VisiRegn ideer 5

Eksperimenter med areal og rumfang

Inge B. Larsen
ibl@dpu.dk
INFA juli 2001

Indhold:

Angivelsen af klassetrin må naturligvis tages med en del forbehold.
B: Begyndertrinnet 1.-3. klasse
M: Mellemtrinnet 3.-7. klasse
Æ: Ældste klassetrin 7.-10. klasse

Citat fra **Formål og Centrale Kundskabs- og Færdighedsområder for Matematik:**

… Eleverne skal opnået handleberedskab over for problemer, der ikke er af rutinemæssig art, og de skal være fortrolige med eksperimenterende arbejdsformer …

Et problem, der skal lægge op til en eksperimenterende arbejdsform, bør være åbent, og det ideelle ville være, om eleverne ud fra en kort præsentation af problemet selv vælger, hvilken vej de vil gå for at finde en løsning. I hver af de følgende to aktiviteter (Red burhønsene og Største kasse til centicubes) er der i det første afsnit givet en sådan åben formulering af et problem, og man kan vælge kun at give eleverne disse afsnit. Ønsker man at styre eleverne gennem et bestemt forløb, kan man anvende opgaverne, der følger efter det første afsnit.

Problemet bør ud over at være åbent også være af en sådan art, at det kan udforskes ved indsamling af erfaringer af forskellig art. Problemfeltet, der tages op i de to følgende aktiviteter, er bestemmelse af størsteværdi. Et problemfelt, der traditionelt hører hjemme i gymnasiet, men som man udmærket kan arbejde med i hele skoleforløbet. Erfaringer kan indsamles på de første klassetrin ved arbejdet med konkrete materialer, og senere kan man anvende gættemetoden (og VisiRegn). Med gættemetoden kan man blot med kendskab til de gængse formler for areal og rumfang indsamle erfaringer, der leder frem til en bestemmelse af størsteværdien.

Ved en eksperimenterende arbejdsform vil læreren være vigtig som den, der kan inspirere eleverne til at udforske problemet og stimulere deres nysgerrighed overfor, hvad der mon kan være en løsning på problemet. Ligeledes vil der af læreren kræves en åbenhed og fleksibilitet overfor elevernes egne forslag til, hvordan problemet kan tackles. Læreren må også være den, der om nødvendigt gør eleverne opmærksomme på de matematiske værktøjer, der står til deres rådighed. Endelig har læreren en vigtig rolle i forbindelse med trimningen af elevernes logiske ræsonnementer ud fra de indsamlede data.

En eksperimenterende arbejdsform kan kendetegnet ved følgende faser:

- **Gæt** (overvej hvad en løsning på problemet kunne være)
  (skærper opmærksomheden overfor problemet)
  (skærper nysgerrigheden ('Har jeg mon ret?'))
- **Indsaml data** (gennem arbejdet med konkrete materialer og/eller ved hjælp af en model)
- **Lav oversigter** (tabeller/grafer over de indsamlede data)
- **Konkludér** (ræsonnér/argumentér ud fra det indsamlede materiale)
- **Formulér afledede problemer** (fx: hvad nu, hvis man ændrede lidt på forudsætningerne?)

Red burhønsene **Aktivitet 5.1**

Bestemmelse af største areal, når omkredsen er givet. Også kaldet det isoperimetriske problem.

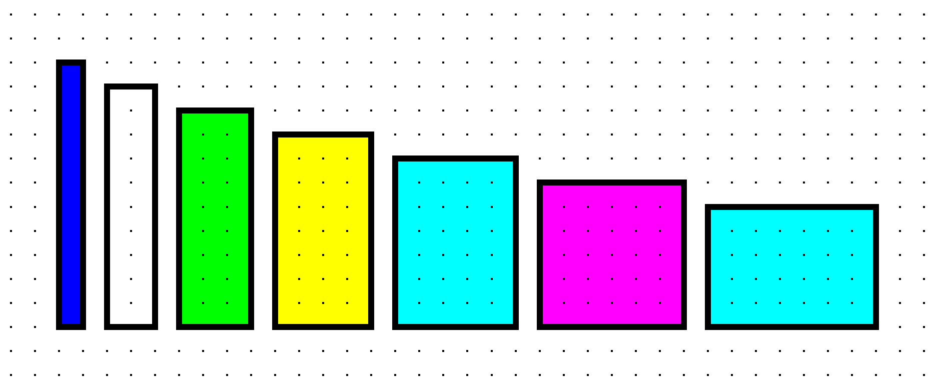
Den praktiske iklædning af problemet:
Hønseavler Jensen har besluttet, at burhønsene skal have en rigtig udendørs hønsegård. Jensen har mere end rigelig plads til hønsegården, men han har desværre kun 24 meter hegn. Han (og hønsene) vil naturligvis helst have hønsegården så stor som muligt (dvs., at den skal have så stort et areal som muligt).

Man skal være opmærksom på, at nogle (mange?) elever nok vil mene, at når man har 24 meter hegn, så er hønsegårdens størrelse (dvs. areal) dermed fastlagt uanset hvilken form, man giver hønsegården. Den tro bør man rokke ved med nogle eksempler.

