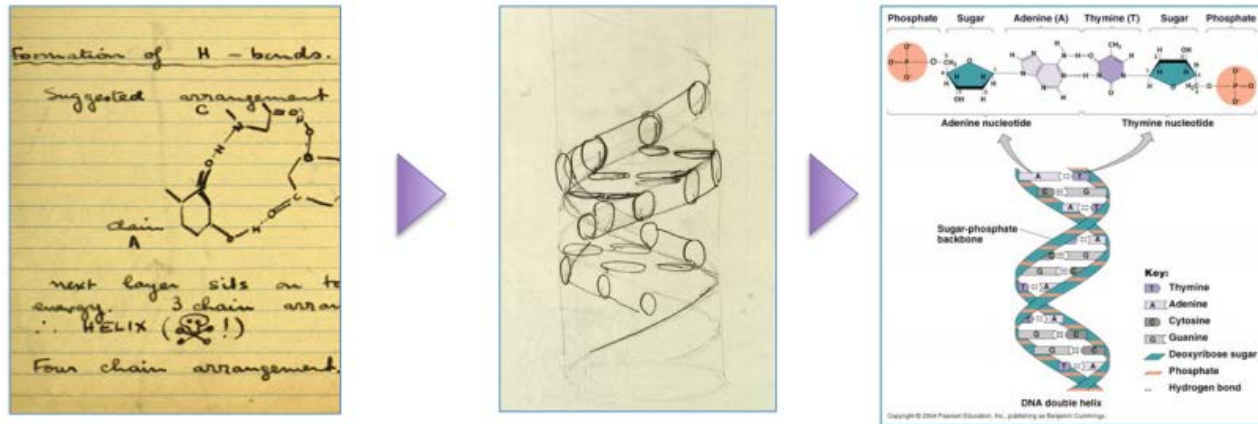


# Hvad er modellering?

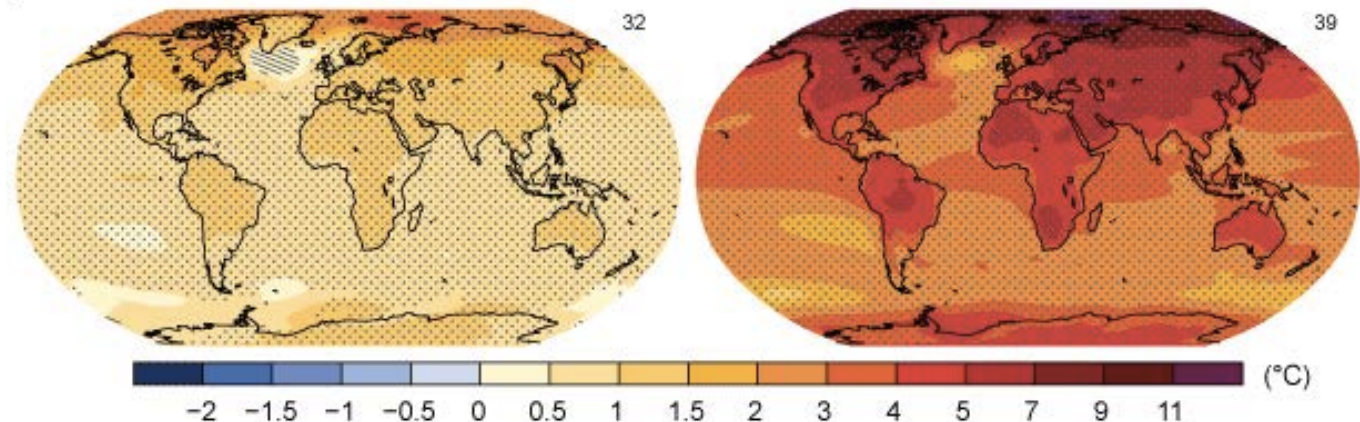
- En videnskabelig praksis, hvor repræsentationer af fænomener skabes, testes og revideres over tid.
- En model ændres når der er nye beviser, ideer eller argumenter.

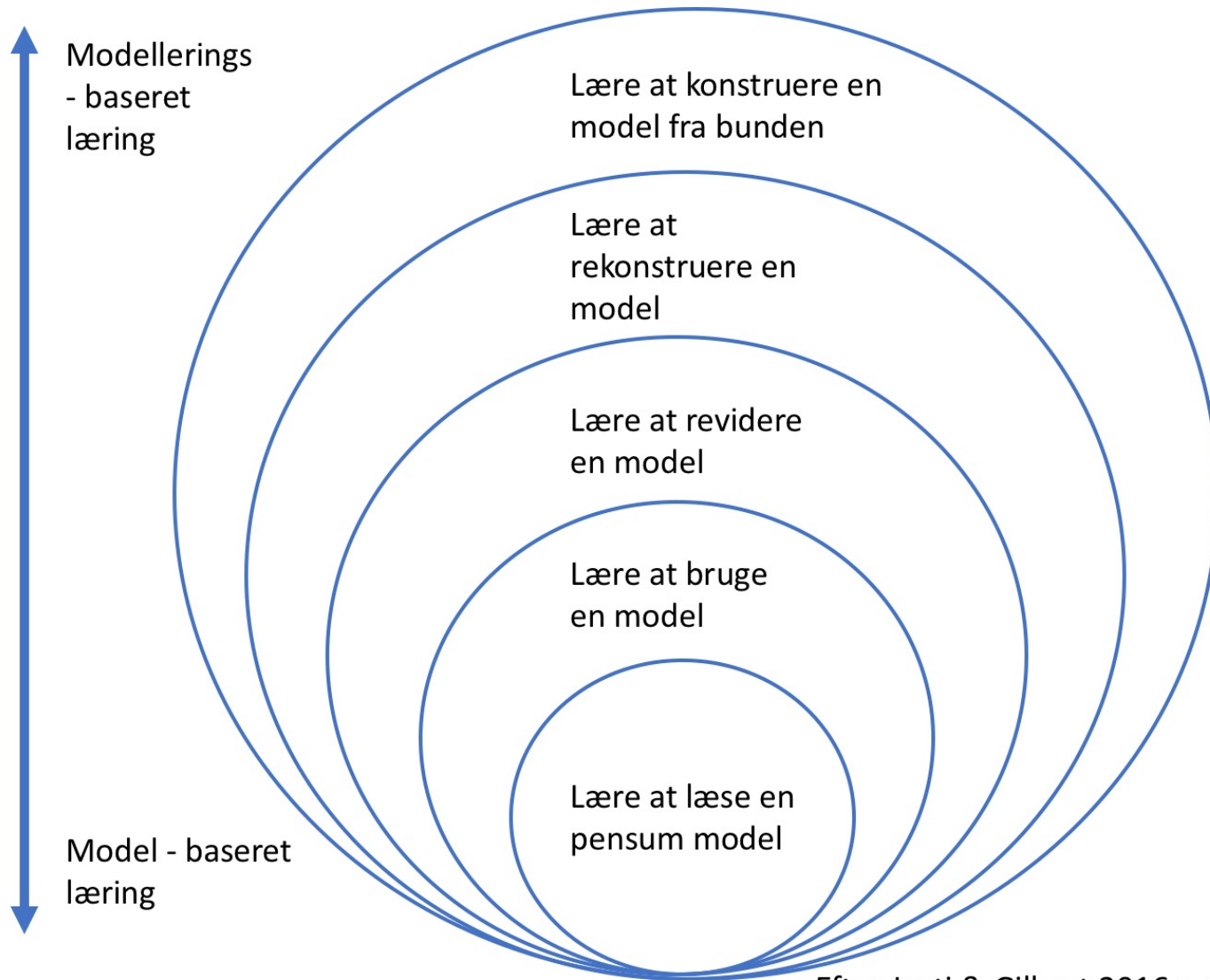
# Hvad er videnskabelige modeller?

