase skal eleverne:

1. Præsentere, afprøve og give feedback på hinandens hjælpemidler.
2. Præsenteres for og diskutere dilemmacases om vores afhængighed af hjælpemidler i komplekse situationer i samfundet.
3. Aflevere det skriftlige produkt.

### 3.3.1 Varighed

2 lektioner af 45 minutter

### 3.3.2 Fremlæggelse og introspektion

Fremlæggelsen begrænser sig til en præsentation, en afprøvning og en efterfølgende feedback fra klassen og læreren. Introspektionsprocessen lægges som en skriftlig refleksion over de to billeder, eleven har taget. Dette er for at begrænse tidsforbruget i forløbet, så det ikke bliver for omfattende i perioden op til den afsluttende prøve.

#### Fremlæggelser:

Afhængigt af klassens størrelse, kan tiden til fremlæggelse og afprøvning variere, men det er tænkt således, at hver gruppe gør følgende:

- Grundlæggende beskrivelse/præsentation af hjælpemidlet og matematikken bag (ca. 1 minut).
- Eksempler på opgaver i bogen, der kan løses med hjælpemidlet og en gennemgang af, hvordan man bruge hjælpemidlet til at løse det (ca. 1 minut).
- Klassen afprøver lign. eksempler på opgaver med hjælpemidlet (ca. 2-3 minutter).
- Feedback fra klassen (ca. 2-3 minutter).

Det er langt fra sikkert, at tiderne holder, men det giver eleverne en fornemmelse af omfanget af hvert punkt. Hvor stramt man vil holde på tiderne under fremlæggelserne, kan man selv vurdere i spændet mellem at lade tiden skride ukontrolleret som den ene yderpol til at sidde med et stopur som den anden.

De forskellige elevproducerede hjælpemidler kan efter fremlæggelserne, hvis det ønskes, desuden samles som links på en fælles side, så eleverne kan vælge at bruge dem i matematikundervisningen og måske endda til den afsluttende prøve. Det er dog ikke sikkert, at hjælpemidlerne får en kvalitet, der for alvor gør dem brugbare, og det primære formål med designprocessen er da også, at eleverne skal have indblik i de valg og fravalg, man gør sig i processen, for på den måde bedre at kunne forholde sig til andres designs af hjælpemidler.

### Dilemmacases og refleksion:

For at perspektivere vores brug af hjælpemidler til samfundsniveau og videre end hjælpemidler i matematik, præsenteres en række cases, hvor vi er afhængige af hjælpemidler i hverdagen, og der kan sættes spørgsmålstegn ved deres design, algoritmer og måder at fungere på. Nogle problemstillinger er etiske og andre tekniske. Disse cases kan findes på **kopiark 8: Cases til refleksion**. Til hver case skal eleverne forholde sig til forskellige problemstillinger i forbindelse med vores brug af den slags hjælpemidler.

Gruppernes refleksioner diskuteres som afslutning på forløbet fælles i klassen.

Der er lavet en del cases af forskellig kompleksitet, og det vil være omfattende at komme i bund med dem alle. Det er derfor ikke tænkt ind som en obligatorisk del af forløbet, og man kan evt. vælge 3 cases ud og bruge dem som en smagsprøve på, hvordan man kan dykke videre ned i disse problematikker. Det er i denne perspektivering, at refleksionen over vores brug af algoritmer for alvor rammer ind i folkeskolens formålsparagraf og fagformålets stk. 3, men det er samtidig omfattende og kan tage tid fra andre behov i perioden op til den afsluttende prøve. Man kan, hvis det giver mening, gå sammen med andre fag eller inddrage den understøttende undervisning, hvis man for alvor vil dykke ned i alle dilemmaerne.

### Rapportskrivning inkl. begrundede billeder af proces og produkt:

Efter forløbet kan man vælge at lade eleverne lave en minirapport om projektet.

Der er et oplæg til rapportskrivningen på **kopiark 9: Oplæg til rapportskrivning**, og den er delt i tre perspektiver:

#### 1. Produktet:

Forstår eleven matematikken bag gruppens produkt.

Refleksioner over produktet og dets kvaliteter.

Her skal billedet af produktet indgå og en beskrivelse af, hvad det fortæller om produktet.