Hvis man til en start beslutter, at en hønsegård skal være rektangulær, så kan problemet demonstreres med et stykke sejlgarn bundet sammen, så det danner en ring på ca. 24 cm. Hold det udspændt mellem pegefingre og tommeltotter og variér så med disse rektanglets sider. Man kan fx have en lang smal hønsegård, hvor hønsene kan løbe om kap, eller man kan have en mere bred hønsegård.

Problemet kan faktisk have interesse på ethvert klassetrin, idet behandlingen af det styres af de matematiske værktøjer, man har til rådighed på det pågældende klassetrin.

På de første klassetrin kan man tegne hønsegårde med samme omkreds op på kvadreret papir og så tælle, hvor mange fliser (tern) der er i hver hønsegård. Man kan også bruge centicubes som hønsegårdsfliser og med dem bygge hønsegårde, der alle kræver 24 'skridt' for at komme rundt, og så finde ud af, hvilken af disse hønsegårde, der skal bruges flest fliser til.



På mellemtrinnet kan man (sådan som de efterfølgende aktiviteter lægger op til) i VisiRegn opstille en model for problemet og vha. gættemetoden finde frem til en løsning.

På de ældste klassetrin kan elever med kendskab til andengradsfunktionen og dens grafiske billede, parablen, løse det oprindelige problem på følgende måde:
Den ene side er x meter, hvor $0<x<12$.
Den anden side må så være $24/2 - x$ meter, dvs. $12-x$ meter.
Arealet af rektanglet er så for $0<x<12$ følgende funktion af x: $f(x) = x(12-x)$
Altså $f(x) = -x^2 + 12x$
Det grafiske billede af funktionen f er en 'sur' parabel med toppunkt (her altså størsteværdi) for $x = (-12/-2) = 6$
Altså bliver arealet størst, når rektanglet er et kvadrat med siden 6.

Opgave 1)
Der tages udgangspunkt i et bestemt rektangel med omkreds 24 m, og man ser, at når længden er valgt til 8 m, så er det muligt at finde bredden.

Opgave 2)-3)
Det er vigtigt, at eleven er klar over, at når omkredsen altid skal være 24 meter, så kan man vælge længden (dog skal den jo være mindre end 24/2), men dermed vil så også bredden være fastlagt. Den sammenhæng som blev udnyttet i det specielle tilfælde i opgave 1) skal nu generaliseres:
længde+bredde er den halve omkreds, så bredde kan udtrykkes som: omkreds/2 - længde
En anden måde at udtrykke bredde på kunne være: Det er det halve af det, der bliver tilbage, når man fra omkredsen trækker 2 gange længden: (omkreds-2*længde)/2
Det er oplagt (her som mange andre steder) at se på, hvordan forskellige udtryk kan bruges til at beskrive en bestemt sammenhæng. Forhåbentlig vil eleverne selv som forslag komme med forskellige udtryk, og det vil så være oplagt at overveje, hvorfor to forskellige udtryk giver det samme resultat. Sådanne overvejelser lægger op til algebraiske regneregler og reduktion af udtryk – se også 'VisiRegn ideer 4: Ligeværdige udtryk'.

Opgave 5)
Man er nødt til at tænke nøjere over problemet, hvis man skal give et gæt på en løsning - med andre ord: opstille en hypotese, som man så i det videre arbejde prøver at få bekræftet.

Opgave 6)-12)
Når man har indsat udtrykket længde*bredde for areal, kan man bruge gættemetoden til at bestemme den værdi for a, der giver det største areal. Man spores ind på, at det her er praktisk at samle gættene op i en tabel og at afbilde tabelværdierne i xy-punkter, så det er nemt at se hvilken længdeværdi, der giver det største areal.

Ser man kun på heltal, er det tydeligt at længden 6 giver det største areal. Men måske er der værdier mellem 5 og 6, som giver et større areal? Dette kan let udforskes ved fortsat brug af gættemetoden på den opstillede model. Se skærmbilledet på næste side.

Opgave 13)
Nærliggende spørgsmål, som man måske kan få eleverne til selv at formulere:
Hvis omkredsen (hegnet) ikke længere er 24 meter, men fx 40 meter eller 30 meter, hvad skal så siderne i rektanglet være for at give det største areal? Vil man igen få at det største areal opnås ved et kvadrat?
Skulle eleverne ikke selv stille spørgsmålet, så er der i denne opgave lagt op til det. Her skal omkreds, der hidtil har været fastholdt som 24 m ændres i modellen til 31.5 m.

Opgave 14)
Der er her ingen grænser for, hvilken form man kan forsøge at give hønsegården.

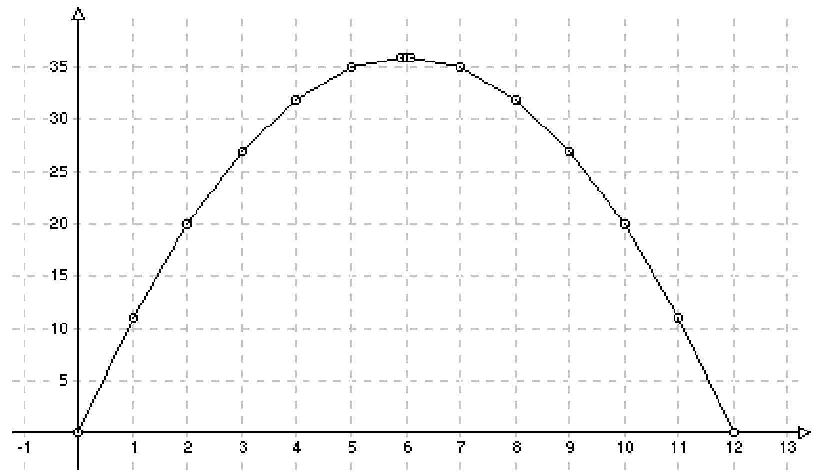
Måske vil man forsøge sig med trekanter med omkreds 24, og udforske dels hvilken form (stumpvinklet?, retvinklet?, ligebenet?, ligesidet?) trekanten skal have for at arealet bliver så stort som muligt. Man tegner trekanter med omkredsen 24, måler en af højderne og regner arealet ud. Måske kan man også ræsonnere sig frem til at nogle trekantstyper vil give bedre resultater end andre.