- Fremstillinger af ting, ideer, begivenheder eller processer (viser relationer)

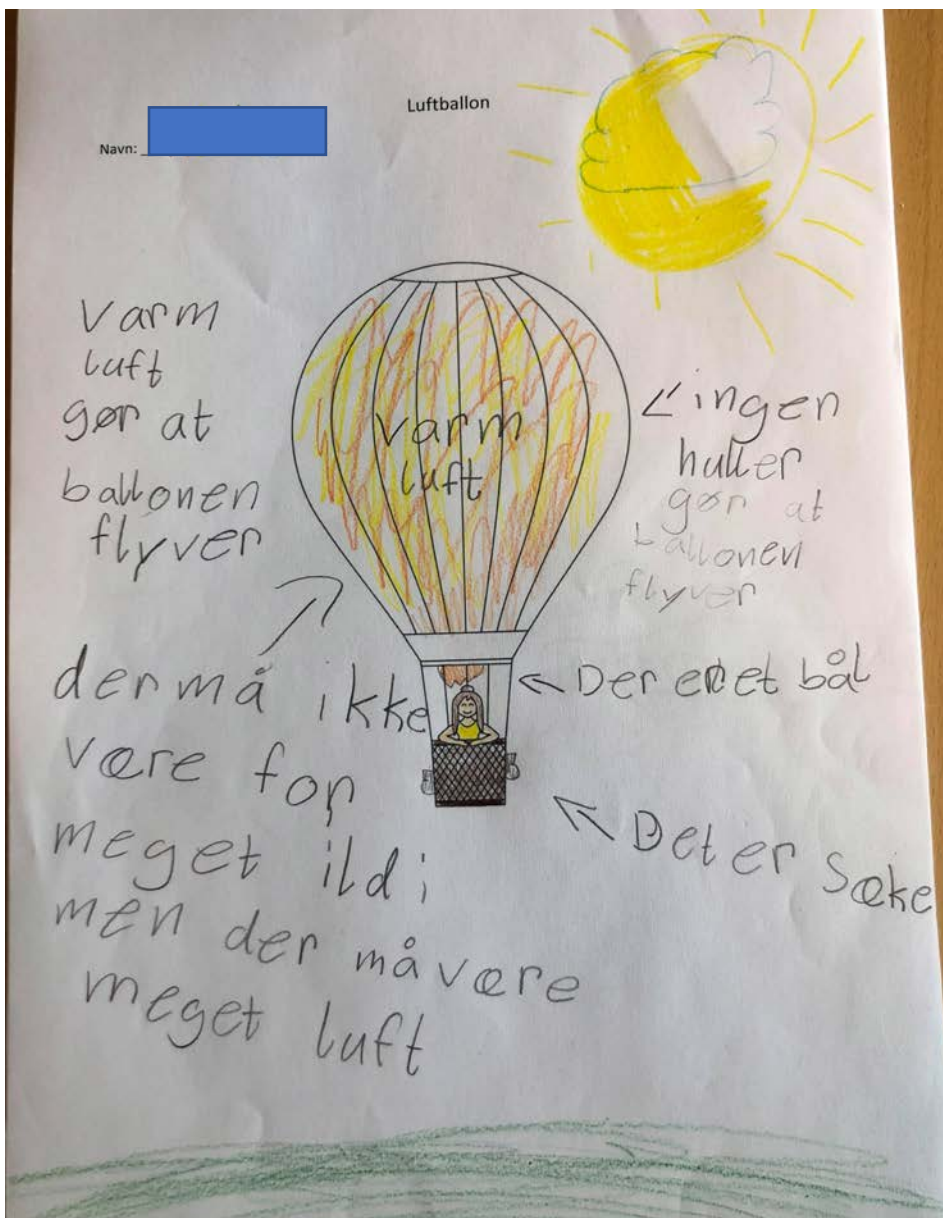


Udvikling af DNA dobbelt helix model  
Tegninger fra Rosalind Franklins notesbog





Efter Justi & Gilbert 2016 s. 62



Hvorfor modellering er god praksis  
- børn skal ikke være "små forskere"

- Det gør elevernes tænkning synlig
- Giver eleverne mulighed for at vise, hvad de ved på forskellige måder
- Gør deres ræsonnement tilgængelig for deres jævnaldrende
- Hjælper eleverne til at se, at det er værdifuldt at ændre deres tænkning som svar på nye beviser og ideer

# Øvelse:

Med Jeres sidemakker diskutere hvordan I ville konstruere en model for ...

Hvordan kan I se denne pære her i rummet?

Og ... hvordan ville I teste jeres model?



