

**Tak for kaffe!**

Jette Rygaard Poulsen, Frederikshavn Gymnasium og HF-kursus  
Hans Vestergaard, Frederikshavn Gymnasium og HF-kursus  
Søren Lundbye-Christensen, AAU

# Tak for kaffe!

## Formål

I naturvidenskaben laves der meget ofte eksperimenter for at klarlægge en bestemt problemstilling. Eksperimenter kan give store mængder af data, som skal behandles matematisk for at blive overskuelige, og kan fortolkes. I dette forløb skal I netop indsamle data, her temperaturmålinger, og lære at bearbejde dataene i et regneark. I skal lære at fortolke resultaterne af jeres beregninger.

I dette undervisningsforløb skal I bygge en dyppekoger (en simpel elkoger), og undersøge hvordan temperaturen stiger i en kop vand, når dyppekogeren opvarmer vandet. Senere kan I undersøge, hvordan vandets temperatur falder igen, når koppen med varmt vand blot står på bordet. I forløbet skal I bearbejde jeres måleresultater i et regneark. Undervejs skal I inddrage fysiske argumenter til forklaring af de fundne resultater.

## Måling og bearbejdning af opvarmning af vand

### Matematiske mål

I skal opnå fortrolighed med lineær regression og regneforskriften for den rette linje.

### IT mål

I skal opnå fortrolighed med at indtegne målepunkter i en graf og bestemme bedst rette linje gennem målepunkterne ved brug af regneark.

## Måling: opvarmning af vand

### Øvelse 1 - Om kaffebrygning i stempelkande

Forestil jer at I vil lave kaffe i en stempelkande og derfor hælder vand i en gryde, som står på komfuret, og at I derefter skruer op for varmepladen.

Nævn nogle af de variable der optræder i denne situation?

Hvilke af jeres variable forventer I at der *ikke* er sammenhæng mellem, hvilke forventer I at der *er* sammenhæng mellem?

## Kaffebrygning

Kaffe laves ofte på en kaffemaskine, men faktisk bliver kaffen her kun ca 75° varm. Hvis kaffen skal være 100° varm, skal den laves på en stempelkande, hvori der hældes kogende vand. I det følgende skal I bruge kogende vand, og for at fremskaffe det, skal I lave en dyppekoger. En dyppekoger er et simpelt varmelegeme, som I selv kan skrue op og ned for, ved at ændre på strømstyrken.

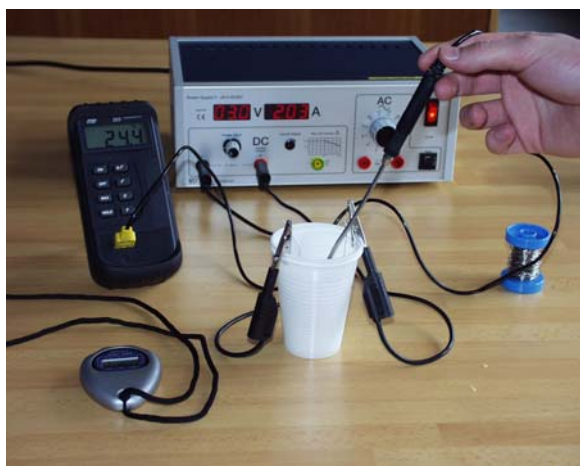
## Øvelse 2 - om fremstilling af dyppekogere

I skal nu i gruppen klippe en tråd fra en trådrulle med en længde på mellem 15cm og 25cm (noter længden). Tråden skal I fastgøre til to ledninger og sænke den ned i et bæger med vand (noter vandmængden). Når der sendes en strøm gennem tråden udvikler den varme. Det kan være en fordel at sno tråden, så kan den lettere være nede i glasset uden at "kortslutte".



## Øvelse 3 - om brugen af dyppekogere

Hvordan kan I undersøge, hvilken sammenhæng der er mellem temperaturstigningen i vandet og tiden, når der går en strøm i tråden?



Tegn en skitse af jeres forslag til forsøg og beskriv i ord, hvordan I vil udføre det.

Hvilken konstant strømstyrke vil I vælge?

Hvorfor?

Hvor mange målinger vil I lave?

Hvor varmt skal vandet være, før I stopper jeres målinger?

**Bemærk: Opstillingen skal godkendes før brug!**

Udfør dernæst forsøget.