Går man i gang med andre polygoner med omkreds 24, kan man opdele dem i trekanter og derigennem finde deres areal.

Opgave 6)-12):

T	*		Navn	Udtryk	Værdi	Enhed
		A1		"Red burhønsene		
		A2	omkreds	24	24.00	m
T		A3	længde	6.1	6.10	m
		A4	bredde	omkreds/2-længde	5.90	m
T		A5	areal	længde*bredde	35.99	m^2
		A6				
		A7				
		A8				

længde	areal
1.00	11.00
2.00	20.00
3.00	27.00
4.00	32.00
5.00	35.00
6.00	36.00
7.00	35.00
8.00	32.00
9.00	27.00
10.00	20.00
11.00	11.00
0.00	0.00
12.00	0.00
5.90	35.99
6.10	35.99



Opgave 15)-16)
I værdifeltet kan værdien af PI vises med 7 decimaler som 3.1415927. Højreklikker man på værdifeltet med dette tal, vises værdien i et lille vindue i E-notation, og man får angivet PI med 10 decimaler som 3.1415926536.
Som altid ved gættemetoden bør man samle op i en tabel, som så også er dokumentation for ens løsning. Eksempel:

radius	omkreds
3.00	18.85
4.00	25.13
3.50	21.99
3.80	23.88
3.90	24.50
3.85	24.19
3.83	24.06
3.82	24.00

Opgave 17) *Udfordring
Man kan naturligvis også sætte en 'baglæns' regnende model ind:

	Navn	Udtryk	Værdi	Enhed
A1		"Opgave 17)		
A2	omkreds	24	24.00	m
A3	radius	omkreds/(2*PI)	3.82	m
A4	areal	PI*radius^2	45.84	m^2

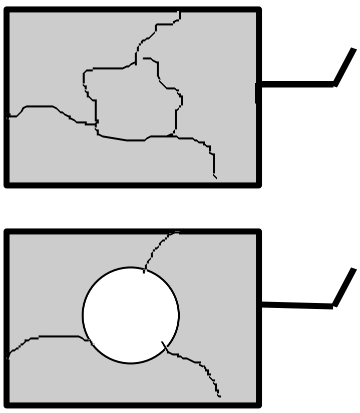
Opgave 18)
Det er formentlig umiddelbart klart for eleverne, at når Jensen får den ene side i hegnet 'forærende', så kan hønsegården blive større.
Det skulle nu gerne være klart for eleven, at man starter med at angive modellens inddata og så finder uddata vha. udtryk, der beskriver afhængigheden af inddata. Det springende punkt vil naturligvis være at kunne bestemme disse udtryk for afhængigheden.

Opgave 19)
Her kan man lige som ved opgave 6 finde halvcirklens radius ved gættemetoden anvendt på en passende VisiRegn model.
En udfordring kunne være i stedet, som i opgave 17), at opstille en 'tilbageregnende' model, der har cirklens halve omkreds som inddata og cirklens radius som uddata.

Opgave 20)-22)
Ideen med mur til erstatning for hegn føres et skridt videre, og de fundne resultater samles, og der konkluderes.

P.S.
Problemet med at få så stort et areal som muligt ud fra en given omkreds kaldes for det isoperimetriske problem (iso betyder samme og perimeter betyder omkreds).

Et fysisk bevis for at cirklen giver det største areal kan fås vha. fx kobbertråd, sytråd og sæbevand. Kobbertråden formes til en rektangulær ramme med håndtag. Et stykke sytråd bindes i ring, og ringen fastgøres med sytråd til rammen tre steder. Rammens fire felter forsynes med sæbehinde ved at rammen dyppes i sæbevand. Sæbehinder forsøger altid at minimere deres areal, så prikker man forsigtigt hul i ringens sæbehinde, vil der danne sig en flot cirkel, da de resterende sæbehinder minimerer deres areal, når ringens areal gøres så stort som muligt.