Undersøg med mørke + farvet lys

Undersøge og gennemgå model af øje

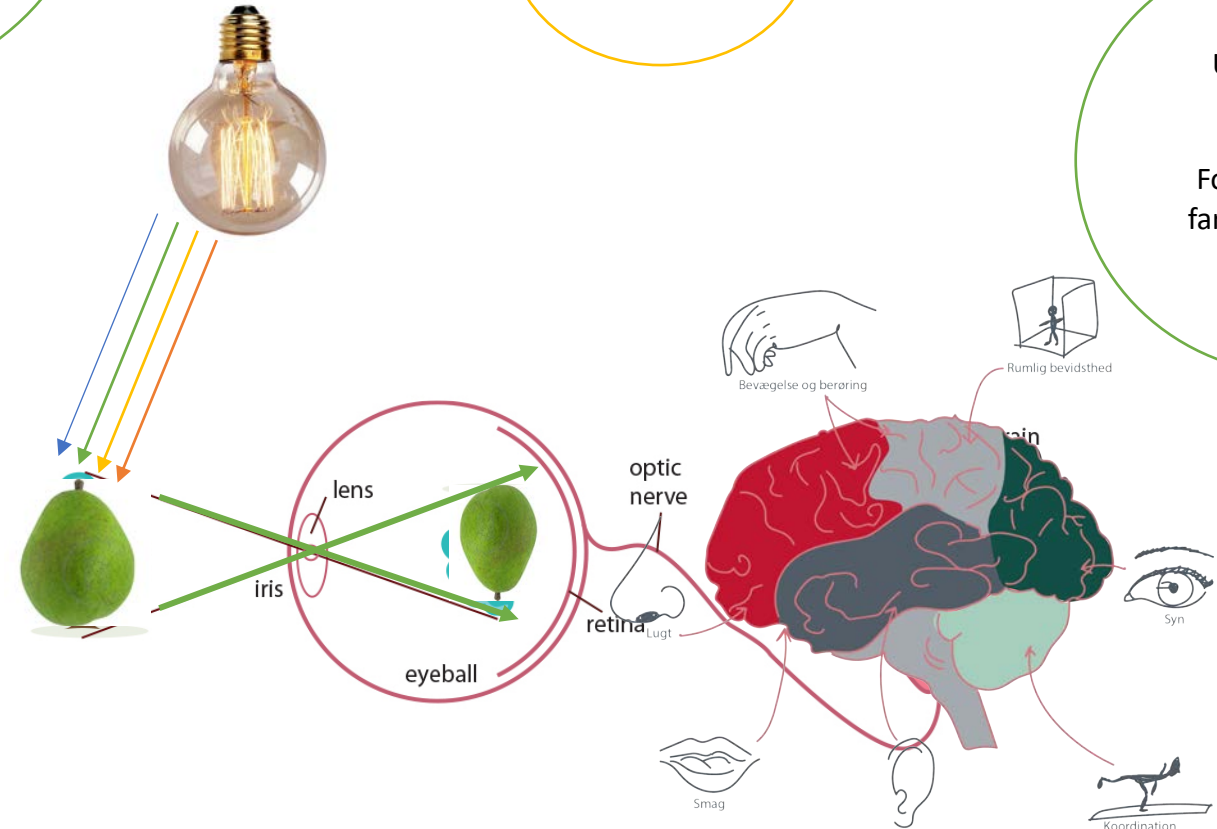
Øje, lys og Billeddannelse



revider model

Undersøgelse Blind plet + Forsøg med den farveblinde del af nethinden

Tegn model



Revider model

# Børn arbejder med komplekse fænomener

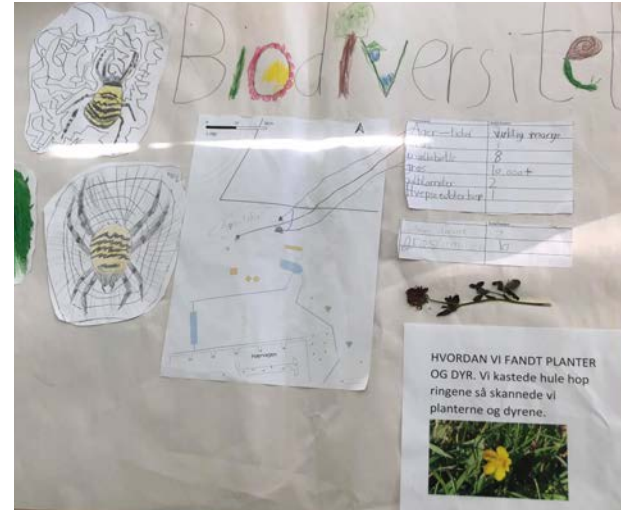
Hvorfor implodere tankvognen efter damrensning og hermetisk lukning (7. klasse)



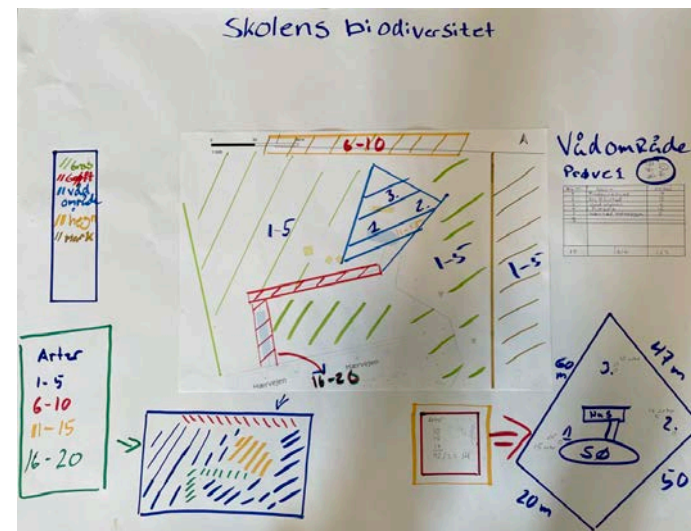
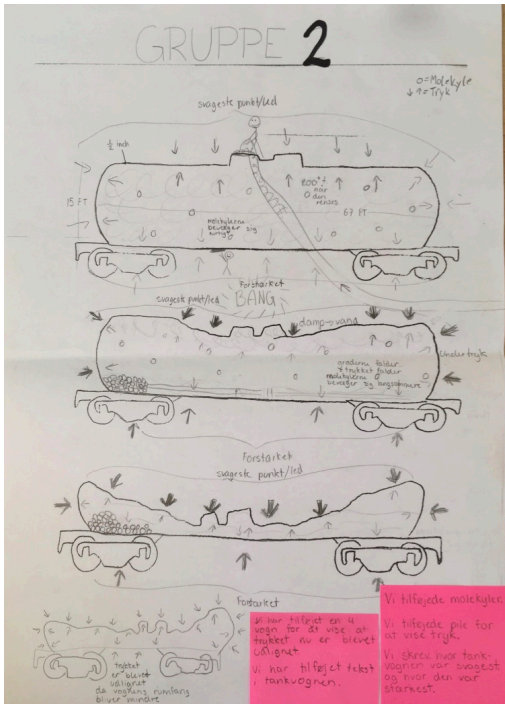
Hvad sker der i et bymæssigt område, der bliver udsat for 36 mm nedbør på 30 min. (8. og 9. klasse)



Hvordan ser biodiversiteten på skolen ud? (4. 6. klasse)

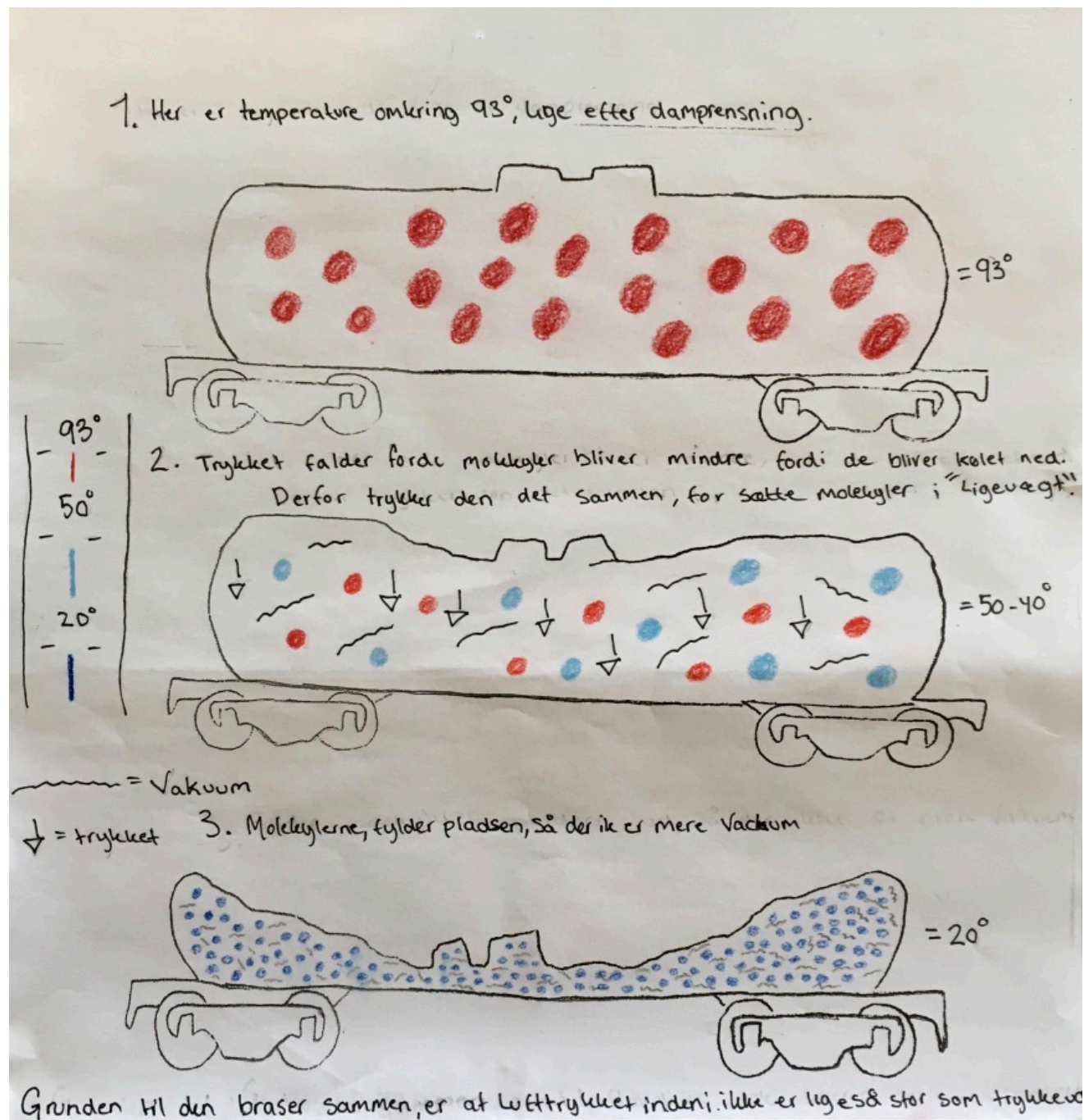


Hvordan kan en lille skubbe en stor ned fra rutsjebanen? (Børnehave - 1. klasse)