Resultaterne skal I skrive ind på et regneark, som er fælles for hele klassen. På regnearket skal tiden i sek stå i kolonne A for første gruppe og de tilhørende målinger af temperaturen skal stå i kolonne B. Næste gruppe indskrives i efterfølgende kolonner.

Når alle grupper har udfyldt regnearket sendes den med mail eller via et konferencesystem til alle i klassen.

## Bearbejdning af måleresultaterne

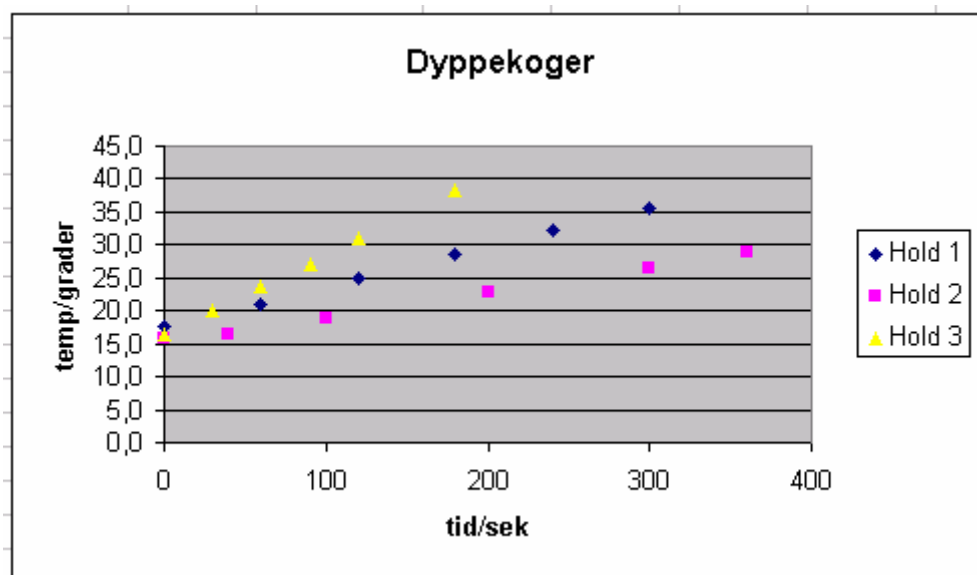
### Øvelse 4 – om tegning af grafer

I skal nu gerne have et regneark der ligner nedenstående:

	A	B	C	D	E	F
1	Hold 1		Hold 2		Hold 3	
2	tid/sek	temp/grader	tid/sek	temp/grader	tid/sek	temp/grader
3	0	17,5	0	15,8	0	16,4
4	60	21,1	40	16,5	30	20,1
5	120	25,0	100	19	60	23,8
6	180	28,5	200	22,8	90	27,1
7	240	32,2	300	26,4	120	31
8	300	35,6	360	29	180	38,2

I skal nu tegne en graf over jeres data, med tiden i sek på x-aksen og temperaturen i °C på y-aksen. I første omgang kan I tegne punkterne ind i et diagram. Hvordan I tegner et diagram kan I se i [tastevejledningen](#).

Diagrammet skulle gerne ligne nedenstående diagram:



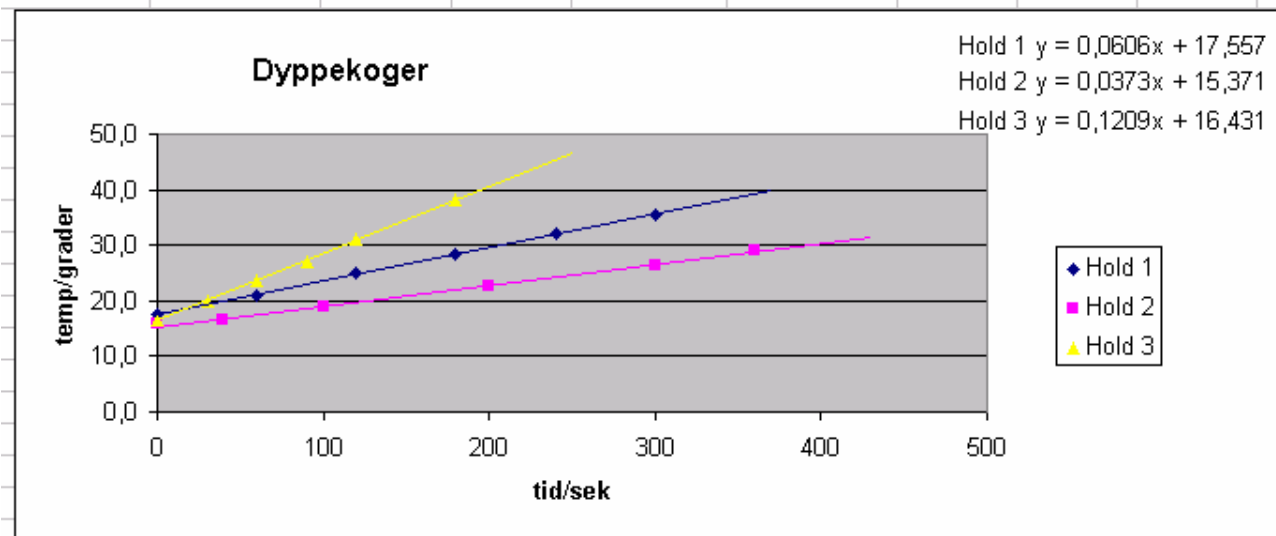
### Øvelse 5 – om lineær regression

Punkterne ligger for hver holds dyppekoger formodentlig nogenlunde på en ret linje. I skal nu tegne den bedste rette linje gennem punkterne. Excel har muligheden for automatisk at indtegne "tendenslinjen". Hvordan denne linje indtegnes i diagrammet kan I se i [tastevejledningen](#). Den såkaldte tendenslinje er i en passende forstand *den bedste linje*, på den måde at den ligger så tæt som muligt på så mange punkter som muligt. I vil senere vende tilbage til, hvad dette betyder "mere matematisk" og hvorledes man beregner hældningen og skæringspunktet med y-aksen. Det kaldes at lave lineær regression.

### Den rette linje

Ligningen for den rette linje er  $y = ax + b$ , hvor  $a$  er linjens hældning og  $b$  er skæringen med y-aksen.

Ligningen for den bedst rette linje er også sat ind ved graferne. Læsevenligheden af graferne og ligningerne kan forbedres – se igen [tastevejledningen](#) - og til slut ser produktet ud, nogenlunde som nedenstående.



### Øvelse 6 - om diskussion af graferne

Se på de rette linjer tegnet i jeres diagram.

Diskuter og beskriv hvad der er karakteristisk for disse grafer (f.eks. udseende/form og hældning).

Ligger målepunkterne med god tilnærmelse på de rette linjer? Eller er det helt galt at tegne rette linjer gennem punkterne?

Prøv med ord at formulere hvilken sammenhæng der er mellem tid og temperatur.

Hvorved ligner linjerne hinanden og hvorved er de forskellige? Overvej hvorfor linjerne ikke er helt ens – alle har jo målt på opvarmning af vand.

### Øvelse 7 - om tolkning af graferne

Se igen på de rette linjer i jeres diagram.

Overvej hvad grafernes hældninger siger noget om. Prøv at formulere hvilken fysisk betydning den har.

Graferne har ikke samme hældning. Hvad er det ved forsøget, der bestemmer grafernes hældning?

Hvad fortæller grafernes skæring med y-aksen os noget om?

Hvorfor skærer alle graferne ikke y-aksen præcis samme sted?

Hvor lang tid skal jeres dyppekoger have for at varme vandet op til 80°C?  
 Hvor meget stiger vandets temperatur pr sek? Og pr minut?  
 Giv et bud på hvordan grafen kunne se ud, hvis I, med jeres dyppekoger, skulle opvarme et babybadekar med vand.

### Øvelse 8 - om temperaturstigningen

Egentlig var opgaven at undersøge temperaturstigningen for vandet i bægeret, og ikke blot temperaturen.

#### Overvejelse

I skal nu få regnearket til at beregne temperaturstigningen.  
 Hvilke kolonner skal der ændres på, hvis I skal tegne en graf med temperaturstigningen på y-aksen?  
 Og hvad skal der gøres ved tallene i disse kolonner?

Måleresultaterne står i kolonnerne A og fremad, men det er kun kolonnerne B, D, F osv I skal foretage beregninger på i denne øvelse.  
 Først skal I indsætte en ny kolonne før hver af kolonnerne C, E, G osv (se [tastevejledningen](#)). Hver tredje kolonne er nu tom, og alle kolonnerne har skiftet navn.  
 Gå nu til celle C3 og skriv:

=B3-\$B\$3

Kopier (se [tastevejledningen](#)) denne celle til alle celler nedad i kolonnen.  
 Hvilken formel står der i celle C5?  
 Forklar hvad \$-tegnene foran B og 3 betyder for kopieringen af cellen nedad?  
 Forklar hvad det er regnearket her har beregnet.