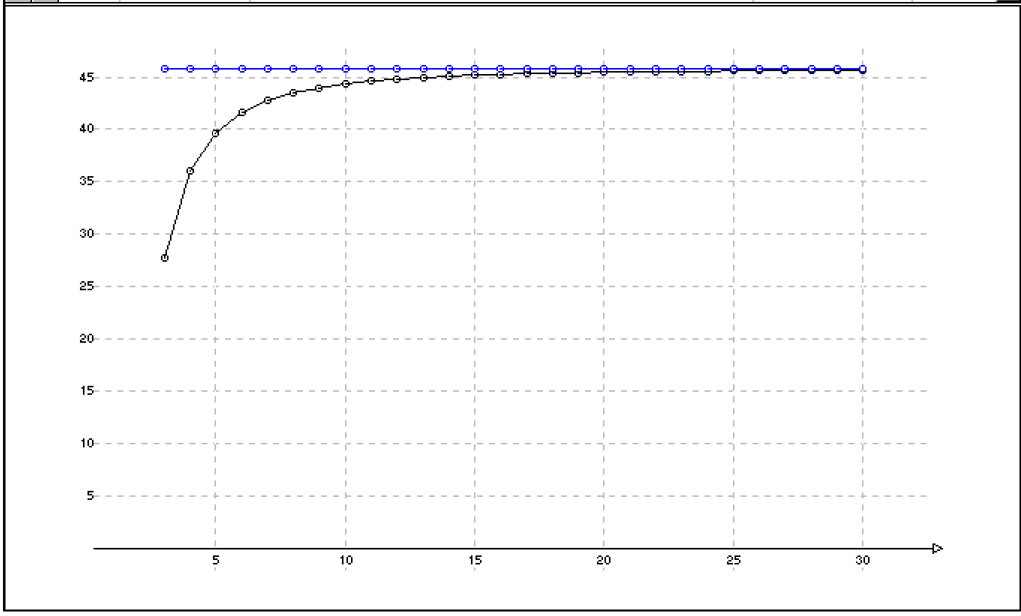
En mere udførlig behandling af det isoperimetriske problem kan findes i
Vagn Lundsgaard Hansen
Temaer fra geometrien. S. 69-73.
Matematiklærerforeningen 1992

P.S.^{2}
En nærliggende tanke kunne være at betragte areal af hønsegårde med samme omkreds og af form som regulære n-sidede polygoner. Man kunne starte med at finde arealet af en ligesidet trekant (n=3), dernæst gå til kvadratet (n=4), så til den regulære femkant (n=5), osv. Det ville være tidskrævende at tegne, måle og beregne på sådanne figurer for at finde deres areal.

Man kunne i stedet i VisiRegn opbygge en model, som den nedenfor, der som inddata har n (og omkredsen) og som uddata har arealet af den regulære n-polygon med den givne omkreds (og diverse mellemresultater).

Fra centrum i den omskrevne cirkel tænkes polygonen opdelt i n ligebenede trekanter, hvor
g er grundlinie,
v er topvinkel og
h er højden på grundlinien.
arealT er arealet af en sådan trekant
arealP er polygonens areal.
Til sammenligning er også fundet
arealC arealet af cirklen med den givne omkreds.
Det ses af tabellen og grafen, hvordan arealet af polygonerne for voksende n nærmer sig cirklens areal.

T	*		Navn	Udtryk	Værdi	Enhed
		A1		"Regulær n-polygon m. given omkreds.		
		A2	omkreds	24	24.00	m
T		A3	n	30	30	sider
		A4	g	omkreds/n	0.80	m
		A5	v	360/n	12.00	grad.
		A6	h	(g/2)/TAN(v/2)	3.81	m
		A7	arealT	h*g/2	1.52	m^2
T		A8	arealP	n*arealT	45.67	m^2
		A9		"Cirkel m. samme omk.:		
		A10	radius	omkreds/(2*PI)	3.82	m
T		A11	arealC	PI*radius^2	45.84	m^2



n	arealP	arealC
3	27.71	45.84
4	36.00	45.84
5	39.64	45.84
6	41.57	45.84
7	42.72	45.84
8	43.46	45.84
9	43.96	45.84
10	44.32	45.84
11	44.58	45.84
12	44.78	45.84
13	44.94	45.84
14	45.06	45.84
15	45.16	45.84
16	45.25	45.84
17	45.31	45.84
18	45.37	45.84
19	45.42	45.84
20	45.46	45.84
21	45.49	45.84
22	45.52	45.84
23	45.55	45.84
24	45.57	45.84
25	45.60	45.84
26	45.61	45.84
27	45.63	45.84
28	45.64	45.84
29	45.66	45.84
30	45.67	45.84

Med denne model kan man hurtigt finde, at når omkredsen er 24 m, så har man fx, at arealet af en regulær 100-sidet polygon er 45.82 m^2 (angivet med 2 decimaler), og arealet af en regulær 1000-sidet polygon er 45,84 m^2 (angivet med 2 decimaler), osv.

Største kasse til centicubes Aktivitet 5.2

Bestemmelse af største rumfang, der kan opnås for en kasse, dannet af et papstykke, som man fraklipper kvadrater i hjørnerne.

Opgave 1)-2)
Her må man overveje, hvad siden i kvadrathjørnet overhovedet kan være.
Det vil nok også være på sin plads at aftale, at man i første omgang kun ser på hele antal cm.