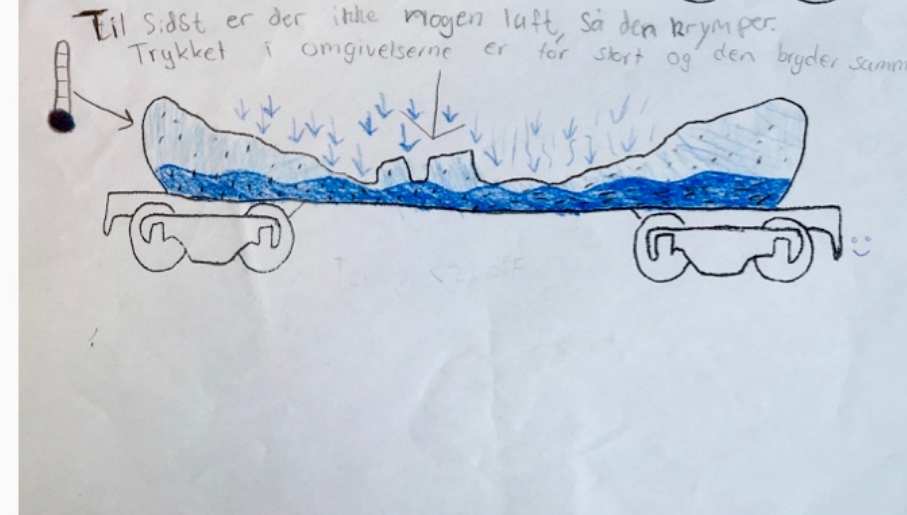
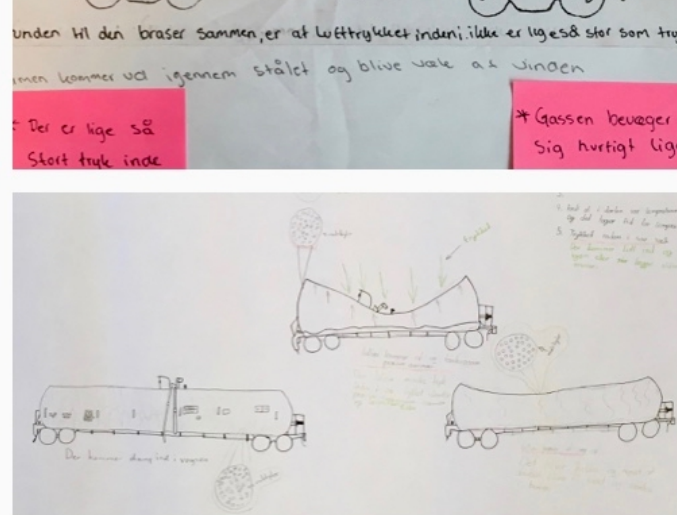
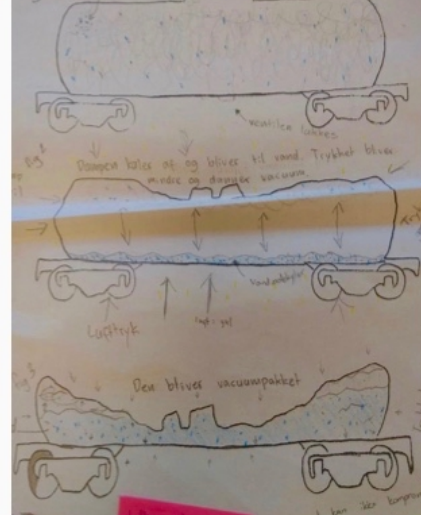
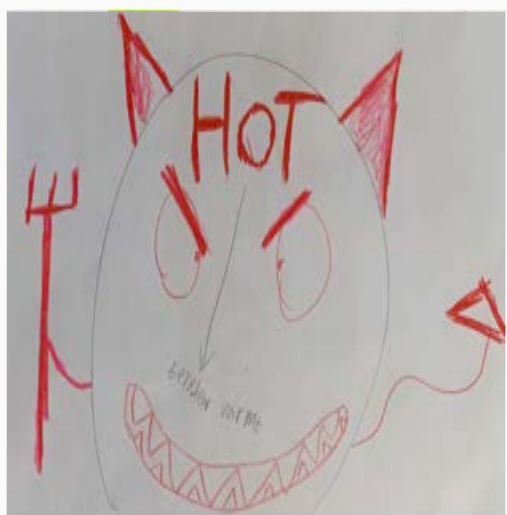
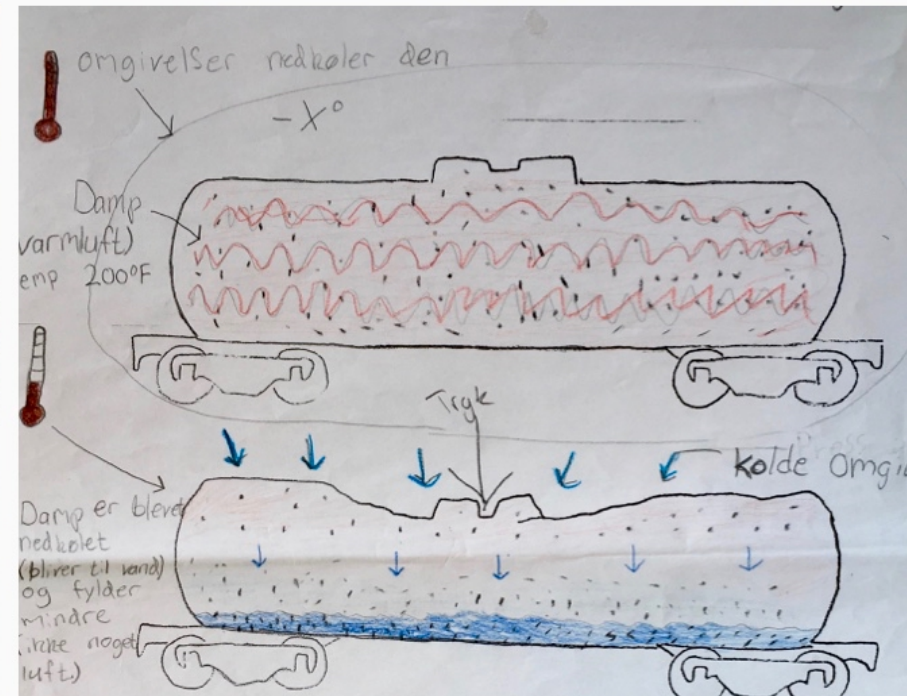
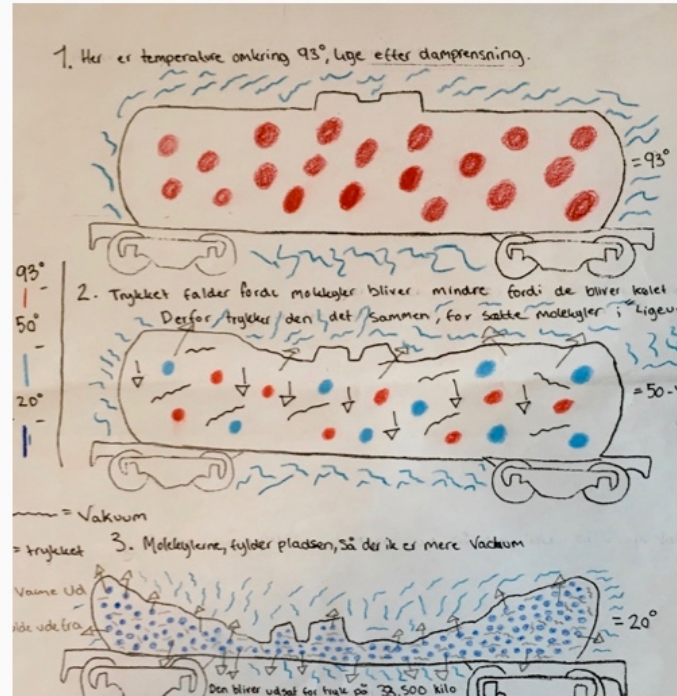
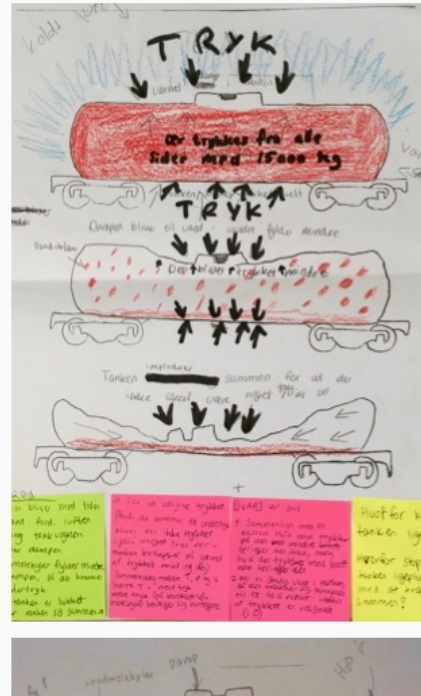
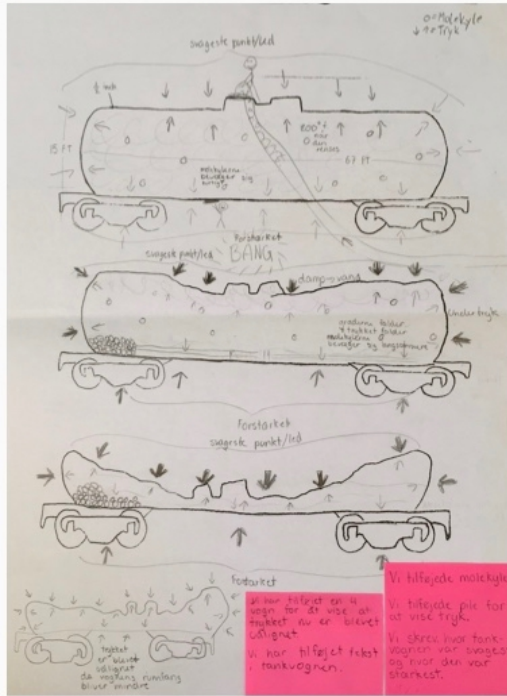