#### 2. Billedet af processen og en beskrivelse af, hvad det siger om processen.

Eleverne skal desuden reflektere over, hvad de fremadrettet kan tage med fra processen, og hvad der evt. kunne gøres anderledes.

#### 3. Individ- og samfundsperspektiv ud fra de tre cases og refleksion over vores afhængighed og forhold til digitale hjælpemidler i forskellige situationer.

## 4. Perspektivering

### 4.1 Evaluering

Evalueringen i forløbet kan antage forskellige former og rette sig mod forskellige formål. Herunder vil jeg forsøge at liste bud på typer af evaluering op og beskrive, hvordan de kan gribes an. Afhængig af præferencer og lokal kontekst kan man som lærer vælge en eller flere af dem ud, som man vil fokusere på. Man bør dog forholde sig til målene og formålet med forløbet i evalueringen.

- Eleven kan analysere og fejlsøge på hjælpemidler til matematik og skelne mellem fejl i kodningen og designvalg i udviklingen af hjælpemidlet.
  - Kan delvis vurderes ved observation og samtale i introfasen, hvor eleverne arbejder med fejlsøgning.
- Eleven kan udvikle algoritmer til at udføre matematiske beregninger i et computerprogram.
  - Kan vurderes undervejs i forløbet ved observation og samtale med eleverne.
  - Kan vurderes i præsentationen af hjælpemidlet.
  - Kan vurderes i minirapporten.
- Eleven kan forholde sig til vores brug af digitale hjælpemidler i hverdagen og i samfundet og reflektere over hensigtsmæssige strategier i vores møde med disse hjælpemidler.
  - Kan vurderes i gruppearbejde og klassesamtale om dilemmaerne.
  - Kan vurderes i minirapporten.

Målene er meget åbne og kan vurderes på mange forskellige måder, og det vil være for omfattende at skrive en lang facitliste med kriterier ned, da de alligevel ikke vil fange alle nuancer af elevernes ageren og da der ikke er entydige svar på, hvad det vil sige at opfylde målene. I stedet lægges der op til, at man laver et professionelt skøn af elevernes udbytte af forløbet, baseret på observationer og analyse af produkter og lign.

#### Evaluering på produktet – elevens vurdering af eget udbytte:

Undervejs i forløbet skal eleverne tage et billede, der siger noget om deres arbejdsproces og et billede, der siger noget om deres produkt. Til hvert billede skal de skrive nogle begrundende linjer om, hvorfor de har valgt de billeder. De skal ydermere skrive om matematikken bag gruppens digitale artefakt og komme med gode råd til vores brug af hjælpemidler i samfundet.

I udarbejdelsen af det skriftlige produkt, skal eleverne forholde sig til eget produkt og proces, og konkludere på det.

Udover denne evaluering forholder eleverne sig til både sit eget og de andres produkter og bliver således klogere på deres eget bidrag i forløbet.

#### Lærerens evaluering af elevernes udbytte:

- Gruppernes produkter kan analyseres og vurderes.
- Elevernes oplæg i klassen kan vurderes.



- Observationer og noter undervejs i forløbet fx i forhold til den feedback, grupperne får undervejs.
- Vurdering af de skriftlige minirapporter og begrundelser, der bliver afleveret.

## 4.2 Progression

Forløbet ligger som det sidste forløb i 9. klasse, og bygger således på de tidligere forløb, eleverne har været igennem. Her har eleverne fået erfaringer med input, databehandling og output i forskellige forløb, og de har programmeret i forskellige programmeringssprog. Disse erfaringer kan de bygge videre på i forløbet her.

I forhold til matematik, runder forløbet udskolingsforløbet af og peger videre ind i den afsluttende prøve, hvor eleverne skal bruge digitale hjælpemidler. Desuden peger forløbet videre ud i elevernes færd ud på ungdomsuddannelserne, hvor de også må forventes at støde på digitale hjælpemidler.

## 4.3 Differentieringsmuligheder

Differentieringen i forløbet er tænkt ind gennem elevernes brug efter behov af kodekoncepter i den online ressource, samt faglig assistance fra læreren i forhold til det matematikfaglige. Desuden ligger der i valget af stofområde i matematikken en stor matematikfaglig differentieringsmulighed.