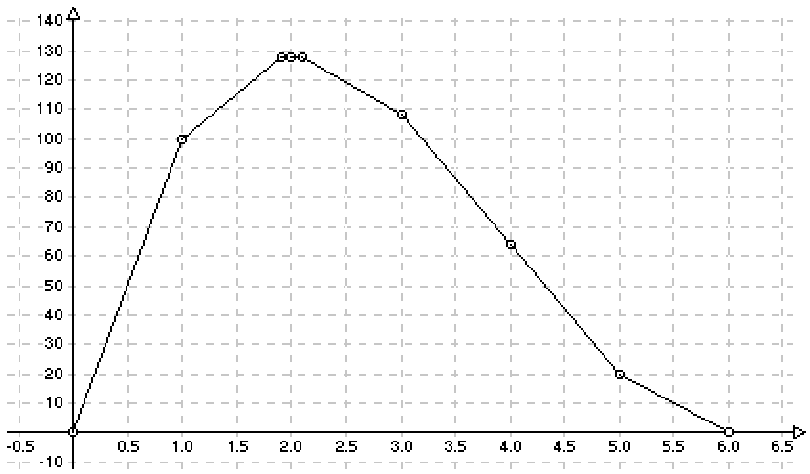
Opgave 3)
Brug kopier af side 10 med 2 kvadrater (12 cm x 12 cm) tegnet ind til at klippe og samle kasser af forskellig størrelse. Når man har de 5 forskellige kasser at se på, vil det måske nok forekomme lidt lettere at vælge en af dem til at være den, der kan rumme flest centicubes. Mange erfaringer viser, at det sjældent er den rigtige, der vælges.

Opgave 4)
Her fokuseres på at beskrive den sammenhæng, der er mellem hjørnekvadratets side og kassens højde, længde og bredde. Dette skal anvendes ved udformningen af VisiRegn-arket i næste opgave.

Opgave 5)-7)

T	*		Navn	Udtryk	Værdi	Enhed
		A1		"Største kasse		
		A2	papside	12	12.00	cm
T		A3	x	2	2.00	cm
		A4	højde	x	2.00	cm
		A5	længde	papside-2*x	8.00	cm
		A6	bredde	længde	8.00	cm
T		A7	rumfang	højde*længde*bredde	128.00	cm^3
		A8				

x	rumfang
1.00	100.00
2.00	128.00
3.00	108.00
4.00	64.00
5.00	20.00
6.00	0.00
0.00	0.00
2.10	127.76
1.90	127.76
2.00	128.00



Sammenhold resultatet med de tidligere gæt ved opgaverne 2) og 3).

Opgave 8)-9)
Her kan man starte med igen at bygge kasser eller man kan gå direkte til VisiRegn modellen og tilpasse denne til den nye situation først med papside 18 cm og dernæst papside 24 cm. Løsningerne indhentet her kunne hjælpe med til at se mere generelt på problemet, sådan som der lægges op til det i den sidste opgave.

Opgave 10)
Kassen med det største rumfang vil altid være den, der fremkommer, når man vælger hjørnekvadraternes side til 1/6 af kvadratets side.

*****

Også dette problem kan angribes i hele skoleforløbet, men med forskelligt matematisk værktøj til rådighed:
På de første klassetrin kan man bygge kasserne, fylde en af dem med centicubes og dernæst forsøge at flytte disse centicubes over i en anden kasse og på den måde afgøre, hvor der er plads til flest.
Senere i skoleforløbet kan man opstille en model for problemet i VisiRegn og vha. gættemetoden finde frem til en løsning.

I gymnasiet kan man løse opgaven vha. differentialregning:

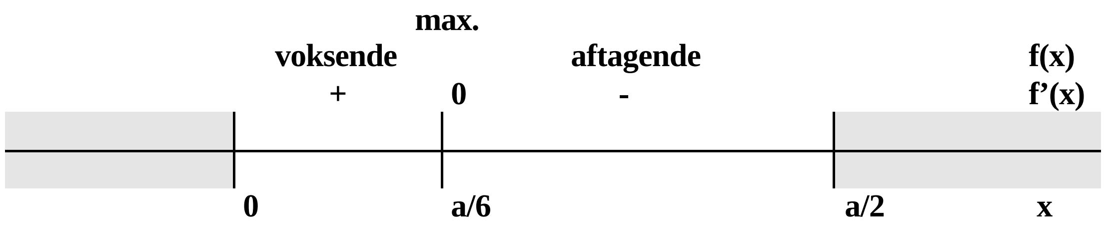
Lad siden i papstykket være a cm og lad hjørnekvadratets side være x cm.
Kassens rumfang er da følgende funktion af x (hvor $0 < x < a/2$):

$f(x) = x\,(a-2x)(a-2x)$
$f(x) = 4x^3 - 4ax^2 + a^2x$

Bestemmelse af størsteværdi for f(x) i intervallet $0 < x < a/2$:

$f'(x) = 12x^2 - 8ax + a^2$
$f'(x) = 12(x-a/6)(x-a/2)$

Fortegnsovervejelse:



Altså har rumfanget størsteværdi for $x = a/6$

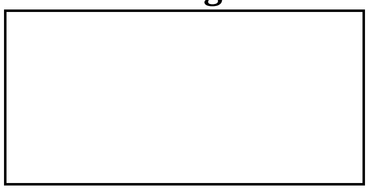
Hønseavler Jensen har besluttet, at burhønsene skal have en rigtig udendørs hønsegård. Jensen har mere end rigelig plads til hønsegården, men han har desværre kun 24 meter hegn. Han (og hønsene) vil naturligvis helst have hønsegården så stor som muligt (dvs., at den skal have så stort et areal som muligt).

Jensen beslutter sig i første omgang for, at hønsegården skal have form af et rektangel.