Samme fremgangsmåde følges i alle de øvrige tomme kolonner I har sat ind.

I har nu et regneark der er opbygget på denne måde:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Hold 1			Hold 2			Hold 3		
2	tid/sek	temp/grader	tempstig/grad	tid/sek	temp/grader	tempstig/grad	tid/sek	temp/grader	tempstig/grad
3	0	17,5	0,0	0	15,8	0,0	0	16,4	0
4	60	21,1	3,6	40	16,5	0,7	30	20,1	3,7
5	120	25,0	7,5	100	19	3,2	60	23,8	7,4
6	180	28,5	11,0	200	22,8	7,0	90	27,1	10,7
7	240	32,2	14,7	300	26,4	10,6	120	31	14,6
8	300	35,6	18,1	360	29	13,2	180	38,2	21,8

### Øvelse 9 - om proportionalitet

I skal nu gentage øvelse 4 og 5, blot med den forskel at y-aksen skal være temperaturstigningen.

Hvad viser de nye grafer?  
 Hvordan er linjernes hældning i forhold til de "gamle" hældninger? Kan I forklare dette?

Beskriv hvilke fordele det kan have for tolkningen af jeres data, at ændre y-aksen fra temperatur til temperaturstigning.

Mister I information om data ved at ændre y-aksen?

### Øvelse 10 - om forhold

Se på jeres målinger af temperaturstigningen og tiden. Hvordan varierer forholdet mellem de to størrelser?

I skal nu få regnearket til at beregne forholdet mellem temperaturstigningen og tiden, det vil sige at I skal lave yderligere kolonner, hvor temperaturstigningen divideres med tiden. Start med at indsætte ekstra kolonner efter hvert sæt målinger, det vil sige efter hver 3. kolonne. Overskriften til de nye kolonner kan være forhold. I celle D4 skrives:

$$=C4/A4$$

Denne celle kopieres ned i resten af kolonnen, og fremgangsmåden gentages for de næste datasæt. Regnearket kommer til at ligne nedenstående:

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	<b>Hold 1</b>				<b>Hold 2</b>				H
2	tid/sek	temp/grader	tempstig/grad	forholdet	tid/sek	temp/grader	tempstig/grad	forholdet	ti
3	0	17,5	0,0		0	15,8	0,0		
4	60	21,1	3,6	0,0600	40	16,5	0,7	0,0175	
5	120	25,0	7,5	0,0625	100	19	3,2	0,0320	
6	180	28,5	11,0	0,0611	200	22,8	7,0	0,0350	
7	240	32,2	14,7	0,0613	300	26,4	10,6	0,0353	
8	300	35,6	18,1	0,0603	360	29	13,2	0,0367	
9									

Hvorfor kan forholdet ikke beregnes allerede i celle D3?

Hvad viser de nye kolonner jer om forholdet mellem temperaturstigningen og tiden?

Hvilken sammenhæng er der mellem det udregnede forhold, og grafernes hældninger?

### Proportionalitet

De grafer der nu er tegnet går næsten gennem (0,0) og øvelse 10 viser at forholdet mellem temperaturforskellen og tiden er konstant.

To størrelser kaldes proportionale, hvis forholdet mellem dem er konstant. Ligningen for den rette linje bliver så:  $y = ax$

### Øvelse 11 – lineære sammenhænge

Forestil jer at målingerne på opvarmning af vand til kaffe i en elkoger giver følgende resultater:

<b>Tid i sek</b>	0	20	50	80	100	110	130	160
<b>Temp i grader</b>	18	27	40	52	61	65	74	87

Kig på resultaterne og bestem herudfra hvor varmt vandet er efter 150 sek. Beskriv hvordan I bestemte temperaturen. Hvilken temperatur kan forventes efter 1 min?

Er der tale om en lineær sammenhæng? – og i givet fald, hvilken regneforskrift beskriver sammenhængen mellem tiden i sek og temperaturen i grader? Forklar hvordan I bestemte sammenhængen.

Hvor længe er vandet om at nå kogepunktet? Og hvor varmt er vandet efter 300 sek?

Hvis kaffevandet koges i en gryde på komfuret, giver det følgende målinger:

<b>Tid i sek</b>	0	70	100	170	250	330	430	550
<b>Temp i grader</b>	18	28	31	40	51	62	75	90

Er der her en lineær sammenhæng mellem temperaturen og opvarmningstiden?