Eleverne producerer modeller der er visuelle af komplekse fænomener, der kan have mere end én mulig forklaring.

1. Elevmodeller repræsenterer en **event eller proces**
2. En **kontekstbaseret situation**
3. Det hjælper, hvis elevernes modeller er **visuelle**, at der er en vis visuel lighed mellem repræsentationerne på papir og begivenhed
4. Bed eleverne om at tegne det **ikke-observerbare** for at forklare, hvad der er observerbart
5. **Modeller skal revideres** når ny viden og forklaringer opstår.
6. Lad modellerne **se anderledes ud**, eleverne skal IKKE tegne tekstbog forklaringer.

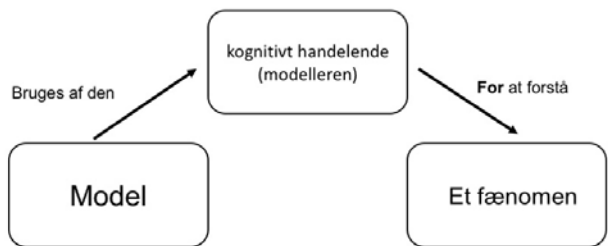


# Eksempler på elevers modeller fra tankvogn forløbet

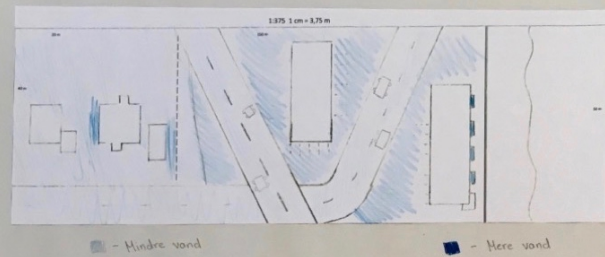




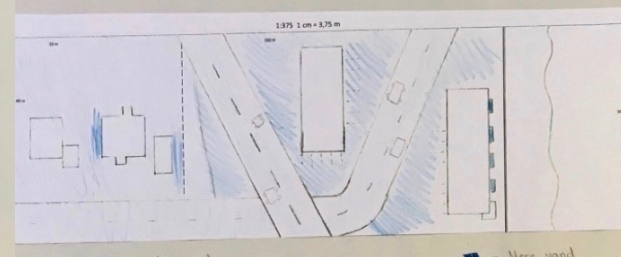
# Et eksempel på en modelleringsproces fra en gruppe, 9. årgang



- Epistemisk artefakt
- Synliggør deres tænkning
- Sætter abstrakt teoretisk viden i en sammenhæng
- Modellen revideres løbende for at afspejle ny forståelse over tid
- Modelbaserede forklaringer

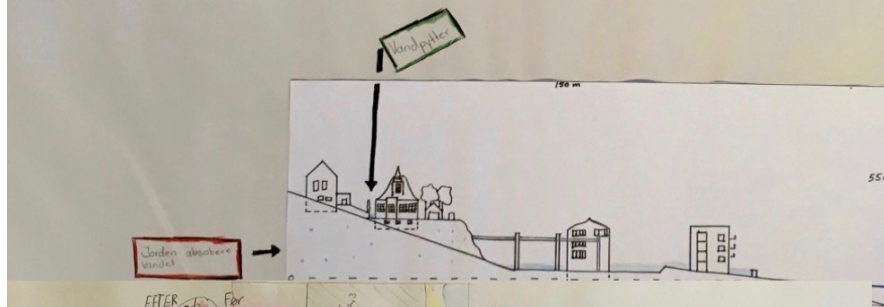


1. model

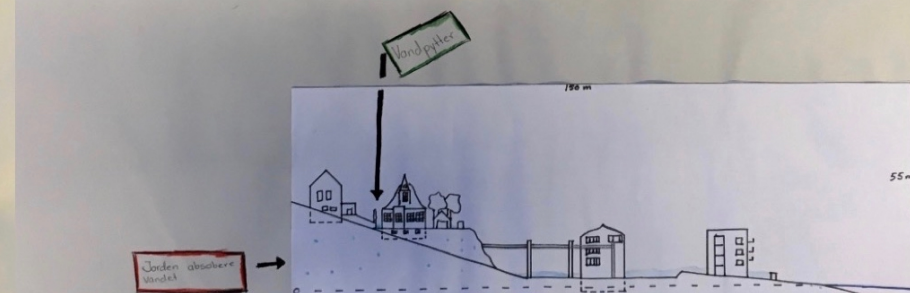


2. model

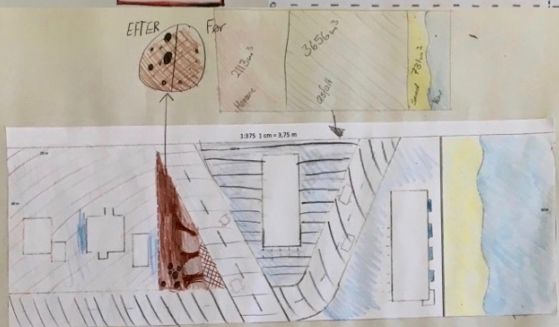
$$\begin{aligned} \text{Areal} & 150 \times 50 = 7500 \text{ m}^2 \\ 7500 \times 10^3 & = 75000000 \text{ cm}^3 \\ 75000000 \times 3,6 & = 270000000 \text{ cm}^3 \\ 270000000 / 1000 & = 270000 \text{ L} \end{aligned}$$



3. model



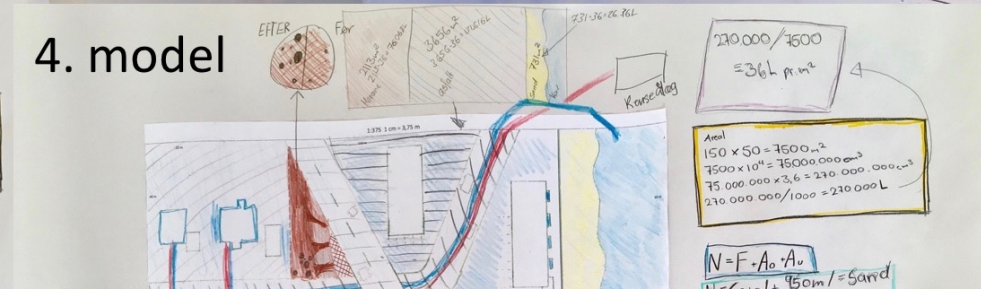
4. model



$$\begin{aligned} \text{Areal} & 150 \times 50 = 7500 \text{ m}^2 \\ 7500 \times 10^3 & = 75000000 \text{ cm}^3 \\ 75000000 \times 3,6 & = 270000000 \text{ cm}^3 \\ 270000000 / 1000 & = 270000 \text{ L} \end{aligned}$$

$$N = F \cdot A_0 \cdot A_v$$

- Afalt
- Morane
- Sand



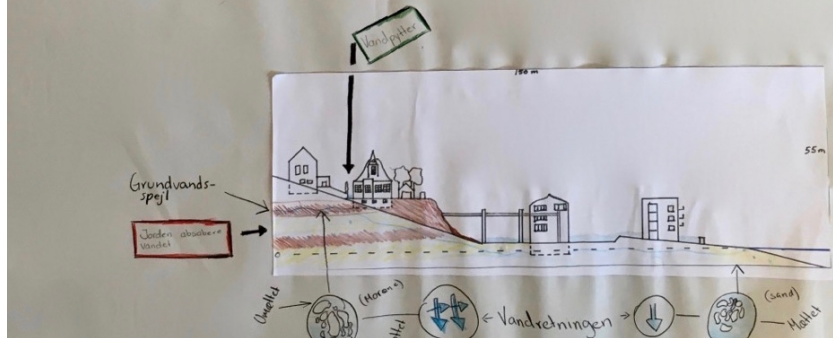
$$\begin{aligned} \text{Areal} & 150 \times 50 = 7500 \text{ m}^2 \\ 7500 \times 10^3 & = 75000000 \text{ cm}^3 \\ 75000000 \times 3,6 & = 270000000 \text{ cm}^3 \\ 270000000 / 1000 & = 270000 \text{ L} \end{aligned}$$

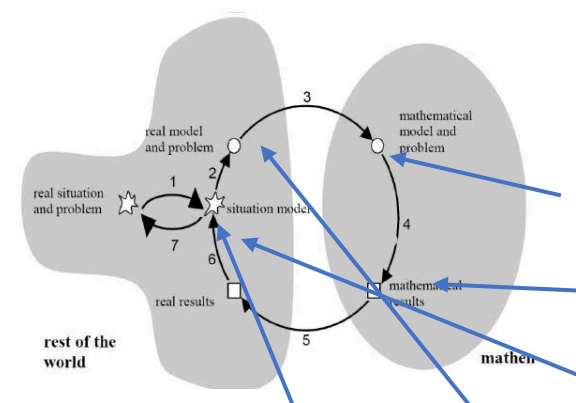
$$N = F \cdot A_0 \cdot A_v$$

$$N = 50 \text{ m}^2 + \frac{1}{3} \cdot 10000 \text{ m}^2 = \text{Sand}$$

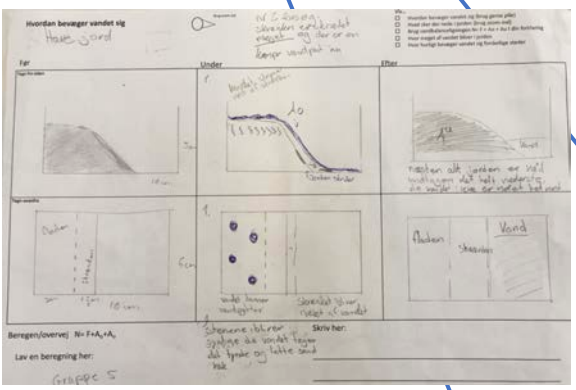
$$N = 10000 \text{ m}^2 = \text{Asfalt}$$

$$N = \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{3} = \text{Morane}$$





**Level 3:** Eleverne er i stand til at oversætte situationen til et matematisk problem: De måler grunden og huset på deres modelskabelonen og beregner de forskellige arealer på grund og hus



**Level 2:** Efter at have undersøgt den givne situation finder eleverne en reel model gennem strukturering og forenkling: De er klar over, at der er forskel på, hvordan vandet afstrømmer på huset til kloakken, og i haven, hvor det nedsiver eller afstrømmer



**Level 1:** Eleverne forstår situationen og er i stand til at tegne en skitse og konkretisere problemet: De tegner hus 1 og grund i 3D med forskellige jordlag og illustrerer afstrømning i forskellige jordlag

**Level 4:** Eleverne får matematiske resultater: De beregner, hvor meget vand der afstrømmer fra huset til kloakken, og hvor meget vand der afstrømmer på grunden

**Level 5:** Eleverne kan validere løsningen på et matematisk problem i forhold til den givne situation: De bruger deres beregninger til at forklare hvordan og hvor meget vand strømmer fra grunden og huset som overfladestrømning  $A_o$  og underjordisk strømning  $A_u$

# Designprincipper for et fælles rammeværk i matematik og naturfag inden for modellering

\*Det komplekse fænomen skal kunne forklares eller løses ved anvendelse af matematisk modellering på det pågældende klassetrin (Hansen, 2018)

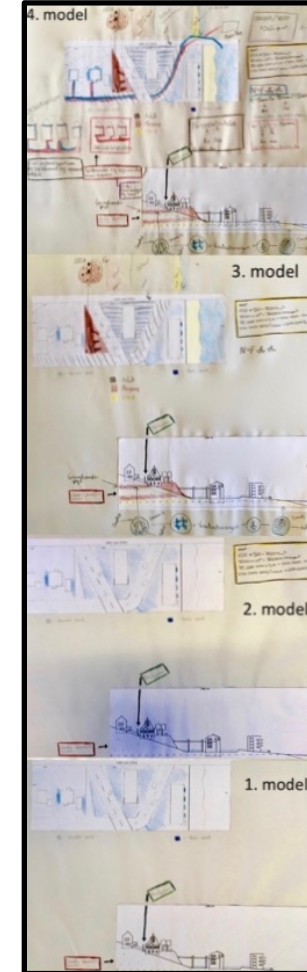
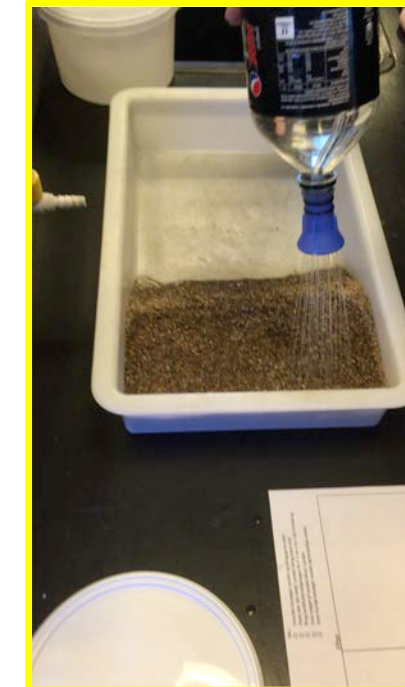
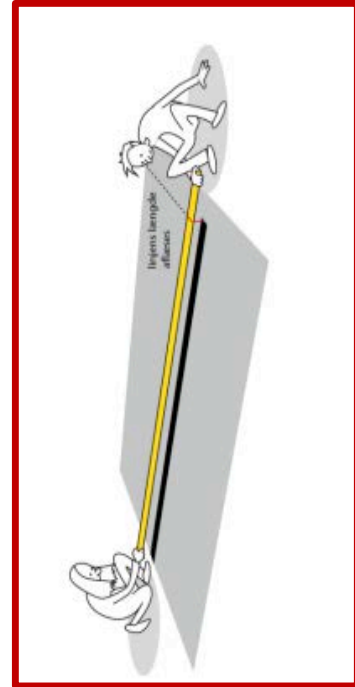
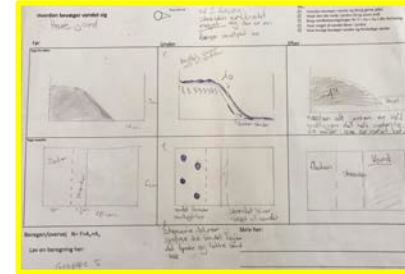
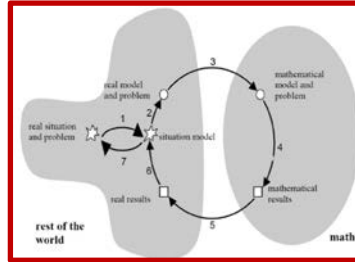
Det vertikale plan

Vertikal fordybelse i forskellige områder

Matematisk modellering

Naturvidenskabelige undersøgelser

Modellerings aktiviteter



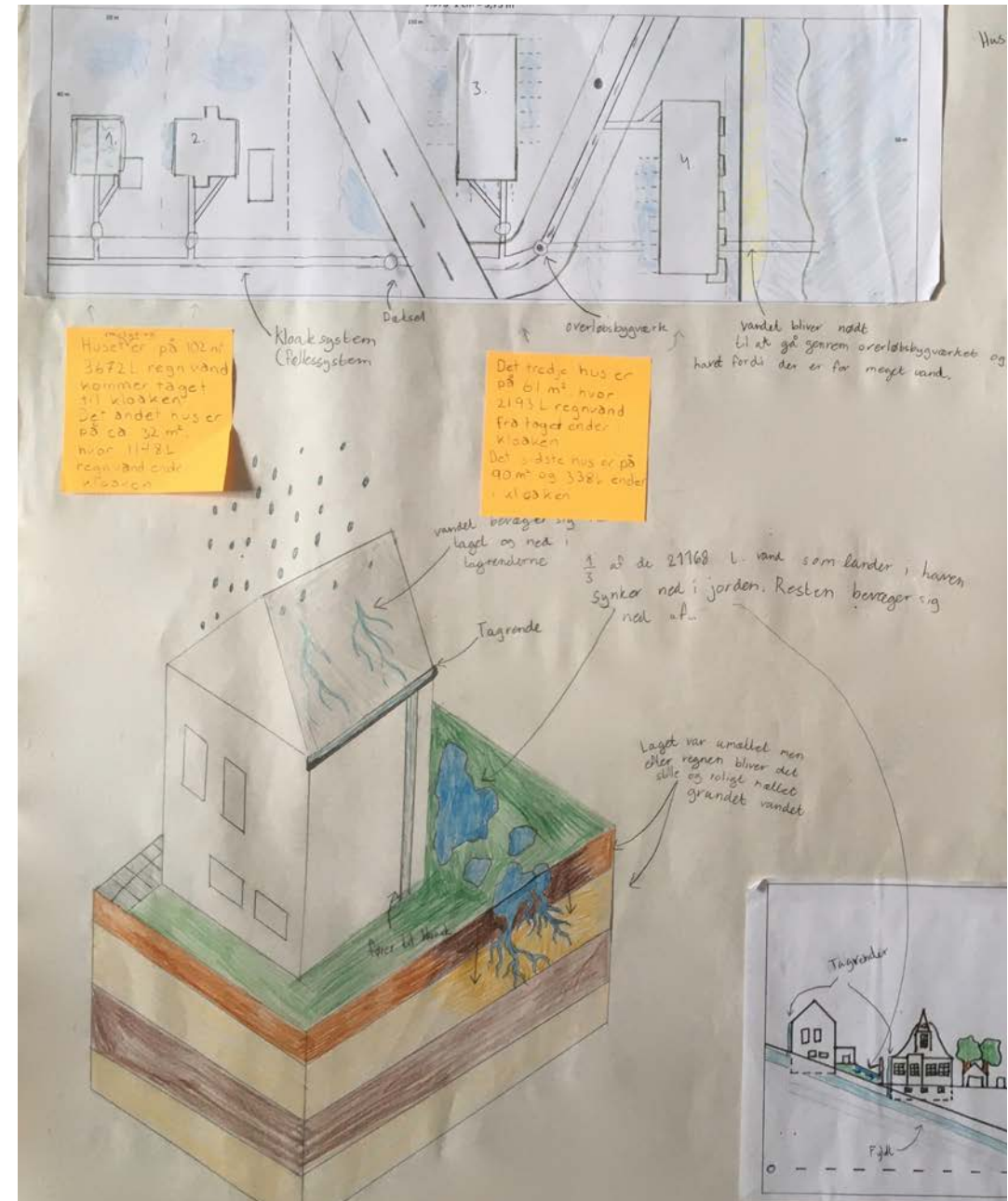
Forklaringer og løsninger af det komplekse fænomen\*

(Freudenthal, 1991; Michelsen, 2017)

Det horisontale plan

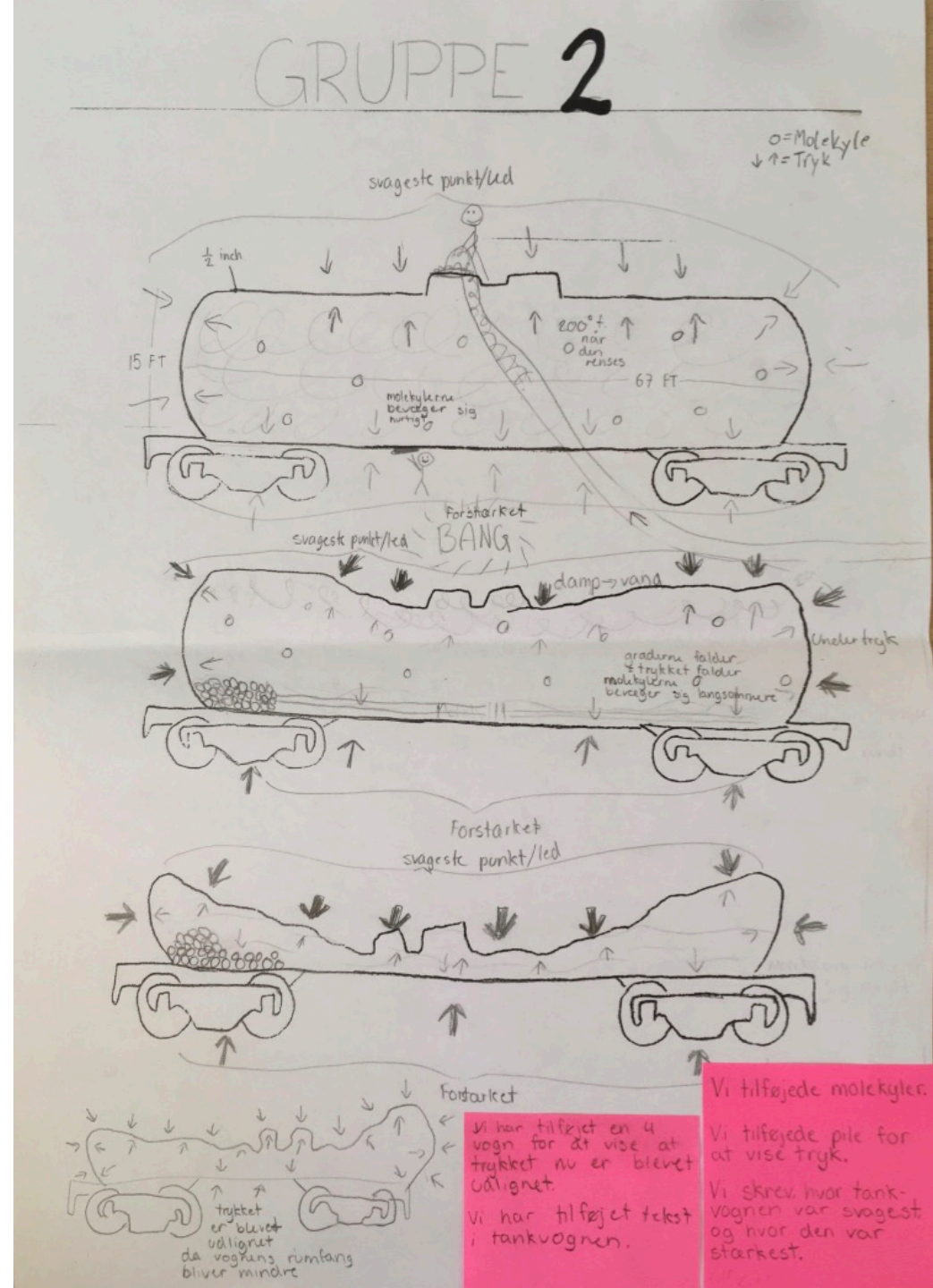
"Checkliste" for at finde gode problemstillinger "det komplekse fænomen"