1) Hvis rektanglets længde er 8 m (og omkredsen er altså 24 m), hvad er så rektanglets bredde? _____________m

2)

længde



bredde

Hvis man kender længden og ved, at omkredsen skal være 24 m, hvordan kan man så finde bredden (hvad gjorde du i opgave 1) ? ______________

3) Opstil som nedenfor, og opbyg udtrykket for *bredde* ved hjælp af *omkreds* og *længde.*

	Navn	Udtryk	Værdi	Enhed
A1		"Red burhønsene		
A2	omkreds	24	24.00	m
A3	længde	8	8.00	m
A4	bredde			
A5	areal			

4) Hvad må rektanglets længde nødvendigvis være mindre end? _______m

5) Gæt på hvad længden skal være, for at rektanglets areal bliver så stort som muligt? ________m

6) Indsæt også udtrykket for *areal*. (Husk enheder).

7) **T-mærk *længde* og *areal* og start med at indsætte værdierne 1 og 2 for *længde.***

8) **Vælg Grafik/Fra tabel/xy-punkter og få punkterne forbundet med rette liniestykker (højreklik på grafikbilledet).**

9) **Fortsæt nu med at afprøve med 3, 4, 5, osv. som *længde,* og iagttag hvordan kurven for *areal* opfører sig.**

10) **Bestem hvad hønsegårdens længde og bredde skal være, for at hønsegården får så stort et areal som muligt.**
(Brug både tabel og xy-punkter).
længde: ____________
bredde: ____________
areal: ____________

11) **Prøv også for en sikkerheds skyld med længdeværdier, der ligger tæt på dit resultat i 10). Fx værdier, der er 0,5 m større eller 0,5 m mindre end den længde du fandt i 10).**

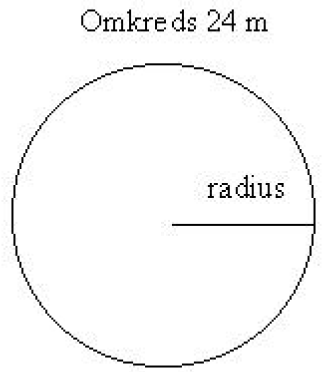
12) **Hvad kalder man et rektangel, som det du fandt i 10)? _______________**

Antag nu at hegnet (dvs. omkredsen) ikke er 24 m men derimod 31,5 m og brug så VisiRegn modellen til at løse opgaven igen.

13) **Hønsene får så mest plads med:**
længde: ___________ og deraf
bredde: ___________ og deraf
areal: ___________

---

14) Jensen overvejede, om han kunne få et endnu større areal ud af sine 24 m hegn, hvis han valgte en anden figur end en firkant.
Kunne han mon det? ______



Fx kunne han af de 24 m hegn fremstille en cirkelrund hønsegård.
Tror du, at den vil blive større end 36 m^2? _________

15) Vi vil i VisiRegn opstille en model, der kan bruges til at finde arealet af en sådan cirkelrund hønsegård. Dertil får vi brug for formlerne for omkreds og areal af en cirkel:

omkreds = 2*ð*radius
areal = ð*radius*radius

Tallet ð er indbygget i VisiRegn som PI med så mange decimaler, som programmet kan klare.
Indtast PI som udtryk og aflæs værdien: __________________

For at kunne finde arealet af en cirkel med omkreds 24 meter, må man først finde cirklens radius.
Opstil som nedenfor og brug gættemetoden til at finde, hvad radius skal være (angivet i meter med 2 decimaler), for at omkredsen kommer så tæt som muligt på 24 m uden at overstige 24 m.
radius = ___________m

	Navn	Udtryk	Værdi	Enhed
A1		"Cirkelrund hønsegård		
A2	radius	3	3.00	m
A3	omkreds	2*PI*radius	18.85	m
A4	areal			

16) Indsæt nu udtryk for cirklens *areal*. Hvad giver det? *areal* = ______m^2
(Gættede du rigtigt i opgave 14?)

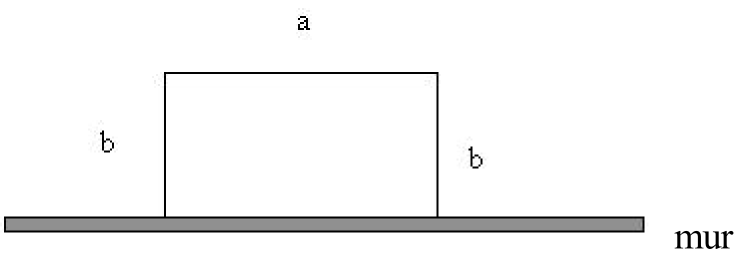
17) *Udfordring:
Opstil en VisiRegn-model, der ud fra omkredsen for en cirkel direkte (uden gættemetode som ovenfor) finder radius (og arealet) for cirklen?
Altså inddata for modellen: omkreds
og uddata for modellen: radius og areal

---

18) Jensen har en mur omkring sin grund, og han kom nu i tanke om, at hønsegården nok kunne gøres større, hvis han brugte muren som den ene side i hønsegården.

Tror du, at han har ret i det? ________

Han vil så bygge en rektangulær hønsegård af de 24 m hegn (og muren). Han kalder nu længden for a og bredden for b, som vist på tegningen.