Hvor længe er vandet nu om at koge? Og hvilken temperatur skal man forvente at vandet har efter 10 min?



## Måling og bearbejdning af afkøling

### Matematiske mål

I skal opnå fortrolighed med grafer og regneforskrifter for sammenhænge der aftager med en fast procent.

### IT mål

I skal opnå fortrolighed med anvendelse af regressionslinjer til beskrivelse af sammenhænge mellem målepunkterne.

## Måling af afkøling

### Øvelse 12 - Om kold kaffe

Kaffen er nu lavet, men den står i bægeret og bliver kold.

Hvad kan I gøre for at holde kaffen varm?

Er det muligt at isolere bægeret?

Giv et bud på hvor lang tid der går, før kaffen når stuetemperatur, under forudsætning af at det var kogende kaffe I hældte i bægeret.

### Øvelse 13 - om måling på afkølingskurver

Man ser af og til folk anbringe underkoppen ovenpå koppen for at holde kaffen varm.

Holder et bæger med låg bedre på varmen end et udækket bæger?

Nogle mener, at to plasticbægre holder kaffen bedre varm end ét bæger - hvis man vel og mærke sætter det ene bæger indeni det andet! Passer det?

Der er også nogle som mener, at et bæger med et lag aluminiumsfolie udenpå kan holde bedre på varmen end et uden. Er det rigtigt?

I skal nu designe og udføre et eksperiment, der viser, i hvilken grad de tre påstande er korrekte. Det er nok bedre at bruge varmt vand end kaffe, og desuden bør vandet ikke være mere end ca  $80^{\circ}\text{C}$  varmt, da man ellers kan risikere at ødelægge bægrene.

Hvordan skal forsøget udføres? Skriv forsøgsbeskrivelsen ned.

Hvis forsøgene skal kunne sammenlignes, skal visse ting være helt ens for alle bægertyper. Hvilke?

Hvilke målinger skal foretages for at resultaterne kan afbildes i en graf?

Hvordan forventer I grafen kommer til at se ud?

Udfør forsøget med fire bægere, som viser forskellen på afkølingen af

- enkelt bæger
- dobbelt bæger
- bæger med låg
- bæger isoleret med folie



Måleresultaterne skal tages ind i et regneark, med tiden i kolonne A og temperaturerne fra de fire bægere i de efterfølgende kolonner.

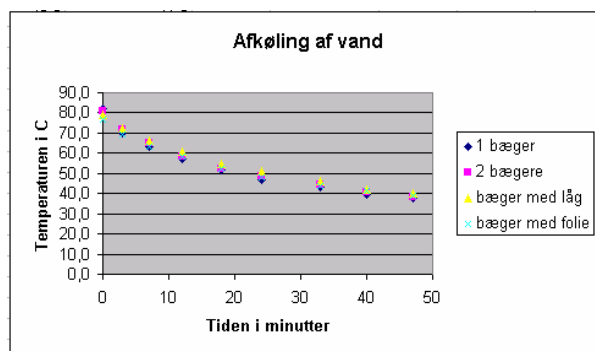
## Bearbejdning af måleresultaterne

### Øvelse 14 - om tegning af grafer

I har nu et regneark der ligner nedenstående:

	A	B	C	D	E	F	G
1	tid/min	1 bæger	2 bægere	bæger med låg	bæger med folie		rumtemperatur
2	0	82,1	80,8	79,1	76,5		19,1
3	3	70,2	71,6	72,1	69,1		
4	7	63,3	64,8	66,0	63,1		
5	12	57,1	58,5	60,7	58,1		
6	18	51,6	52,6	55,0	52,2		
7	24	47,0	48,6	50,8	48,1		
8	33	43,2	44,4	46,1	44,0		
9	40	39,3	40,5	42,2	41,3		
10	47	37,5	38,3	40,2	39,1		
11							

I skal nu igen plote jeres målinger ind i et koordinatsystem, som I gjorde i øvelse 4. Ligger punkterne på en ret linje?



### Øvelse 15 - om tolkning af målingerne

Se på punkterne tegnet i jeres diagram.

Prøv med ord at formulere hvilken sammenhæng der er mellem tid og temperatur.

Hvorved ligner måleserierne hinanden og hvorved er de forskellige?

Hvilket af bægernes holdt kaffen varm længst?

Kan I forklare fysisk hvorfor netop det bæger holder bedst på varmen?