- ☑ Det er et fænomen som udfolder sig over tid (ikke et tema)
- ☑ Det er en kontekstualiseret situation.
- ☑ Forklaringen kræver at flere kernevidenskabelige ideer integreres og supplerer hinanden
- ☑ Tænk matematikken ind som selvstændigt område – ikke som hjælpeværktøj

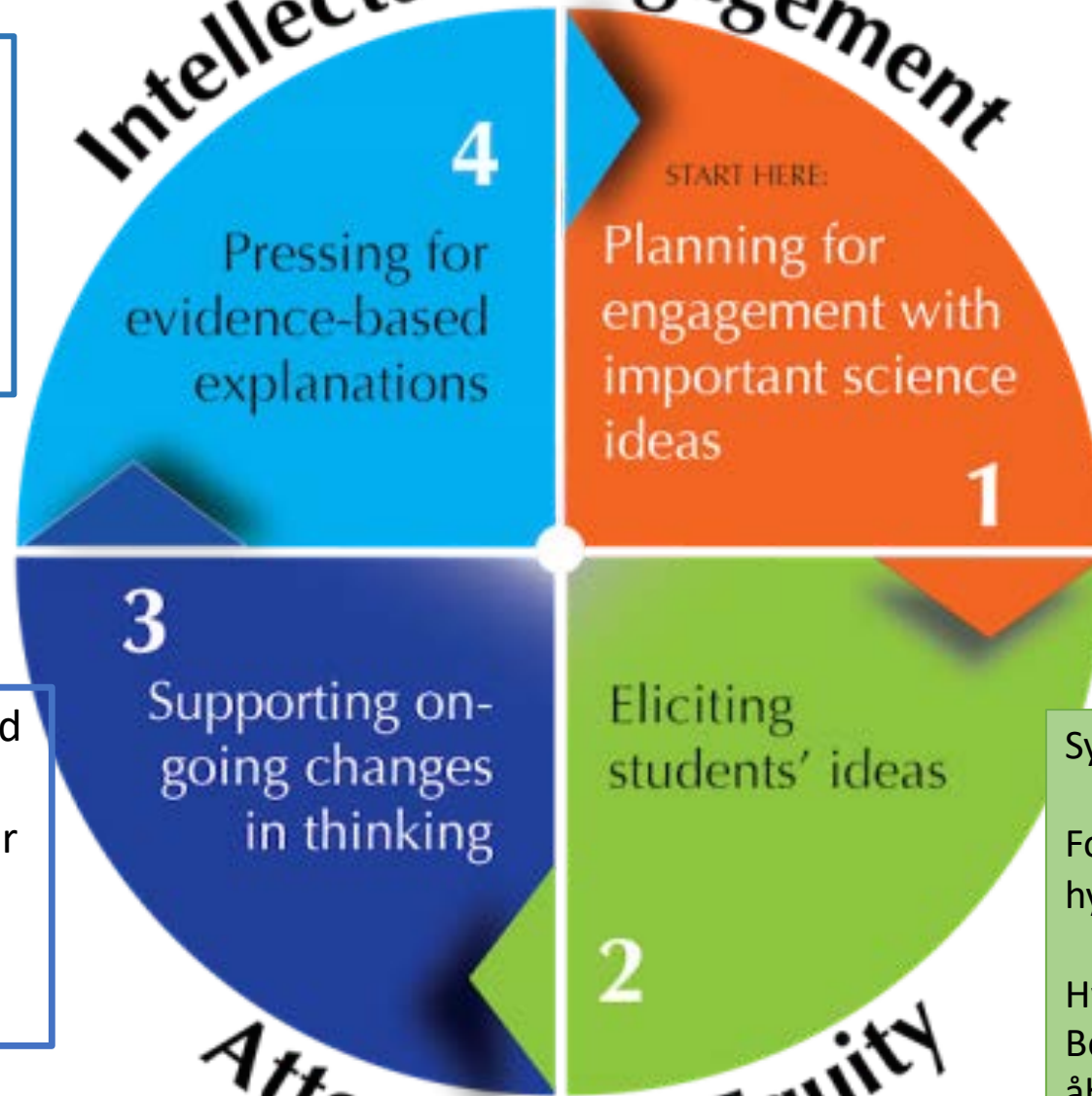


# Tips

1. **Vis tidsaspekt:** Få eleverne til at producere modeller, der viser, hvordan begivenheden eller processerne ændres over tid, for eksempel i "Før under efter" - fremmer samtaler hos eleverne hvorfor de tror en begivenhed finder sted, og hvorfor de tror den stopper.
2. **Hvordan skal vi tegne?** Lav tegneregler.
3. **Lav simple skabeloner:** lav en skabelon med konturer som en guide.
4. Lav en fælles optegnelse af alle de aktiviteter, der blev gennemført i løbet af et forløb, og hvordan disse aktiviteter bidrager til elevernes læring.
5. **Undgå model træthed:** Lad eleverne ændre modellen kun en eller to gange. Eleverne kan udvikle "model træthed".
6. **Anchor event kan ikke alt.** Fænomenet kan ikke være ankeret for alle de ideer, man skal undervise, men det kan knytte de fleste af de store ideer sammen. Du bliver nødt til at have nogle lektioner, der ikke er direkte bundet til fænomenet.



# Intellectual Engagement



Læreren stilladserer elevernes forståelse til at få sammenhæng mellem aktiviteter og problemstilling samt overordnede videnskabelig fænomener.

Udvælg mål og udfolde læseplan

Vælg et "kompleks problemstilling", et problem og forklaring på dette.

Organisere et undervisningsforløb med læringsaktiviteter

Læreren er vejleder, hjælper med at skabe mening og sammenhæng ved undersøgelser og andre former for aktiviteter eller læsning (Understøttelse af læreproces)

Synliggør hvad eleverne ved om emnet

Formål: understøtte elevernes første hypoteser om problemstillingen

Hvornår: Ved starten af et nyt forløb. Begynd med en gruble opgave som kan åbne for elevernes tanker/ ideer.

# Attention to Equity