Altså må der gælde, at b + a + b = 24.
Brug denne sammenhæng til at finde a, når man kender b:
a = ________________

Opstil som nedenfor en model i VisiRegn, der har *b* (og *hegn*) som inddata, og som uddata giver *a* og *areal*.

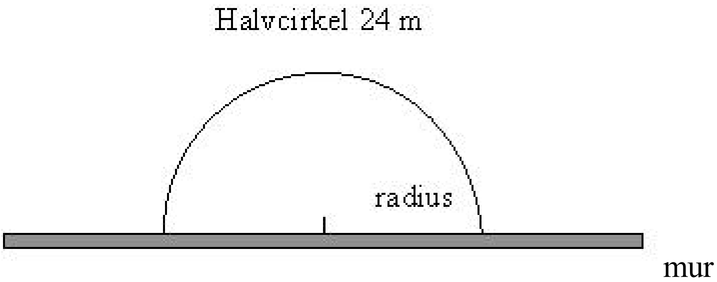
	Navn	Udtryk	Værdi	Enhed
A1		"Hønsegård ved en mur.		
A2	hegn	24	24.00	m
A3	b	5	5.00	m
A4	a			
A5	areal			

Brug modellen og gættemetoden til at bestemme, hvad *b* (og dermed *a*) skal være, for at arealet bliver så stort som muligt. Resultat:

b = ________m giver a = ________m og areal = __________m²

---

19) Hvor stor kunne hønsegården mon blive, hvis de 24 meter hegn i stedet var blevet brugt til en halvcirkel?



Muren skulle så udgøre den afgrænsende diameter i halvcirklen.
Tror du, at hønsegården bliver større? __________

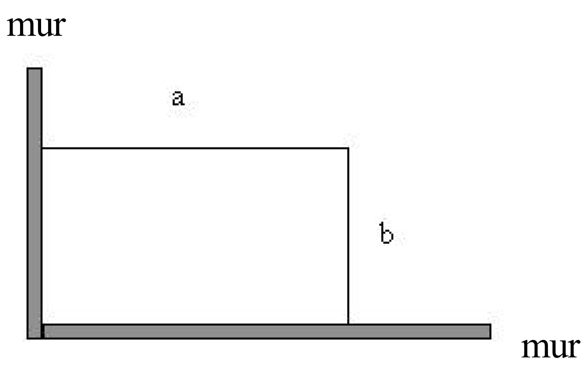
Når den halve omkreds er 24 m, hvad er så hele cirklens omkreds?
_____m

For at kunne finde arealet af halvcirklen, må man først finde radius i cirklen.

Bestem radius (i meter med 2 decimaler), sådan at cirklens halve omkreds er så tæt som muligt på 24 m uden at overstige 24 m (se evt. fremgangsmåden i opgave 15). radius = ________________m
Hvad er så hønsegårdens areal? areal = ________________m²

---

20) Jensen får nu den idé, at han kan lægge hønsegården i et af murens hjørner, sådan at de to sider i hønsegården udgøres af muren. Han håber så at kunne gøre hønsegården større med de 24 meter hegn?

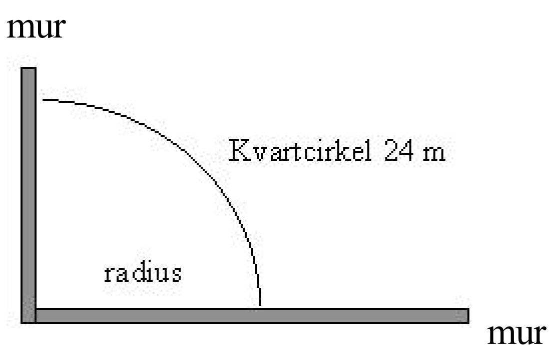


Tror du, at han kan gøre hønsegården større på den måde? ______

Hvor stor kan den blive? a = ____m, b = ____m og areal = _______m²

---

21) Hvordan ville det gå, hvis han stadig brugte hjørnemuren men nu gav hønsegården form af en kvartcirkel?



Man må igen først bestemme radius i cirklen for at kunne finde arealet.

Bestem radius (i meter med 2 decimaler), så længden af den kvarte cirkel er så tæt som muligt på 24 m uden at overstige 24 m.
radius = ________________m