Alle tre måleserier "bøjer af" og nærmer sig en vandret linje. Ved hvilken temperatur ligger den vandrette linje?

Prøv at forklare fysisk hvad dette fortæller os.

## Afkølingskurver

Når vi i naturvidenskab taler om afkøling, mener vi varmeudveksling med omgivelserne. Vandet i glassene afgiver varmen til omgivelserne. Det er derfor relevant at få omgivelsernes temperatur – det vil sige rumtemperaturen – ind i udregningerne. Dette gøres ved at lade y-aksen angive temperaturforskellen mellem vandet i glasset og omgivelserne.

### Øvelse 16 - om temperatur i forhold til omgivelserne

I denne øvelse skal I nu få regnearket til at udregne temperaturforskellen – efter samme princip som I anvendte i øvelse 8. Regnearket kommer til at ligne nedenstående:

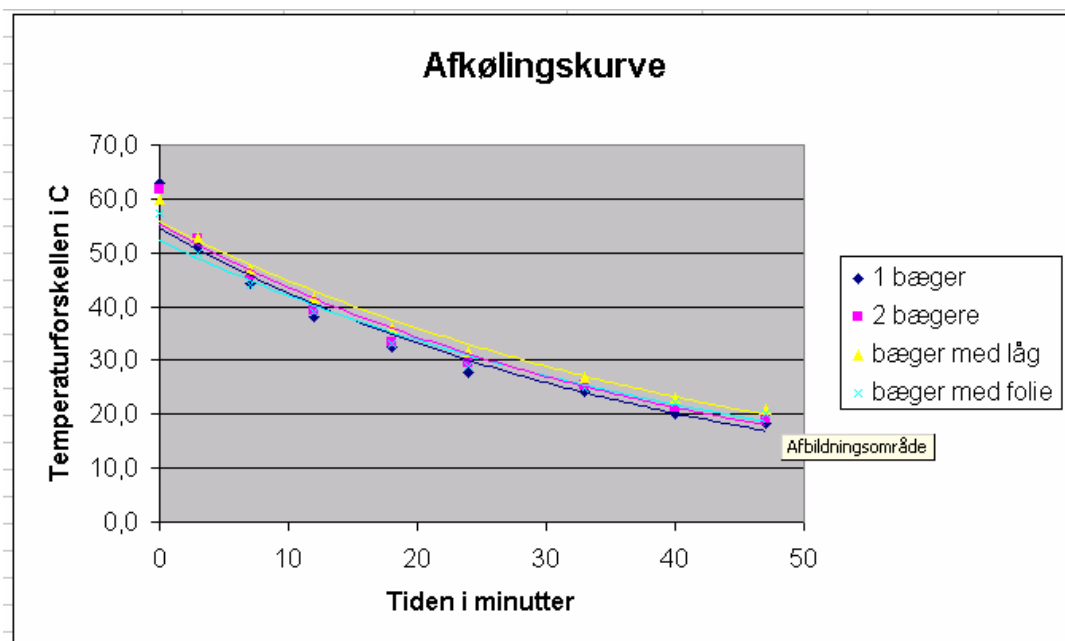
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	tid/min	1 bæger	temp forskel	2 bægere	temp forskel	bæger med låg	temp forskel	bæger med folie	temp forskel		rumtemperatur
2	0	82,1	63,0	80,8	61,7	79,1	60,0	76,5	57,4		19,1
3	3	70,2	51,1	71,6	52,5	72,1	53,0	69,1	50,0		
4	7	63,3	44,2	64,8	45,7	66,0	46,9	63,1	44,0		
5	12	57,1	38,0	58,5	39,4	60,7	41,6	58,1	39,0		
6	18	51,6	32,5	52,6	33,5	55,0	35,9	52,2	33,1		
7	24	47,0	27,9	48,6	29,5	50,8	31,7	48,1	29,0		
8	33	43,2	24,1	44,4	25,3	46,1	27,0	44,0	24,9		
9	40	39,3	20,2	40,5	21,4	42,2	23,1	41,3	22,2		
10	47	37,5	18,4	38,3	19,2	40,2	21,1	39,1	20,0		
11											

Tilsvarende, som i øvelse 8, skal I tegne grafer med tiden på x-aksen og temperaturforskellen på y-aksen.

Indlæg "Ekspontielle" tendenslinjer for de fire måleserier.

### Øvelse 17 - om matematikken bag graferne

Se nu på graferne i jeres diagram.



Hvor mange % ændres temperaturforskellen i løbet af de første 10 minutter for koppen med låg?

Beskriv hvordan I fandt svaret.

Hvor mange % ændres temperaturforskellen fra 10. til 20. minut? Og fra 20. til 30. minut?

Hvad kan I konkludere om det %-vise fald i temperaturforskellen, når der går 10 minutter.

Hvad fortæller grafernes skæring med y-aksen jer noget om? Hvorfor skærer alle graferne ikke y-aksen præcis samme sted?

Hvor lang tid efter start er temperaturforskellen er halveret?

### Øvelse 18 - om konstante %-vise ændringer

#### Tankeeksperiment

Forestil jer at kaffens temperaturforskul med omgivelserne falder med 4% for hvert minut der går. Hvis omgivelsernes temperatur sættes til 0°C, vil temperaturen være den samme som temperaturforskellen. Kaffen er 70°C til at begynde med.

Hvad er temperaturen efter 1 minut? Og efter 2 minutter? Efter 3 minutter?....? Forklar hvordan I nåede frem til resultaterne.

Hvor mange procent er temperaturen faldet efter 1. minut? Efter 2 minutter? Efter 3 minutter?....? Forklar hvordan I når frem til resultaterne.

I skal nu beregne temperaturfaldet i Excel.

I første kolonne skal tiden i minutter stå. Dette gøres ved i celle A2 at skrive 0, og i celle F2 at skrive hvilket tidsrum der skal være mellem hvert resultat. I celle A3 skal I nu skrive:

$$=A2+\$F\$2$$

Kopiere denne celle ned til alle cellerne i kolonnen, så langt at I kan aflæse mindst 60 minutter.

I anden kolonne skal den nye temperatur beregnes. Først skal regnearket vide hvor mange procent temperaturen falder hvert minut. Derfor skrives -4 i celle E2 (minus fordi der jo er tale om et fald). Begyndelsestemperaturen skrives i G2. I skal dernæst i celle B2 skrive =G2. I celle B3 skrives:

$$=\$G\$2*(1+\$E\$2/100)^(A3)$$

Kopier denne celle til alle cellerne nedad i kolonnen.

Hvilken formel står der i celle B10?

Hvilken temperatur har kaffen efter 5 minutter? 30 minutter?

Regn efter på lommeregneren om regnearkets facit passer med det jeres metode giver ved 5 minutter.

Regnearket kommer til at se ud som nedenstående:

	A	B	C	D	E	F	G
1	tid i min	ny temperatur			ændring i %	tidsspring	begyndelsestemperatur
2	0	70,0			-4	1	70
3	1	67,2					
4	2	64,5					
5	3	61,9					
6	4	59,5					
7	5	57,1					

Prøv om I ud fra beregningerne i kolonne B kan forklare hvad regnearket "gør" for at udregne den nye temperatur.

I skal nu opstille en formel, der angiver sammenhængen mellem tiden i minutter og hvilken temperatur kaffen har.

Tegn også en graf, der viser sammenhængen mellem tiden i minutter og temperaturen.

Hvilken temperatur har kaffen efter 25 min?

Hvor mange % er temperaturen faldet efter 25 min?

Hvornår har kaffen temperaturen 1 °C?

### Samme %-vise vækst

De grafer I har tegnet over målingerne, viser næsten samme %-vise fald hvert minut. Tilsvarende handler øvelse 17 også om temperaturfald med samme %-vise fald hvert minut. I har nu fundet frem til en sammenhæng – en formel – mellem antal minutter der er gået og kaffens temperatur.

Hvis begyndelsestemperaturen (begyndelsesværdien) kaldes for  $b$ , den procentvise ændring divideret med 100 kaldes for  $r$  og den nye temperatur kaldes for  $T$ , kan formelen altså skrives:

$$T = b \cdot (1+r)^{\text{antal minutter}}$$

I matematik kaldes denne type sammenhænge, med samme %-vise ændringer af  $x$ -værdierne, for eksponentielle sammenhænge. Regneforskriften skrives ofte

$$y = b \cdot (1+r)^x$$

Hvis der er tale om en %-vis stigning er  $r$  positiv. Hvis der er tale om et %-vis fald er  $r$  negativ (som i vores tilfælde).

Størrelsen  $(1+r)$  kaldes fremskrivningsfaktoren.

### **Øvelse 19 - om stuetemperatur på 20 °C**

I øvelse 18 antog vi at rummets temperatur var 0 °C. Det er yderst sjældent at stuetemperaturen er så lav. Derfor skal stuetemperaturen nu sættes til 20 °C.

Gennemfør øvelse 18 igen, nu blot med den forskel at stuetemperaturen er 20 °C, og at temperaturforskellen til start altså er 50 °C.

Beskriv hvilke ændringer i skal lave i regnearket?  
Hvordan kommer regneforskriften til at se ud?  
Og grafen?

Jette Rygaard Poulsen, Frederikshavn Gymnasium o gHF-kursus  
Hans Vestergaard, Frederikshavn Gymnasium o gHF-kursus  
Søren Lundbye-Christensen, AAU

# Tak for kaffe!

## Tastevejledning

### Diagram - graf

I kan tegne data ind på en graf – et diagram ved at taste følgende:

- vælg **indsæt**
- vælg **diagram**
- vælg diagramtype **XY-punkt** og undertypen hvor punkterne ikke er forbundne – tryk **næste>**
- I får nu et vindue, til at angive data i. Øverst vælges fanen med serie. Tilføj en serie. I skal nu navngive serien, f.eks. Hold 1. Flyt dernæst markøren ned i **X-værdier**; I skal nu markere kolonnen med hold 1's tid. Pas på kun at mærke tallene af – ikke teksten. Markøren sættes ved **Y-værdier** og kolonnen med temperaturer mærkes af. Nu er Hold 1's data i grafen.
- Tilføj serier så alle holdenes data tegnes og tast **næste>**
- Her kan grafen få en overskrift (f.eks. dyppekoger), og x-aksen benævnes tid/sek mens y-aksen benævnes temp i C. Tryk **udfør**, og grafen med punkter vises i regnearket.

[Tilbage til øvelse 4](#)

### Lineær regression

Den bedst rette linje – tendenslinjen – tegnes i diagrammet ved at taste følgende:

- Sæt markøren over et af datapunkterne, f.eks. ét af Hold 1's målepunkter
- Klik på højre museknap og vælg **tilføj tendenslinje**
- Som **type** vælges den lineære regressionslinje
- Under fanen **Indstillinger** (øverst) er der mulighed for at forlænge den bedst rette linje (skriv eksempelvis fremad 70 enheder – så forlænges den rette linje 70 sek ud af x-aksen). Desuden kan der markeres i kassen ud for **Vis ligning i diagram**, så også linjens ligning kommer med i grafen. Afslut med **OK**.
- Linjer for de andre holds data laves på tilsvarende måde.

[Tilbage til øvelse 5](#)

### Layout og læsevenlighed af graferne

Grafen er nu tegnet, men linjen er meget fed. Layout af grafen kan forbedres ved at taste følgende:

- højreklik på en af linjerne, og vælg **formater tendenslinje**. Linjens udseende kan nu ændres. Vælg fanen **Mønstre** og lav eventuelt tykkelsen af linjen én mindre (vælg linjen lige over den viste) - og giv linjen samme farve som punkterne. Afslut med **OK**.

- Samme procedure gentages for de andre linjer.
- Ligningerne for linjerne ligger samlet i en klump tæt på hinanden. De kan flyttes enkeltvis ved at markere dem (klik på dem én gang med den venstre museknap) og sæt markøren i en af de små kasser på rammen (tekst til linjen viser sig nu). Klik med musens venstre knap og hold knappen nede mens I trækker ligningen derhen hvor I gerne vil have den til at stå.
- Det er også muligt at sætte tekst ind ved grafen. Klik én gang på ligningen med den venstre museknap, så er den markeret. Klik dernæst endnu engang på ligningen der hvor I vil have teksten ind, og skriv så teksten. Afslut med enter.

[Tilbage til øvelse 5](#)

### **Indsætning af tom kolonne**

Højreklik på den kolonne der står lige til højre for det sted der skal sættes en ny kolonne ind. I skal klikke på kolonnens "navn", altså hvis der skal indsættes en ny kolonne før kolonne C, højreklikkes på C. I skal så vælge **Indsæt**, og den nye kolonne er sat ind.

[Tilbage til øvelse 8](#)

### **Kopiering af formel**

Marker cellen hvor din formel står. Sæt markøren i nederste venstre hjørne på cellen og markøren bliver til et plus-tegn. Klik med musens venstre knap og hold knappen nede mens I trækker musen ned til alle de celler der skal indeholde formelen og slip så museknappen. Nu beregnes formelen i alle cellerne.

[Tilbage til øvelse 8](#)