Hvad er så hønsegårdens areal? areal = ________________m²

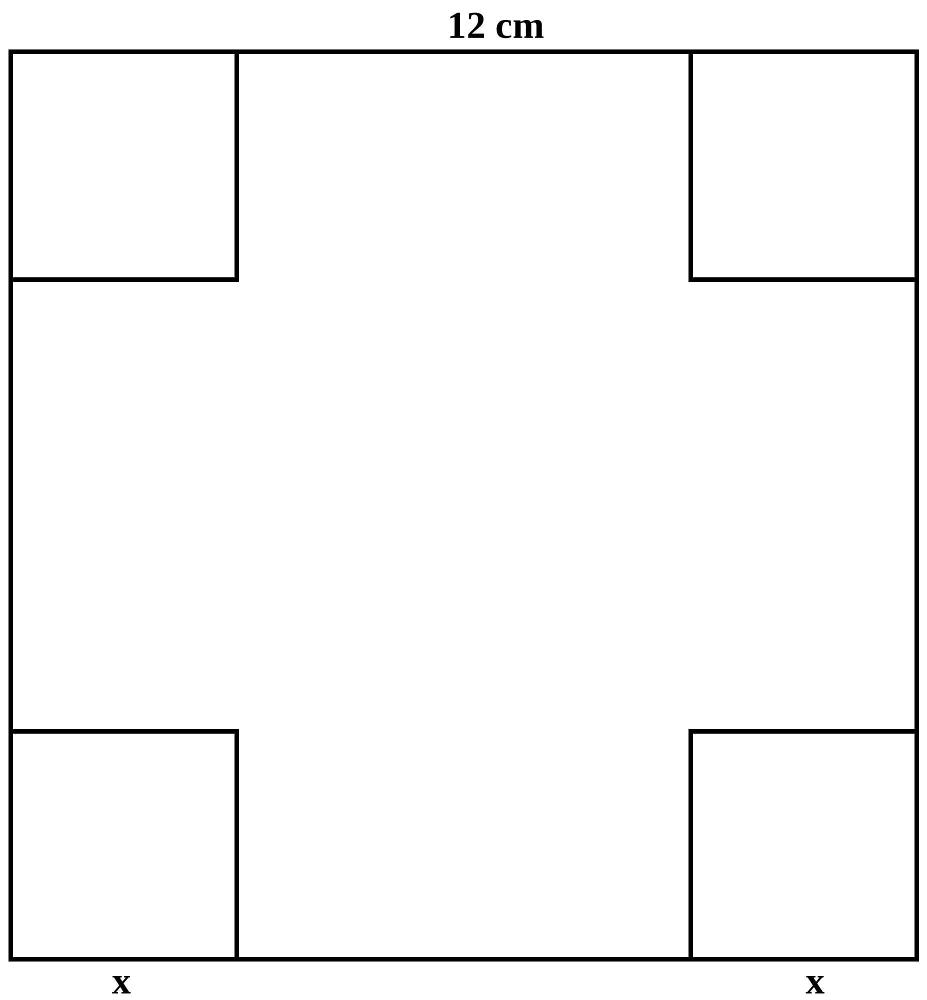
---

22) Saml dine resultater om hønsegårde i skemaet nedenfor.

	Rektangulær	**Cirkulær**
Ingen mur	**Opgave 10)** **areal =**	**Opgave 16)** **areal =**
Mur på en side	**Opgave 18)** **areal =**	**Opgave 19)** **areal =**
Mur på to sider	**Opgave 20)** **areal =**	**Opgave 21)** **areal =**

Beskriv med dine egne ord, hvad din undersøgelse af forskellige former for hønsegårde har ført til:

På en skole har man kvadratiske papstykker med siden 12 cm, og man beslutter, at disse skal bruges til kasser til opbevaring af centicubes. Man vil derfor ved hvert papstykke skære et kvadrat af hvert hjørne og så folde til en åben kasse, der holdes sammen med tape.



Kassen skal kunne indeholde så mange centicubes som muligt. Vi vil undersøge, hvor stor siden så skal være i det kvadrat, man skærer af et hjørne.

1) Hvad må x nødvendigvis være mindre end? ___________cm

2) Gæt her inden du starter en undersøgelse:
Siden i de 4 kvadrater, der skæres væk, skal være __________cm

3) Byg fem forskellige kasser. Kig på dem, og gæt igen:
Siden i de 4 kvadrater, der skæres væk, skal være __________cm

4) Hvis siden i hver af de 4 kvadrater, som man skærer væk, er x cm, hvad er så kassens:

højde? _______________cm
længde? _______________cm
bredde? _______________cm

5) Opstil i VisiRegn en model, der som inddata har længden af siden på det oprindelige papstykke og siden på det hjørnekvadrat, man afskærer. Som uddata skal modellen levere kassens højde, længde, bredde og rumfang.

	Navn	Udtryk	Værdi	Enhed
A1		"Største kasse		
A2	papside	24	24.00	cm
A3	x	8	8.00	cm
A4	højde			
A5	længde			
A6	bredde			
A7	rumfang			

6) Lav en tabel over x og tilhørende rumfang, og afbild tabellens værdier som xy-punkter.

7) Brug tabel og graf til at bestemme, hvilken værdi x skal have, for at der kan være så mange centicubes i kassen som muligt. Husk at tjekke for x-værdier i nærheden af den værdi, du har fundet. Når der skal være plads til så mange centicubes i kassen som muligt, hvad skal så siden x i det afskårne hjørnekvadrat være? ___________ Hvor mange centicubes er der så plads til? ___________

Antag nu at papstykkets side ikke er 12 cm men derimod 18 cm.

8) Hvad skal så siden x i de afskårne hjørnekvadrater være, for at kassens rumfang kan blive så stort som muligt? Gæt først: ___________cm og find så svaret: ___________cm

---

Antag nu at papstykkets side er 24 cm.

9) Hvad skal så siden x i de afskårne hjørnekvadrater være, for at kassens rumfang kan blive så stort som muligt? Gæt først: ___________cm og find så svaret: ___________cm

---

Saml resultaterne fra 7), 8) og 9) sammen til besvarelse af følgende:

10) Hvor stor en del udgør hjørnekvadratets side x af hele papstykkets side, når

a) papstykkets side er 12 cm: ________
b) papstykkets side er 18 cm: ________
c) papstykkets side er 24 cm: ________

Beskriv med dine egne ord, de resultater, du har fundet:
