



Vitensenteret 2003

ISBN 82-92088-01-6

Henveldeiser om dette heftet kan rettes til:

Vitensenteret,
Postboks 117,
7400 Trondheim

Omslag: *Nils Kr. Rossing*

Trykk og innbinding:

NTNU-trykk,
Dragvoll,
7491 Trondheim

Takk:

En takk til **Anne Karin Wallace** og **Stein Wallace** som formulerte historien om fangenes dilemma som et av temaene. Videre foreslo **Carl Haakon Waadeland** å ta opp temaet datamaskiner og musikk med innslag av totalssystemet, og **Johan Fredrik Aarnes** foreslo vær og kaosteori som et av temaene. Tilslutt vil jeg takke alle som har bidratt med ideer og forslag til endringer. Spesielt kan nevnes **Kari Hag**, **Christian Holden**, **Ingvill Holden** og **Anne Horn** ved Pax forlag. I tillegg en takk til **Inger-Marie Larsen** og **Atle Kjærvik** ved Vitensenteret som leste korrektur.

nkr 16.05.03



Innhold

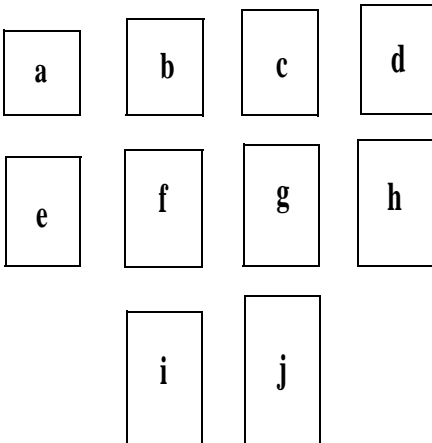
<i>Den gylne vikartimen</i>	5
<i>Det kaotiske været</i>	9
<i>Pendelmatter og mesterliga</i>	13
<i>Orgler og pianoer på hodet</i>	18
<i>En fengslende mattetime</i>	23
<i>Geografi eller matematikk for statsledere</i>	26
<i>Snøkrystaller og drager</i>	31
<i>Til dere som vil lese mer</i>	37





Den gylne vikartimen

Det var en av disse råkalde novemberdagene da en helst burde holdt senga og ikke stå opp før sola fant det for godt å gjøre det samme. På vei til skolen gikk regnet over til sludd, og vinteren syntes uunngåelig. Det var defor godt å komme inn i det varme klasserommet, og det var med en viss forventning vi reiste oss da vikaren i matte kom inn. Under armen hadde han en bunke med ark som han straks begynte å dele ut. Jeg stirret ned på arket, dekket med rektangler og kvadrater som var nummerert fra **a** til **j**.



Oppgaven var grei nok:

Notér hvilket rektangel dere synes er det peneste, og hvilket dere synes er det styggeste.

Jeg stirret ned på arket og funderte på hva han kunne mene med dette. Var ikke dette en mattetime? Jeg så på rektanglene. **a** var jo ikke så verst, men det var liksom for firkantet, mens **j** var for langt, kanskje noe midt i mellom var bedre.

*Har alle bestemt seg? spurte han, og ga etternølerne et halvt minutt til, mens han streket opp en tabell på tavla. Han begynte å fylle inn resultatene etterhvert som vi ga til kjenne hva vi hadde bestemt oss for. Da alle hadde avgitt stemme, regnet han ut den prosentvise fordelingen for den enkelte firkants popularitet og upopularitet. Han regnet også ut forholdet mellom grunnlinjen og høyden for hver av rektanglene, og til vår forundring la vi merke til at firkanten **g**, hvor forholdet var 0.62, skilte seg markert ut.*

Flott, sa han bare og gned seg i hendene. Det ser altså ut til at vi er en typisk 0,62 klasse.

Kjekt å vite, tenkte jeg.

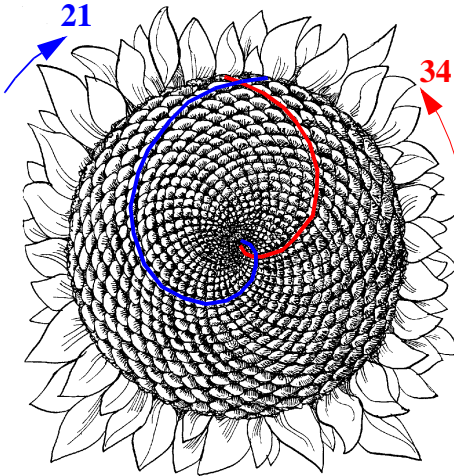
Men det skulle bli verre. De fleste av oss hoppet litt på stolen da han ganske rolig sa:

Før vi går videre skal vi snakke litt alvorlig om blomster og bier....

Jeg har alltid beundret lærere som tar opp dette temaet i klassen, selv om vinklingen til denne læreren var noe



foreldet. Imidlertid var det jo ganske overraskende at temaet ble tatt opp i en matematikktime. Men vi hadde blitt vant til litt av hvert etter at den nye reformen var innført..



$$21/34 \approx 0.62$$

Dette er en blomst, sa han å dro opp et stort bilde av en solsikke. Og dette er en bie, sa han idet han slo etter en forstumlet veps som gjorde noen siste krampetrekninger i det sterkt oppvarmete klasserommet. Vi unnskyldte han de manglende zoologikunnskapene og stirret på den forvokste "bien" som stanget mot vinduet og ville ut i kulda.

Hva har så denne blomsten til felles med bien? sa han resolutt.

De lengter begge etter våren, tenkte jeg, mens noen av jentene rødmet svakt. Der tok jeg imidlertid skamkelig feil.

Jeg ble sittende å stirre inn i solsikkens støvbærere helt til det begynte å gå rundt inne i hodet mitt, og jeg syntes tydelig at jeg kunne se spiraler som gikk i alle retninger.

Ser dere spiralene? sa han med den største selvfølgelighet. Tell dem! Først dem som går til høyre, deretter dem som går til venstre.

Så var ikke spiralene bare innbilning og resultatet av for lite søvn. Mannen påsto at spiralene var virkelige og kunne telles. Vi telte. Noen gikk til og med helt bort til plansjen og telte, først de til høyre, dernest de som gikk til venstre. Etter litt fram og tilbake fant vi ut at antallet som gikk mot venstre var **21**, mens antallet mot høyre var **34**.

Ja vel, og hva er så spesielt med det? tenkte jeg.

Del tallene med hverandre, 21 delt på 34, sa han.

Den raskeste av oss ropte 0,62 før vi andre hadde fått dratt fram kalkulatoren.

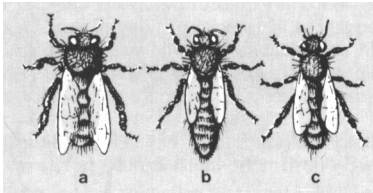
Flott, sa han.



Så er dette en 0,62 blomst på samme måte som vi er en 0,62 klasse, tenkte jeg.

Dette gjelder ikke bare denne ene solsikken, nesten ropte han i sin iver. Dette gjelder alle solsikker. Og ikke nok med det, det gjelder mange andre planter også. Bare undersøk furukongler, eller ananas. Til og med i bladsettingen langs stengelen på mange planter finner vi dette forholdstallet. Ja, dere finner det til og med inne i kjernehuset hos et eple.

Så hva med biene, tenkte jeg. Kanskje om vi titter nøye etter så står tallet 0,62 inngravert under vingen eller venstre bakfot. Fra nå av bestemte jeg meg for at ingenting skulle overraske meg. Men der tok jeg feil.



Hunnbie Dronning Hannbie
(Drone)

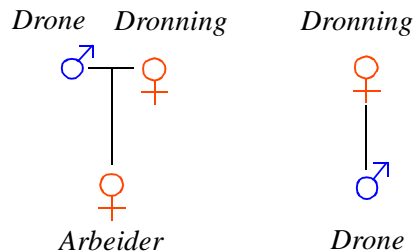
*La oss se nærmere på biene, sa han. I en bikube finner vi tre typer bier, nemlig **dronningen** som legger egg og naturlig nok er en hunn. Dernest **arbeidere** som er hunnbier som klekkes av befruktede egg. De har følgelig både **en mor** og **en far**. En arbeider kan også bli en dronning dersom den fores med **dronninggelé**. **Dronene***

*derimot er hannbier som klekkes av ubefruktede egg. De har derfor bare **en mor** og **ingen far**.*

Vi bøyde oss over pultene, spente på hvor 0,62 kunne være skjult på disse arme skapningene.

Vår nye matematikklærer fortsatte entusiastisk, oppmuntret av klassens stillhet og oppmerksomme blikk:

En drone, som er en hann, har altså bare en mor, dvs én forelder, sa han med patos. Dronen har imidlertid to besteforeldre, en mormor og en morfar. Videre har dronen tre oldeforeldre og 5 tippoldeforeldre og så videre.“



Han sprang opp på tavla og tegnet i rasende fart opp en tabell.

Ser vi derimot på en arbeider, som er en hunnbie, har hun to foreldre. Hun har videre tre besteforeldre, en mormor og en morfar samt en farmor. Videre fem oldeforeldre og 8 tippoldeforeldre, og så videre, sa han mens han skrev i full fart.



Det gikk helt rundt for meg. Farmødre og tippoldefedre snurret rundt oppi hodet mitt som en bisverm.

Antall	Foreldre	Besteforeldre	Oldeforeldre	Tippoldeforeldre	Tippippoldeforeldre	Tippippippoldeforeldre
Droner	1	2	3	5	8	13
Arbeidere	2	3	5	8	13	21

Ser dere, sa han ivrig, ser dere tallene. Er det ikke noe kjent med dem? Prøv å del antall tippippippoldeforeldre til dronene med antall tippippippoldeforeldre til arbeiderne. Han pekte på tabellen på tavla.

Vi kastet oss over kalkulatoren, og det gikk et sukk gjennom klassen: **0,62**.

Alle opp til tavla og still på rekke! kommanderte han plutselig.

Vi var omtrent lammet av denne lek-sjon i tallet 0,62s allestedsnær-værelse, og adlød automatisk.

“Få se navlene deres”, sa han og dro opp et 2 meter langt målbånd. Vi stirret vantro på han med åpen munn. Navlene, hva skulle han med dem? Litt nølende trakk vi opp bluser, T-skjorter og jumpere og stirret ned på den unnselige krummeluren der nede.

I et rasende tempo ble vi alle målt fra topp til tå, og fra navlen og ned. Alle tallene ble notert opp og klassens gjennomsnittlige navleplassering ble beregnet. Vi trengte ikke en gang å snu oss mot tavlen for å se på resultatet. Vi var ikke i tvil. Forholdstallet mellom vår gjennomsnittlige avstand fra gulvet og opp til navlen og høyden var selvfølgelig også **0,62**.

Da merket vi at det gled en skygge over ansiktet hans. Jeg snudde meg forsiktig og stirret på svaret som sto på tavla. En frysning gikk ned over ryggen min. Der sto det 0,61! Hva hadde gått galt? Jeg følte meg både lettet og skuffet på en gang. Var ikke alt som det skulle være i klassen vår? Var vi en samling avvikere? Jeg stirret på læreren å så hvordan ansiktet hans lyste opp i et smil. Han røsket skjorta opp av buksa og målte sin lange hengslete kropp og avstanden opp til navlen.

Neste gang jeg snudde meg sto det 0,62 på tavla, og læreren var igjen et eneste stort smil.

Dette forholdstallet kalles det GYLNE SNITT! ropte han med store bokstaver, og en indre glød lyse ut av øynene hans. *Dette forholdet er i bruk overalt. Kunstnere og fotografer bruker det når de planlegger bildene sine. Designere bruker det når de skal lage*



gjenstander, og naturen bruker det daglig som vi har sett. Det er på en måte innebygget i hodene våre.

Jeg kunne ikke huske at jeg noen gang hadde brukt dette underlige tallet, selv om det altså svevde der inne i hodet mitt et eller annet sted. Men jeg fikk en sterk følelse at det begynte å bli på høy tid, siden alle andre syntes å være godt igang.

Da ringte skoleklokka, og jeg følte letelse over å slippe og oppdage flere sammenhenger som ga svaret 0,62. Vi gikk på rekke ut av klasserommet, fremdeles med magen bar:

De av dere som har et betalingskort, prøv å finn ut forholdstallet mellom sidene på kortet. Eller mål sidene på en fyrstikkeske. Hva tror dere svaret blir? hørte jeg han ropte inne fra klasserommet.

Jeg var overhodet ikke i tvil om hva svaret ville bli, 0,62. Noe annet ville ha forundret meg stort.

Det kaotiske været¹

Skoledagen var slutt og jeg pakket godt omkring meg, forberedt på å møte novemberværets luner med rakrygg og oppslått krage.

1. Etter en ide fra professor Johan Fredrik Aarnes (NTNU)

Mattetimen med “den gylne 0.62-vikaren” satt ennå i kroppen da jeg strevde meg gjennom det horisontale novemberværet. Jeg gikk og stirret ned i bakken som om dette tallet skulle finnes bak hvert visst blad på fortauet, og la ikke - før det var for sent - merke til mannen som gikk krumbøyd foran meg.

Hei, sa han muntert, i det jeg kom opp på siden av ham, har vi ikke et fantastisk vær i dag?

Den entusiastiske stemmen var ikke til å ta feil av. Det var ham, 0.62’ern fra første time, og jeg var gjenkjent.

Den stive kulingen med liten storm i kastene minnet ikke mye om værmeldingen som sukkersøtt lød på: “Delvis skyet pent vær, men utrygt for enkelte snøbyger utpå kvelden.”

Hvorfor kan de ikke heller si det som det er? mumlet jeg tilbake. *Dette minner ikke mye om “delvis skyet pent vær” slik de lovte i går.*

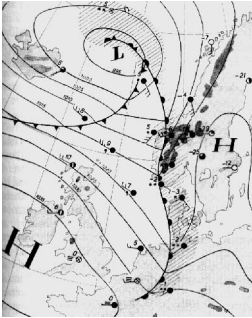
Dette er matematikk på universitetsnivå, gutten min, sa han ivrig, det kalles kaosteori.

Jeg hørte bjeller fra en fjern fortid ringe om Anne-Cath Vestly og tilstander på rommet mitt. Ellers hadde jeg få forestillinger om kaosteori.

Du skjønner det, sa han, været akkurat her og nå er på en måte avhengig av hvordan været var for en liten stund



siden. Været henger på en måte sammen. Når meteorologene skal finne ut hvordan været blir i morgen, tar de utgangspunkt i hvordan været er i dag og de siste dagene. Dette gjør de på mange forskjellige steder.



Så putter de målingene av temperaturene og vindretninger, alle høytrykkene og lavtrykkene inn i en stor datamaskin og beregner været for i morgen, sa jeg og syntes dette hørtes logisk ut.

Akkurat, sa han. Jo flere og desto nøyaktigere data de har om lufttrykk, vindstyrke, temperatur og så videre, desto lengre fram i tiden kan de forutsi været.

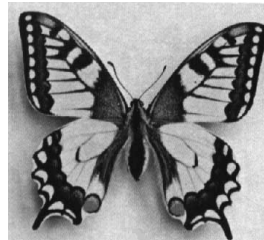
For mange år siden levde en mann som het Laplace. Han var en ordentlig optimist. Han tenkte at om han hadde all informasjon om hvordan verden er i dag, og var i går, og et stykke bakover i tid, så kunne han ved hjelp av ligninger beregne hvordan verden

ville se ut langt inn i framtiden. Laplace tenkte ikke bare på været, men mange andre ting også.

Så kjekt, tenkte jeg, men jeg sa ingenting, for i det samme kom en kraftig vindkule som feide vekk en hver videre diskusjon.

Laplace, tok feil, ropte han etter en stund, han glemte sommerfugleffekten!

Var det sommerfugler han hadde sagt? De burde jo sove søtt i konkongene sine på denne tiden av året.



Det er nemlig slik, sa han, en sommerfugl som vifter med vingene i Florida i oktober, vil kunne forårsake en hel storm i Nordsjøen i desember.

Jøye meg! Hva var det for skumle hensikter denne læreren tilla disse søte små, uskyldige skapningene?

Det jeg mener, fortsatte han, er at det skal så fryktelig lite til for å endre vær bildet fullstendig.

Har du en kalkulator, sa han med ett, og dro opp sin egen "Texas" fra innerlomma. Jeg trenger to.



Ja, ja, han trenger vel minst to for å regne ut været, tenkte jeg, og dro opp min egen "Casio".



Nå skal vi regne litt, sa han. Vi stilte oss med ryggen mot vinden og regnet.

Vi skal begge, hver for oss, regne ut følgende uttrykk:

Ny verdi = forrige verdi · (1 + 3(1 - forrige verdi))

Når vi har funnet "ny verdi" setter vi denne inn i uttrykket som "forrige verdi" og regner ut en ny "ny verdi". Slik fortsetter vi til vi har gjort det 50 ganger etter hverandre, sa han uten å blunke. Vi starter med å sette forrige verdi lik 0.01.

Jeg stirret bergtatt på mannen, 50 ganger!, sa jeg matt. Men han var alt igang.

Der sto vi, med ryggen mot regnværet og regnet som gale på hver vår lommeregner. Mon tro om vi kunne gjøre noe med dette griseværet som på en eller annen merkelig måte skyltes en stakkars sommerfugl i Florida?

Hva får du? sa han etter en lang stund.

Vent litt, mumlet jeg, idet jeg avsluttet de siste 5 utregningene.

0.0036616295, sa jeg endelig og følte meg helt andpusten.

Glimrende. Jeg fikk 0.225758993390, sa han triumferende.

Jeg skjønnte ikke hva som var så glimrende med det, hans svar var jo over 60 ganger større enn mitt.

Jeg må ha regnet feil, sa jeg slukøret og så for meg nye 50 utregninger i snøslapset.

Langt i fra, sa han, det høres helt riktig ut. Årsaken til at vi får forskjellige svar er at vi bruker forskjellig kalkulator. Din Casio regner med 10 siffer, mens min Texas regner med 12.

Slik er det med regnestykkene som skal beregne været også. En ørliten feil i starten, eller unøyaktighet underveis, får enorme konsekvenser når en har regnet seg noen dager framover i tid.

Regnestykkene som brukes til å beregne været kalles dynamiske systemer, sa han med ettertrykk.

Hei, se der, nesten ropte han og pekte på en liten brun tingest som pilte over fortauet. Det er et lemen.

Det der er ikke noen lemen, det der er



en mus, sa jeg skråsikkert.



Lemen har det på samme måte, sa han.

Som mus? spurte jeg.

Nei, som været, sa han.

Nå har det gått helt i kryss i hodet hans, tenkte jeg. Men denne gangen holdt jeg klokkelig munn.

Du har kanskje hørt om lemenår, sa han. Det er nemlig slik at noen år er det lemen over alt, mens andre år ser du ikke et skarve skinn. Du skjønner kanskje at antallet lemen ett år er avhengig av antall lemen året før, og bl.a. hvor mye mat som finnes. Husker du uttrykket vi regnet ut for litt siden borte i Parkveien, spurte han?

Uforglemmelig, tenke jeg, og grøsset ved tanken.

Uttrykket kan også brukes om lemen. Da blir det seende slik ut, sa han, og dro opp en liten notisblokk:

Neste års = Årets $(1 + \text{Vekstraten} - (1 - \text{Årets}))$

Neste års bestand er avhengig av årets

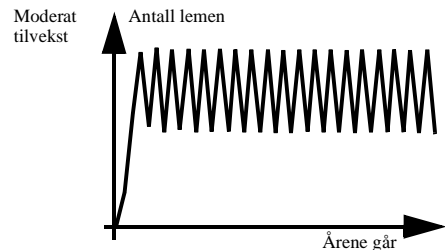
bestand og en vekstrate som er avhengig av tilgang til mat, klima, rovdyrbestand, jakt og så videre.

Dette er spennende, sa han. Det viser seg nemlig at dersom vi velger en liten vekstrate, dvs at antall dyr som fødes hvert år er ganske lavt, så vil antallet dyr stabilisere seg med årene.

Velger vi derimot en noe høyere vekstrate, vil antallet dyr svinge opp og ned fra år til år, sa han, idet han laget store bevegelser med den ene armen.

Idet vi rundet hjørnet til Klostergata så det ut til at også været hadde stabilisert seg og forlatt kaosteorien for et øyeblikk.

I mens hadde han funnet fram notisblokken igjen og tegnet lemenbestanden:



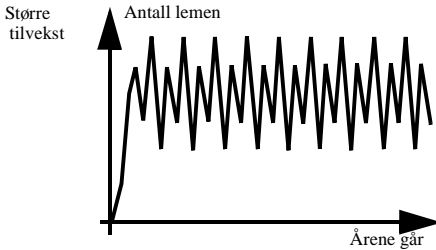
Dersom vi øker vekstraten ytterligere, sa han å tittet lurt bort på meg, hva tror du skjer da?.

Da blir det lemenår, sa jeg, og følte at jeg var med på notene.

Ja, sa han, da får vi "dobbeltsvingninger". Han veivet voldsomt



med begge armene. *Noen år blir det riktig mange lemen, andre nesten ingen, og innimellom moderate mengder.* Han tegnet på nytt.

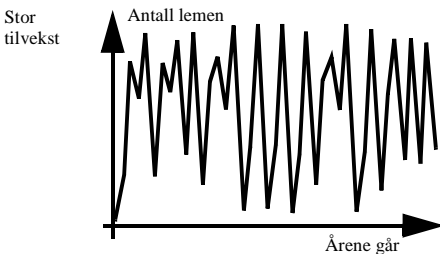


Men, sa han, hva skjer dersom vi øker tilveksten enda litt til?

Han så spent på meg, men jeg var helt i villrede. I det samme fikk jeg en sluddbyge midt i ansiktet så jeg mistet ham helt av syne. Før jeg visste ordet av det nesten ropte jeg i opphisselse: **DET BLIR KAOS!**

JA, ropte han tilbake. *Det er nettopp det det blir: KAOS! Lemenbestanden blir omtrent umulig å forutsi.*

Pånytt drog han fram den fillete og etterhvert våte notisblokken og tegnet:



Slik er det ofte i naturen. Den blir lett kaotisk, men i kaoset skjuler det seg en

ny og meget vakker orden. Jeg merket en nesten religiøs undertone i stemmen hans.

Her skal jeg ta av til venstre, sa han plutselig. Stikk innom en dag, så skal jeg fortelle deg hva matematikk virkelig handler om. Jeg bor i Abelsgate 314. Dermed var han borte.

Hvilke andre plasser kunne han vel ha bodd? En slik lærer passet simpelt ikke inn i Kirkegata 10 første dør til høyre.

Jeg gikk videre, og følte at jeg befant meg midt inne i en matematisk malstrøm, på vei hjem til noe så lite matematisk som kjøttsuppe med poteter og kål. Jeg skulle passe meg vel for å telle kjøttbitene denne ettermiddagen!

Pendelmatter og mesterliga

Det var i slutten av november og jeg var på vei hjem fra årets siste fotballkamp. Snøen drysset lett ned på det jomfruelige fortauet.

I forbifarten kastet jeg et raskt blikk opp på det nærmeste hushjørnet og leste; **Abelsgate** i lyset fra gatelykta.

Var det ikke noe kjent med Abelsgate mon tro? Før jeg fikk tenkt ferdig tanken var det for sent.



Fint at du stakk innom, jeg er akkurat i ferd med å utforske min nye oppdagelse, sa han. Jeg ante en gryende entusiasme i stemmen hans.

Du skjønner det, fortsatte han, for noen uker siden oppdaget jeg noe spennende

Mer hørte jeg ikke før han forsvant inn gjennom døra til nr. 314. Nå kunne jeg ikke bare late som ingenting og dra rett hjem.

Trappeoppgangen var svakt opplyst. Jeg skimtet bare så vidt svingtrappen som snodde seg opp til andre etasje og en åpen kjellerdør.

Jeg er her nede, hørte jeg han rope nede fra dypet.

En lett frysning rislet langs ryggraden min. *Har jeg sagt A så får jeg si B, først da får jeg C hva D E*, mumlet jeg for meg selv.

Oppmuntret av min egen morsomhet, gikk jeg usikkert ned trappa. Der innerst inne fant jeg ham, sittende på kne foran et lodd hengt opp i en snor som var festet under taket.

Dette er en pendel, forkynte han.

Jo takk, det kunne selv jeg se.

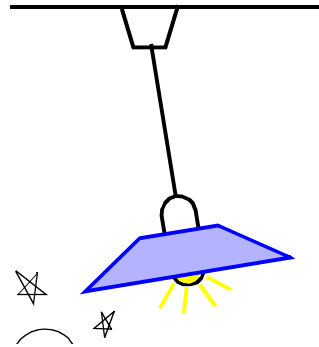
Har du begynt å pendle? spurte jeg, men følte med det samme hvor platt denne morsomheten lød her nede i mørket.

Han så fort bort på meg og spurte: *Har du tørket av deg på føttene?*

Jeg rykket forskrekket tilbake til "start", og tørket mekanisk av meg på ei matte som lå rett innenfor døra, før jeg igjen våget å nærme meg denne merkelige mannen.

Vet du hvordan en pendel svinger? spurte han.

Ja selvfølgelig, den lager enten en enkel bue, en sirkelbue eller noe midt i mellom, sa jeg nesten fornærmet. Det er vel ingen stor oppdagelse.



Et hvert barn, som har stanget hodet i taklampa vet jo, for svingende, hvordan en pendel oppfører seg. Men akkurat det sa jeg ikke.

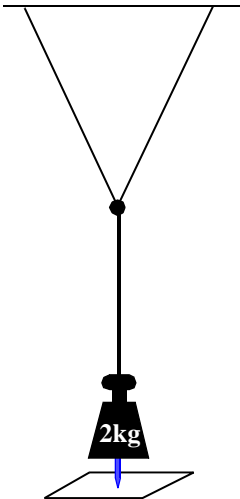
Her på undersiden av pendelen har jeg montert en penn, sa han og pekte. På den måten kan jeg få tegnet ut figurene pendelen lager.



Han satte pendelen i bevegelse og slapp pennen ned på papiret. Ganske riktig: Den tegnet en sammentrykt sirkel på papiret.

Nå skal du se, sa han og trakk fram en gammel krakk. I ett eneste sprang var han oppe på krakken og sto tvekroket under taket.

Hva tror du skjer dersom jeg henger pendelen opp på to steder? Han delte den doble snoren, og fant to kroker i taket.

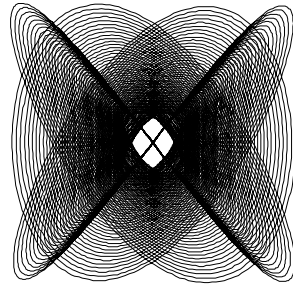


Den faller vel ikke så lett ned, sa jeg, sikker på at jeg var milevidt fra fasitsvaret.

Det er nok riktig, sa han. Men jeg tenkte nå mest på hvordan du tror tegningene blir seende ut?

Han satte pendelen forsiktig i bevegelse, og vi bøyde oss begge over tegningen.

Ser du, er den ikke flott? sa han etter en stund. Jo, jeg måtte innrømme at noe slikt hadde jeg aldri sett.



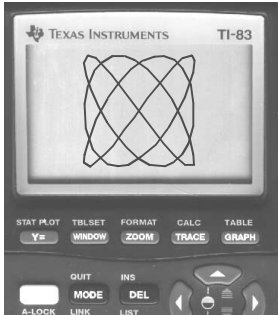
Jeg regner med at også dette er matematikk, sa jeg, og var sikker på at jeg denne gangen var på rett vei.

Ja, sa han, det er ikke vanskelig å få en grafisk kalkulator til å tegne ut noe lignende.

Uten å nøle dro han opp sin Texas fra lomma, og slo inn noen kommandoer på tastaturet.



Ser du? sa han triumferende, og viste meg en tilsvarende figur i det grafiske vinduet på kalkulatoren.



Enkel trigonometri, min gode mann.

Oppdagelsen din er ganske morsom, men ganske ubrukelig spør du meg, bemerket jeg tørt.

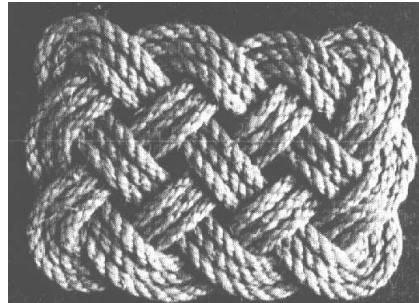
Ubrukelig, ropte han opprørt. Det sier du som nettopp har stått og trampet på et av mine mønster.

Har jeg? sa jeg forskrekket. Jeg har da aldri sett noe slikt i hele mitt liv.

Sto du ikke nettopp og tørket av deg på beina på den matta, sa han og pekte bort på dørmatta. Jo, måtte jeg innrømme noe spakere, men hva har det med pendler og regnestykker å gjøre?

Jeg ble stående å stirre stumt ned på dørmatta. Sannelig, mannen hadde jo rett. Der lå den, "pendeltegningen", eller "trigonometrien" eller matta eller hva det nå var.

Dette, sa han og løftet matta kjærlig opp fra gulvet, dette er en Firkant-matte, brukt av sjøfolk gjennom flere århundrer. De ble laget i forskjellige størrelser og lagt i trappetrinn og på skipsdekk for å beskytte og redusere faren for å gli.



At sjøfolk har laget slike kan du få meg til å tro, sa jeg, men ingen skal fortelle meg at de hengte opp pendler for å finne fram til mønsteret.

Har du noen gang lekt med spirografer, sa han med ett.

Spiro... hva-for-no, sa jeg forskrekket, og bilder av glass som beveget seg bortover dansende bord dukket fram i bevisstheten.

Spirografer, gjentok han tålmodig.

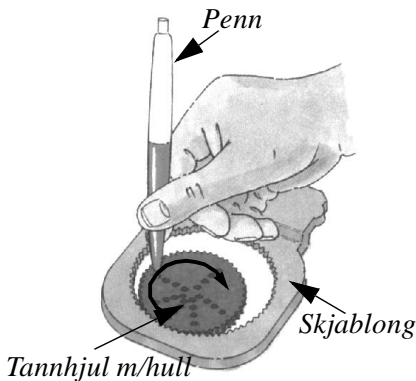
Nei, sa jeg, jeg leker ikke med den slags.

Det var synd. Jeg lekte mye med slike da jeg var på din alder.



En spirograf er en liten tegneinnretning som består av et lite tannhjul som ruller på innsiden av et større hull. Han dro fram en innretning med hjul og ulike plastskjablonger.

Disse tannhjulene har noen mindre hull. Man stikker så en penn eller tusj i ett av disse hullene, og ruller hjulet på innsiden av hullet i sjablonen.

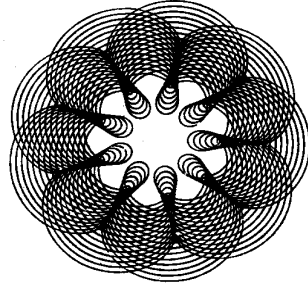


Og hva kan så denne festlige innretningen utrette? dristet jeg meg til å spørre.

Jo, skjønner du. Med denne, kan en tegne de mest fantastiske mønstre, sa han, og begynte å snurre hjulet på innsiden av sjablonen med en tynn tusjpenn stukket ned i ett av hullene.

Jeg tviler ikke, sa jeg syrlig, men kunne ikke nekte for at jeg var blitt nysgjerrig.

Se her, sa han og løftet innretningen bort fra papiret. Se på den du, sa han, og viste stolt fram mesterverket.



Jeg måtte innrømme at jeg var imponert over hva han hadde fått til ved hjelp av et lite plasthjul og et hull. Men, jeg ville ikke gi meg så lett, og prøvde meg igjen:

Men disse mønstre kan da umulig ha noen praktisk nytte, om de er aldri så vakre?

Sa du nytte? Slike mønstre brukes jo daglig over alt. Det skulle ikke forundre meg det minste om du også til stadighet brukte slike mønstre.

Jeg stirret vantro på ham. Jeg så urolig ned for å se om jeg tilfeldigvis sto og trampet på ett eller annet utspekulert mønster.

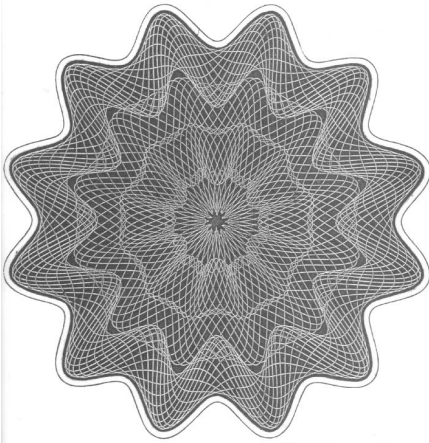
Da skjedde det. Jeg kjente det nappet i baklomma mi.

Tenkte jeg det ikke. Hva er det jeg finner her? sa han å trakk opp en seddel fra lommeboka mi.



Hva er det du finner på? nesten skrek jeg. Hit med lommeboka mi! Han rakte meg lommeboka, men beholdt seddelen.

Ser du disse intrikate mønstrene, spurte han. Jeg myste mot seddelen. Disse er laget av en mann som sitter nede i Norges Bank i Oslo.



Du vil vel ikke fortelle meg at det sitter en skrulle person nede i et hvelv i Norges Bank og triller hjul og tegner mønstre på pengesedler? stotret jeg vantro.

I dag bruker de datamaskiner og matematiske ligninger for å lage disse fine mønstrene. Det er imidlertid ikke mer enn 10 - 15 år siden de brukte hjul som trillet. Den siste Gulliochéma-chinen, for det er det den kalles, veide ett og ett halvt tonn, og hadde utallige hjul som snurret og gikk. Slike inn-

viklede mønstre brukes for at det skal være vanskelig å forfalske sedler og verdipapirer.

Han stirret drømmende ut i luften.

Har du tenkt å beholde pengeseddelen? spurte jeg matt. Jeg innrømmet at jeg var grundig slått. Det var en mager tøst at det var på bortebane.

Vet du at det har vært kamp i mesterligaen i kveld? sa jeg.

Hvilken liga? sa han og så spørrende på meg.

Mesterligaen, sa jeg triumferende. *Vi vant 2 - 0 på hjemmebane. Nå må jeg hjem og feire.*

Jeg nappet seddelen ut av fingrene hans og la på sprang. I døra snudde jeg meg og så det forbausede uttrykket i ansiktet hans. *Uavgjort*, sa jeg idet jeg fornøyd sprang opp trappa.

Orgler og pianoer på hodet¹

En underlig skruer denne mattelæreren, synes du ikke? sa Trude, idet vi gikk bortover korridoren.

Ja, jeg tror aldri jeg kommer til å gjenvinne min likegyldige holdning til mattefaget, mumlet jeg, og fortalte om

1. Etter en idé fra høgskolelektor Carl Haakon Waadeland (Trondheim Musikk-konservatoriet)



vår felles innsats med kalkulatoren borte i Parkveien for å komme de sure sluddbygene til livs.

I det samme hørte vi noen underlige toner fra musikkrommet nederst i korridoren.

Hva er det? undret Trude. *Ingen elever har tilgang til musikkrommet på denne tiden.*

Musikken vi hørte lignet heller ikke på noe jeg tidligere hadde hørt, og bedre ble det ikke da vi hørte en dyp bass som avsluttet musikkstykket med å stemme i:

“råg ud rån gidierf ditlla”

Jeg så på Trude og hun så på meg.

Tror du det samme som meg? Jeg nikket. *Det kan jo ikke være noen andre.*

Vi stakk hodene inn gjennom døra idet mannen foran pianoet på nytt stemte i med stigende røst:

“edne snedrev dev tsørf ---”

Jeg tror vi må gå inn og vekke mannen. Han må jo være midt inne i et mareritt. Trude nikket alvorlig til meg.

Hei, er det dere, sa 0.62'ern vennlig da vi viste oss i døråpningen.

Er du musikk lærer også? spurte jeg med dårlig skjult skepsis.

Nei, egentlig ikke, sa han, og merket nok hvor lettet jeg ble. *Men jeg liker å eksperimentere med musikk,* fortsatte han.

Hva er det du holder på med da? spurte Trude interessert.

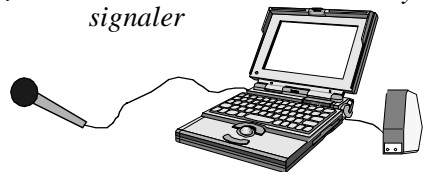
Jo, skjønner dere, jeg i ferd med å gjøre noen banebrytende eksperimenter innen musikken. Men først må jeg lagre sangen og musikken på denne PC'en.

Når jeg synger og spiller piano, dannes det uregelmessige lydbølger i luften - slik, sa han, og tegnet en lang krusedull på tavla.



Når lydbølgene treffer mikrofonen, blir de omdannet til elektriske signaler som varierer på samme måte som lyden.

Lyd Elektriske
 signaler



Mikrofon PC Høytaler

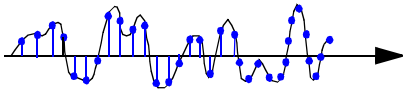
Det elektriske signalet fra mikrofonen går så gjennom ledningen til datamaskinen som gjør om det elektriske signalet til en laaang strøm av tall.



Kan musikken og sangen gjøres om til tall? spurte Trude vantro.

Ja, tall er det eneste språket datamaskiner forstår. Datamaskinen tar stikkprøver, eller sampler, av det elektriske signalet fra mikrofonen. Hele 44100 stikkprøver i sekundet, som tilsvarer ca 20 tettskrevne A4-sider.

Han tegnet stikkprøver på signalet på tavla.



For hver stikkprøve datamaskinen tar, kommer det ut et tall. Et sterkt signal gir et stort tall, mens et svakt signal gir et lite tall. Tallene lagres som en lang liste på datamaskinens **harddisk**.

Som dere vet, så bruker vi 10 forskjellige tall når vi regner, det er tallene 0 til 9. Disse setter vi sammen slik at vi kan angi så store tall vi måtte ønske.

Han skrev på tavla.

122
↑↑↑
↑ enere
↑ tiere
↑ hundre

Det første tallet angir hvor mange hundre vi har, altså 1, dernest antall tiere (2) og til slutt antall enere (2).

En annen måte å skrive dette tallet på er:

$$1 \cdot 100 + 2 \cdot 10 + 2 \cdot 1 = 122$$

Eller skrevet med potenser:

$$1 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 2 \cdot 10^0 = 122$$

Dette minner mistenkelig om matte, synes du ikke? hvisket Trude. Jeg nikket bekreftende.

En datamaskin er temmelig dum, fortsatte han. Den bruker bare to forskjellige tall, nemlig tallene 1 og 0.

Det høres da ganske innskrenket ut, bemerket jeg, hvorfor er det slik?

Alle tall i en datamaskin uttrykkes ved hjelp av elektriske spenninger. Det er bestemt at null spenning er tallet 0 og full spenning er tallet 1. Siden alle tallene må skrives med bare 0'ere og 1'ere kalles dette totalssystemet eller det **binære** tallsystemet, så han og virket svært fornøyd med seg selv.

“Bi” betyr to, ikke sant.

Men hvordan kan en datamaskin da regne ut store tall? spurte Trude.

Det er egentlig ganske enkelt, den bruker bare mange flere siffer eller “**binary digits**” som oftest forkortes **bit**.

La oss se på et binært tall:.

1111010

Jøye meg, det var da et kjempestort tall, sa Trude og tallet 7 siffer.



Vel, det er ikke så stort som det ser ut til, vi må ikke glemme at dette er et tall i totalssystemet.

Hver posisjon angir en potens av grunntallet 2, og ikke 10 som vi vanligvis bruker. Over tallene skrev han fra høyre: 1'ere, 2'ere, 4'ere, 8'ere og så videre, helt opp til 64'ere:

$$\begin{array}{cccccccc} 2^6=64'ere & & & & & & & & \\ 2^5=32'ere & & & & & & & & \\ 2^4=16'ere & & & & & & & & \\ 2^3=8'ere & & & & & & & & \\ 2^2=4'ere & & & & & & & & \\ 2^1=2'ere & & & & & & & & \\ 2^0=1'ere & & & & & & & & \\ 1111010 & & & & & & & & \end{array}$$

Når vi skal behandle lyd brukes gjerne hele 16 bit for hver stikkprøve.

Når vi nå skal gjøre om dette tallet til et tall vi kjenner igjen, må vi gjøre slik.

Han var igjen oppe på tavla og skrev:

$$1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 122$$

Mener du at tallet 1111010 er det samme som tallet 122? spurte jeg, og ante en sammenheng.

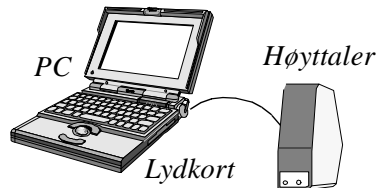
Ja, nettopp, sa han og fortsatte. En CD-plate er full av slike binære tall, og har plass til mer enn 5 milliarder bit. Dette tilsvarer en spilletid på over 70 minutter, eller ca 400 tettskrevne bøker med 500 sider i hver bok.

Å høre musikk blir på en måte å hurtiglese bøker, bemerket, jeg og så for meg leksebøkene innspilt som musikk.

Når lyden først er kommet inn i data-maskinen, kan vi spille den forlengs og baklengs, klippe bort biter og sette dem inn andre steder, sa han oppglødd.

Men hvordan får en musikken ut av maskinen igjen? "Våren" av Grig blir jo ikke det samme når en får den presentert som 5000 sider med binære tall, bemerket Trude tørt.

Det er sant. Etter at PC'en har bearbeidet tallene fra musikken, sendes de til PC'ens lydkort, som oversetter hvert tall til et elektrisk lydsignal. Lydsignalet sendes til høyttaleren som lager lyd som vi kan høre, sa han og pekte på høyttalerne på tavla.



Det finnes imidlertid en annen måte å lagre musikk på, fortsatte han.

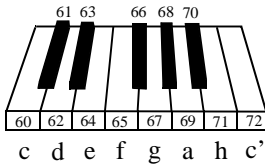
En kan jo skrive ned noter, sa Trude.

Ja, det er jo mulig. Men det er også laget et spesielt språk for å overføre og lagre spilleinformasjon. Dette språket kalles MIDI som betyr **Musical Instrument Digital Interface**.

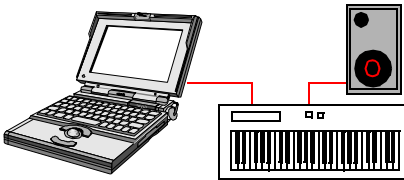
I MIDI-språket har hver tone sitt notenummer. En enstrøken C har f.eks. notenummer 60, mens Ciss har note-



nummer 61. Siden det er tolv toner i hver oktav, vil en tostrøken C ha notenummeret $60+12=72$.



MIDI-språket beskriver ikke bare notenummeret, men også tonens varighet, styrke og så videre. På denne måten kan alle sider ved en tone beskrives ved hjelp av noen få tall. Brukes MIDI-språket, trengs det derfor mye mindre plass for å lagre et musikkstykke i datamaskinen.



Ved hjelp av en synthesiser kan en spille et musikkstykke. Synthesiseren oversetter hver tone til MIDI-språk som så overføres og lagres i PC'en.

Etter at PC'en har behandlet de lagrede dataene, kan MIDI-kommandoene sendes tilbake til synthesiseren, som oversetter tilbake til toner med riktig styrke og varighet.

Det høres jo rimelig greit ut, men det forklarer jo ikke hvilke "banebrytende eksperimenter" du holder på med, bemerket Trude.

Han lyste opp, ivrig etter å lette litt på sløret for to interesserte tilhørere.

Jo, nå skal dere høre, sa han. Nå skal jeg spille av det jeg spilte inn. Det underlige med pianoet er at det på en måte er et omvendt orgel.

I tankene snudde jeg et piano opp ned, og vips sto det et kirkeorgel der. En besnærende tanke for kirker med dårlig økonomi, bemerket jeg tørt.

En pianotone spilt bakvendt høres ut som en orgeltone, skjønner dere. Jeg spiller og synger hele stykket baklengs, for så å spille det av rettvendt, sa han, idet han satte igang avspillingen.

Jeg rygget forskrekket tilbake. Ut av høyttaleren lød "Alltid freidig når du går" med andpusten dyp røst, akkompagnert av noe som lignet orgeltoner.

Jeg så på Trude, som holdt på eksplodere i latter. Vi trakk oss stille tilbake fra vår venn som var helt oppslukt av sitt banebrytende produkt.

Jeg tror ikke dette er noen god løsning for kirker med dårlig økonomi, hvisket jeg til Trude idet vi smatt ut gjennom døra.



En fengslende mattetime¹

Langfri i november er ofte en kald fornøyelse, og i likhet med de andre, søkte jeg mot klasserommet alt før skoleklokka hadde tenkt å ringe.

Da jeg gikk inn til mattetimen funderte jeg på om jeg igjen skulle komme til å møte min nye venn, 0,62'ern. Den forblåste og kaotiske hjemturen krydret med lemen og sommerfugler, sto ennå friskt i minnet.

Dagens Gang ble stukket opp i ansiktet mitt idet jeg svingte inn i klasserommet. På forsiden sto det med krigstyper:

“OLJEPRISEN HAR GÅTT
NED MED 0,62 DOLLAR FATET”.

En katastrofe for norsk økonomi.

Hva synes du om denne? gliste Tore.



En katastrofe for norsk økonomi er vel ikke noe å glise av, bemerket jeg tørt.

Tror du vi får han 0,62'ern i dag også? spurte han, og gliste enda mer.

1. Etter en idé fra professor Stein W. Wallace (NTNU) og lektor Anne Karin Wallace.

Jeg trakk på skuldrene for å vise at jeg var totalt uvitende om hva som kom til å hende i den neste timen.

Snart etter hørte vi energiske skritt borte i korridoren, og det ante meg at også denne mattetimen kom til å bli noe for seg selv. Jeg dukket ned i veska etter kladdebok og penal, men ble brutalt rykket opp i sittende stilling før oppdraget var fullført, da en stemme ropte:

HVA SKAL DETTE BETY?

Tore, som sto oppe ved kateteret skrumpet inn, mens Finn, Tores beste venn, var frosset fast borte ved vasken. I klasserommet hørtes ikke en lyd. På tavla hang et avisutklipp fra Dagens Gang

NED MED 0,62 'ern

Og hvem er så den skyldige, sa han langsomt, og lot blikket gli fra vasken over til kateteret.

Begge ristet energisk på hodet.

Nå skal vi se, sa han med et glimt i øyet. Her har jeg fått kloa i to mulige gjerningsmenn, som begge bedyrer sin uskyld.

Han så utover klassen før han fortsatte. *For lenge siden, lenge før det fantes rettssikkerhet slik vi kjenner den i dag, satt to fanger fengslet på et slott.*



Han gjorde en kunstpause idet han tittet bort på den “stivnede fangen” ved vasken.

De var begge anklaget for å ha begått en grov forbrytelse. Det var temmelig sikkert at de hadde utført udåden sammen, men det fantes ikke fnugg av bevis.

Han lot blikket gli over skikkelsen som krympet seg borte ved kateteret.

Det var så stille i klasserommet at vi kunne ha hørt en sommerfugl slå med vingene borte i Florida.

Fangene ble holdt i hver sin celle, og hver av dem fikk følgende beskjed:

- Hvis du tilstår at dere har gjort det, mens den andre nekter, vil den andre bli hengt, mens du som takk for hjelpen vil slippe med 10 års fengsel.
- Hvis dere begge tilstår, vil dere få livsvarig fengsel, men vil slippe dødsstraff.
- Hvis ingen av dere tilstår, vil dere begge få 15 års fengsel, som et resultat av at det hverken finnes bevis eller tilståelse.

Mens han snakket hadde han tegnet en tabell på tavla.

La oss for enkelthets skyld kalle fangene for Tore og Finn, så han idet han skisserte de fire mulighetene i tabellen.

	Finn tilstår	Finn tilstår ikke
Tore tilstår ikke	Tore henges. Finn får 10 års fengsel	Begge får 15 års fengsel
Tore tilstår	Både Tore og Finn får livsvarig fengsel	Finn henges. Tore får 10 års fengsel

Hvilke råd vil dere gi disse to, så han og lot blikket gli over klassen?

Der satt vi 22 stykker og visste ikke om vi skulle føle oss som en eksekusjonskomité eller en storjury.

Det var Trude som først summert seg og grep ordet.

Både Finn og Tore må selvfølgelig tilstå, så hun bestemt.

Javel, så han oppe fra tavla, hvorfor det?

Jo. Dersom Tore nekter å tilstå, vil han enten henges eller få 15 års fengsel, avhengig av om Finn tilstår eller ikke. Og det samme gjelder Finn. Ved å tilstå er de begge sikre på å unngå hending, men kan risikere livsvarig fengsel.

Meget bra, så han og smilte anerkjennende til Trude. Har en livet kjært, ville nok de fleste ha valgt å tilstå.

Han snudde seg vekselvis til katetert og vasken. Nå, hva blir det til?



Vel, æ... jo.. det var han som klippet og jeg som klistret, sa Tore skyldbetyngt borte ved kateteret. Finn nikket energisk borte ved vasken.

Vel, dere kjenner betingelsene, sa han smilende, idet han geleidet dem bort til de to pultene som sto tett inntil hverandre borte ved vinduet.

Dette kalles en Nash-likevekt etter matematikeren John F. Nash, sa han og gikk opp til kateteret.

Han så bort på de to "livsvarige" borte ved vinduet og sa: *Begge er fornøyde med at de har tilstått, og ingen av dem våger å endre sin beslutning om å tilstå, selv om de ville ha foretrukket 15 års fengsel istedet for livsvarig.*

Men tenk dere nå at de sitter sammen og kan samarbeide. Hva tror dere da de ville ha gjort? Han så utover våre 24 hoder.

De ville selvfølgelig blitt enige om å holde munn, og bare fått 15 års fengsel, sa jeg, og følte meg trygg på at det måtte være det eneste riktige i en slik situasjon. Både Finn og Tore nikket samtykkende borte ved vinduet.

Men akk, før jeg fikk summet meg var Marit frampå:

Pøh, gutter kan en aldri stole på. Tror du ikke den ene ville ha tenkt som så: Her gjelder det min framtid, når jeg blir innkalt til forhør, bryter jeg løftet mitt og tilstår likevel, så slipper jeg

med bare 10år, sa hun, og dumpet bestemt ned på stolen med armene i kors.

Selv om en av og til må ta sjansen på å stole på gutter, tror jeg du har rett denne gangen, sa han. Begge hadde mye å vinne på å bryte avtalen. Ja, det kunne rett og slett ha vært farlig å holde den. Derfor var sannsynligheten for at begge brøt avtalen ganske stor, og resultatet ville bli det samme som når begge satt i hver sin celle.

Han gikk opp til tavla, rykket løs lappen, og lot den falle på plass i det gapende hullet i avisa.



Slik er det også med oljeprisene, sa han langsomt, idet han holdet avisa opp foran seg.

Mange ville nok ha ønsket seg livsvarige oljepriser, tenkte jeg, og skjønte ingen ting.

Tenk for eksempel på de oljeproduserende landenes forsøk på å sette ned oljeproduksjonen for å få opp oljeprisen, fortsatte han. Mindre olje, høyere priser, og større fortjeneste. Hvor fristende er det ikke da for det



enkelte land å forsøke å bryte avtalen i smug, slik at de kan utnytte de andres reduserte produksjon?

*I slike tilfeller kommer en fort opp i situasjoner av typen: **Jeg vet, og jeg vet at du vet at jeg vet. Men vet du at jeg vet at du vet at jeg vet?***

Dette er også en side ved matematikken, avsluttet han med ettertrykk.

Jeg stirret på vikaren og visste slettes ikke om jeg nå visste hva jeg burde vite om disse tingene. En ting visste jeg i hvert fall, at kom jeg i en slike situasjon kunne jeg fort bli fanget i en felle.

I det samme gikk brannalarmen, og problemstillingen ble en annen. Skulle vi ta sjansen på at det var falsk alarm og bli sittende, eller skulle vi bevege oss ut i snøen og blåsten det forreste vi hadde lært?

0,62'ern var ikke i tvil. Fasitsvaret var gitt: Minimum 15 minutter ute i snøfokket. Så kunne vi saktens glede oss over at det neppe ble noe livslangt opphold ute i kulda.

Geografi eller matematikk for statsledere

Det var onsdag morgen en uke før jul, og vi sto utenfor klasserommet og ventet på gamle ærverdige Landstad, skolens geografi- og historielærer gjennom alle tider.

Han var en trofast sjel som var ferdig på lærerskolen tidlig på 60-tallet, og som kunne alle årstall, kriger og landegrensler på fingrene helt fram til Cuba-krisa i 1961. Så var det slutt. Det eksisterte liksom ikke noen historie etter 1961 for gamle Landstad. Man fant ikke rom for et aldri så lite etterutdanningskurs i historie eller geografi, og nå da han hadde passert 65 var toget i grunnen gått.

Etter 10 minutter kom rektor og låste oss inn i klasserommet, og forkynte at Landstad måtte holde sengen i dag.

Leit, tenkte jeg, som hadde pugget Englands geografi på kryss og tvers dagen før. Det var i dag jeg skulle ha lagt grunnlaget for standpunkt karakteren i geografi.

Fortvil ikke, sa rektor, jeg har nettopp ringt Karl-Oskar Mathisen som skal vikariere for Landstad så lenge han blir borte. Karl-Oskar skulle være her hvert øyeblikk nå.



Jeg foldet hendene over ansiktet. Tankene raste rundt i hodet mitt. Karl-Oskar Mathisen, Ka-Os-Mat-ematikk. Det kunne da vel aldri

Hei igjen i dag skal jeg ha dere i geografi, sa han, og rykket Europakartet ned fra sin sammenrullede dvale over tavla.

Jeg glippet med øynene og dukket ned bak ryggen som ruvet på pulten foran. Du store kinamann, var han geografi-lærer også?

Jeg la merke til at han lot blikke gli over Sovjetunionen, Tsjekkoslovakia og Jugoslavia før det endte en plass nord for London. Det var klart at heller ikke kartet hadde fått noen etterutdanning siden 1961.

Europa er ikke hva det en gang var, bemerket han tørt. Som dere vet er Øst-Europa delt opp på kryss og tvers siden dette kartet så dagens lys. Og hva kan så årsaken være til det? spurte han og skuet ut over klassen.

La meg fortelle dere følgende lille anekdote, sa han og la inn en riktig lang kunstpause.



For riktig lenge siden levde det en konge som hadde 5 sønner. Han hersket med sikker hånd over sin øy, sa han idet pekestokken traff et sted mellom Liverpool og Manchester med et kraftig smell. Han visste at etter sin død kom hans sønner til å overta styringen av øysamfunnet. Klok av skade visste han også at de ikke ville bli enige om hvordan de skulle dele landet mellom seg. Han satte derfor opp et testamente hvor han utformet retningslinjer for hvordan delingen skulle skje.

Til slutt døde kongen og testamentet ble tatt fram og lest.

Der sto følgende:



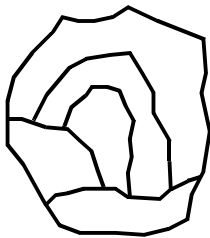
Dere, mine fem sønner, skal dele denne øya mellom dere slik at hver av dere har en felles grense med alle de fire andre. Løs denne oppgaven, og dere vil leve i lykkelig sameksistens alle deres dager.

Alle stirret på vikaren. Så hørtes en forsiktig rasling og jeg la merke til at noen alt hadde begynt å lage noen skisser i smug.

Løs oppgaven, sa han, og husk at alle sønnen skal ha et sammenhengende landområde.

I det samme skjedde det et skred, og alle raslet høyløyd med papir og blyant.

Dette burde da være ganske enkelt, tenkte jeg, og laget meg en øy på arket.



Men nei. Tre av brødrene hadde ingen problemer med å oppfylle de testamentariske kravene. Men for to av dem var det kul-krampe å få det til.

Jeg hørte, “Søren og”, og, “Nei, ikke nå heller”, og ark som ble krøllet og kastet på gulvet, rundt meg på alle

kanter. Jeg hørte til og med en som visket til sidemannen: “Har det noe om 0,62 å gjøre tror du?”

Førstemann opp på tavla med rett løsning, runget vikarens røst fra kateteret.

Men det gikk både 5 og 10 minutter og opphisselsen i klassen steg.

Da lød det med rungende røst oppe fra kateteret: *Hadde denne kongen hatt litt greie på matematikk, hadde han visst at dette er et umulig problem å løse, og landet hadde unngått årelange grensekonflikter, sa han skråsikkert.*

Det hørtes en mumlig gjennom klassen. Dette kunne da ikke være noe umulig problem, og noen kastet seg på nytt over oppgaven med dødsforakt.

Å vise at dette er en umulig oppgave å løse, fortsatte han, har vært en av matematikkens store utfordringen gjennom mer enn hundreår.

Ja vel, så han forsøkte å antyde at allverdens grensetvister opp gjennom tidene skyltes matematisk uvitenhet.

Jeg så for meg statsledere fra mange land sette seg ned rundt forhandlingsbordet med kartet mellom seg, da en av dem høytidelig reiste seg og sa: *Mine herrer denne konflikten synes fastlåst, la oss sette oss ned og regne litt på det, så ordner det seg nok.*



Dette er et politisk kart, sa han og rykket meg brutalt ut av mine storpolitiske funderinger.

Et politisk kart skal i første rekke vise hvordan grensene mellom landene går; doserte han. Som vi ser på dette kartet er det enkelte land fargelagt med forskjellige farger for dermed lettere å skille dem fra hverandre.

I de seneste årene har det i Europa blitt mange flere land og en skulle tro at en stadig trengte flere farger for å forgelegge et kart slik at ingen land som støter opp mot hverandre får samme farge.

Jeg vil at dere nå skal finne ut det minste antall farger som trengs for å fargelegge et hvert tenkelig kart, sa han, og delte ut fargestifter.

Denne gangen skulle han ikke klare å lure oss. Hva var det som stakk under dette spørsmålet? Det bredte seg en opphetet debatt mellom de enkelte pultene i klasserommet. Dette problemet måtte gjennomdiskuterer før vi skred til verket.

Jeg har bare tre fargeblyanter til hver; sa han og smilte lurt.

Ja, ja, så får vi vel bytte litt med hverandre, tenkte jeg tippet ned på den røde, den blå og den grønne blyanten som ble lagt foran meg. Jeg kastet et stjålent blick over til naboens tre

fargeblyanter, rød - blå - grønn. Jeg stirret videre, rød - blå - grønn. ALLE hadde fått de samme tre fargene.

Jeg ble helt varm og kald om hverandre og før jeg visste ordet av det sto jeg som en tinnsoldat ved pulten min og ropte ut til alles forundring:

TRE!

Han så forundret på meg. Så gjenkjente han meg og smilte lurt. Svaret er galt, sa han, ikke tell fargeblyanter, tenk på kongen med de 5 sønnene.

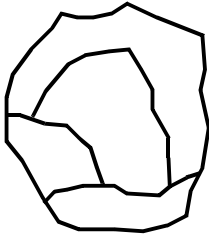
Igjen var jeg slått. Denne gangen på hjemmebane. Jeg dumpet slukøret ned på pulten og stirret ned i det hvite arket som lå foran meg.

Her var det utvilsomt ugler i mosen. Jeg tok en titt opp på det politiske kartet oppe ved tavla. Der jeg i hvertfall kunne telle 5 - 6 forskjellige farger på landene.

Hadde han ikke sagt at jeg skulle tenke på de 5 brødrene. Hva om det bare hadde vært fire, kunne de da ha levd i fredelig sameksistens alle sine dager til ende?



Jeg tok for meg min gamle tegning av øya og visket ut en av brødrene.



Og da gikk det bra. Fire brødre kan ha felles grenser og leve i harmoni, men ikke fem. Nå var jeg overbevist om at jeg var på sporet.

Det var imidlertid en hake ved det og det var at jeg bare hadde tre fargeblyanter. Jeg ble sittende å stirre ned i det kritthvite arket. Da gikk det som en iling gjennom meg:

HVITT,

glapp det ut av meg før jeg klarte å hindre det. Jeg stirret forlegent rundt meg på alle de forbausede ansiktene som ikke skjønte noe.

NETTOPP, sa han, *du har helt rett.*

Det trengs fire farger for å fargelegge et hvilket som helst kart. Dere har tre fargeblyanter og sammen med den hvite fargen på arket går det bra.

I matematikken kalles dette for fire-farge-problemet og ble formulert på midten av attenhundretallet. En klarte imidlertid ikke å bevise at fire farger er nok før så sent som i 1976.

Hvilket paradisi ville ikke verden ha vært med litt matematikk inn i statslederskolen tenkte jeg fornøyd og solte meg i de beundrende blikkene fra mine medelever.

Den som har tegnet dette kartet, fortsatte han, i det han henvendte seg til kartet oppe ved tavla, har ikke kunnet sin matematikk. Hadde han visst det dere vet nå, ville han kunne ha spart kartprodusenten for utgifter til mer enn tre eller høyst fire farger.

Hvilken revolusjon innen kartproduksjonen, hørte jeg en av mine medelever bemerke tørt.

Jeg må en liten tur ut, sa han brått og dro opp en lang hyssing fra innerlomma på jakka si. Og før vi skjønte hva som hadde skjedd var han på full fart ut døra.

Jeg måtte innrømme for meg selv at denne mannen sluttet aldri å overraske meg.

Etter en kort stund kom han stormende inn igjen, nå med en bunke med ark under armen.

Dersom en tar en lang hyssing og knytter sammen endene får en stor løkke, sa han og begynte å dele ut arkene.

Når en legger denne løkken på kopimaskinen i mange snirkler får en et



for meg.

Ser du den fine regelmessige formen? Et snøkrystall er alltid sekskantet og nesten alle er forskjellige.

Jeg trodde alle var forskjellige, sa jeg og så forundret på ham.

Oppunder julen i 1986, fortalte han, ble det fra det nasjonale senteret for atmosfæreforskning i Boulder Colorado (USA) rapportert at Nancy Knight 1. november hadde funnet to identiske snøkrystaller.

Det er ikke mulig, utbrøt jeg og så for meg en dame som hver vinter i årevis hadde sprunget rundt med noe som lignet en sommerfuglhog og fanget snøkrystaller. For så 1. november 1989 å få sitt høyeste ønske oppfylt, å finne to snøfnugg like som to dråper vann. For så 10 sekunder senere å se dem smelte bort i hånda si. Hvilken opplevelse.



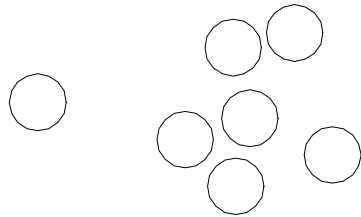
Grunnen til at omtrent alle er for-

skjellige, fortsatte han, er at de har gått forskjellige veier i skyen og dermed er blitt påvirket av forskjellige temperaturer og fuktighet.

Men hvorfor er alle snøkrystaller sekskantede, spurte jeg nysgjerring.

Han var alt igang med å lage snøballer som han la på bakken foran meg.

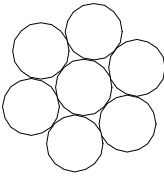
Grunnen til at alle er sekskantet har noe med hvordan vannmolekylene er bygget opp, fortalte han. Du kan få en anelse av hvorfor det er slik ved å undersøke hvor mange like store snøballer du får plass til rundt en annen snøball av samme størrelse.



Han hadde i alt laget 7 snøballer, og ba meg legge dem på plass rundt en av dem. Jeg la ballene i en tett ring rundt den ene og oppdaget at det akkurat var plass til seks



stykker.



Der ser du, sa han triumferende, selv om vannmolekylene ikke er som kuler så antyder dette eksperimentet noe av svaret på spørsmålet ditt.

Hvor stor overflate tror du et slikt snøkrystall har? spurte han med ett.

Tja, ca 1cm^2 , gjettet jeg og han nikkete bekræftende. Sikkert ikke langt fra sannheten.

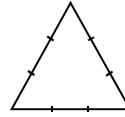
Men hvor lang tror du kanten rundt er? spurte han med et glimt i øyet.

Den kan vel være en 5-6 cm, anslo jeg nonchalant og skjønnte straks at jeg hadde gått i fella, men jeg ante ikke hvilken felle.

Nei, min gode mann, den er nok mye mye lenger, sa han og tegnet

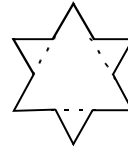
VITENSENTERET

en likesidet trekant i snøen.



La oss nå dele hver av sidene i trekanten i tre like store deler slik, sa han og delte sidene med skotuppen.

Så tegner vi en ny mindre trekant ut fra den midterste tredjedelen på hver av sidene. Han brukte igjen skotuppen.



Ser du hva det ligner?

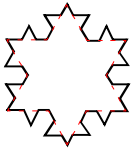
Jeg måtte innrømme at det lignet et snøfnugg.

Legge merke til at lengden av sidekantene hos denne siste stjernen er noe lenger enn sidekanten hos den første vi tegnet.

Så deler vi igjen inn hver av de nye sidene i tre like lange deler og tegner 12 nye trekanter på hver av sidene, sa han og fisket opp en bly-



ant som han tegnet med i snøen.



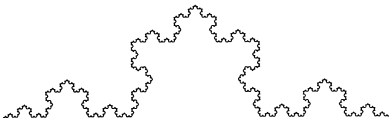
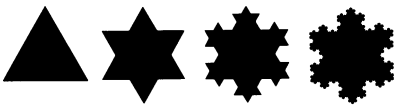
Hva tror du om lengden av kanten på denne stjernen, spurte han.

Den er vel enda litt lengre, sa jeg og syntes dette var ganske opplagt.

Ja, nettopp. Slik kan vi forsette å dele opp kantene og legge til stadig mindre og mindre trekantner, sa han og dro opp en liten bok fra lomma på frakken.

Går du alltid med mattebøker i lomma når det snør, mumlet jeg.

Se her, sa han, og bladde opp på side 91. Dette kalles Koch's-kurve etter den svenske matematikeren Helge von Koch. Han beskrev denne kurven så tidlig som i 1904.



Han fant ut at dersom han fortsatte å dele opp sidene i det uendelige så

ble kanten rundt stjerna uendelig lang selv om arealet av overflata forble omtrent det samme.

Jeg så for meg en utgammel svensk matematiker, utstyrt med lupe og sylkvasse blyanter, sittende bøyd over en enorm stjerne. En gammel mann som fortsatt, etter 95 år, var ivrig opptatt med tegne trekantner på vei mot uendeligheten.

Slik er det også med snøfnugg, de har en overflate på ca 1cm^2 , men en omkrets som er svært lang på grunn av alle krinkene og krokene.

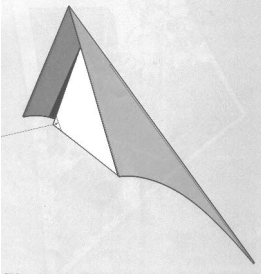
Figurer som Koch's kurve kalles gjerne Fractaler, avrundet han.

Hei se der, ropte han med ett og pekte opp på himmelen. Her har vi jammen flere geometriske former på himmelen.

Jeg myste opp på himmelen som nå hadde snødd fra seg. Høyt der oppe svedde tre - fire drager i den svake brisen som hadde etterfulgt snøværet.

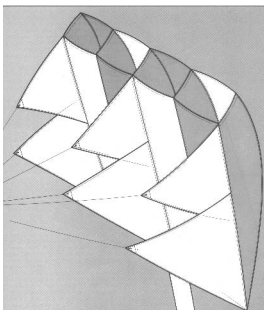


landområde.

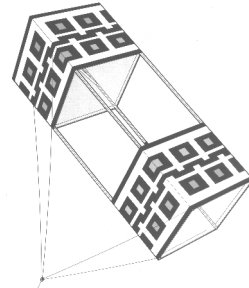


Ser du den trekantede dragen der, sa han og pekte. Det er en **Delta-vinge** som flyr nesten uten vind. En lignende konstruksjon brukes i hang-glidere.

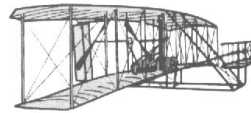
Den andre der er en **Parafoil** og har ingen avstivning, den brukes derfor ofte som fallskjerm fordi den lett kan pakkes sammen og er lett å styre.



Og der, der er en **Kassedrage**. I riktige gamle dager ble svære kassedrager brukt til å løfte soldater høyt opp i luften slik at kunne se innover fiendens



De gamle dobbeltdekkede flyene var også bygget opp som store kassedrager.



Geometri har vært benyttet gjennom flere tusen år i strabasene for å erobre luftrommet.

Ser vi for eksempel på en Delta-vinge, kan vi lett beregne arealet av denne ved å multiplisere grunnlinjen med høyden og dele på to.

Hva tror du omkretsen av en Delta-vinge er? spurte han og så på meg.

Det må være summen av alle sidekantene det, sa jeg litt usikkert og funderte hva slags lureri han nå



funderte på.

Ganske riktig, sa han.

Dersom du ser nøye på sidekantene hos en geometrisk figur vil du se at de forblir omtrent rette linjer selv om du går tett inn på dem.

Mens sidekanten til en fraktal vil oppvise stadig finere buktninger etter hvert som du kommer nærmere og omkretsen til en fraktal vil derfor ofte være uendelig lang.

Dette er en av de viktigste forskjellene på en vanlig geometrisk figur og en fraktal.

Vi tittet igjen opp på himmelen hvor de fargerike geometriske formene danset side om side med de hvite fraktalene.

Har du greie på drager også, sa jeg, ikke uten en viss beundring.

Ja, litt. Jeg er medlem i Det Nordenfjeldske Dragekompani, sa han stolt.

Jeg stirret på ham. *Er du medlem i et dragonkompani?* sa jeg vantro.

Nei, ikke Det Nordenfjeldske Dragonkompani, det er noe annet, sa han og kastet et blick opp på de

grove festningsmurene.

I det samme kom det et vindkast, og før jeg hadde fått sagt **dragekompani** var han på full fart nedover skråningen, med en parafoil hengende i en snor etter seg.

**Til dere som vil lese mer:*****Den gyldne vikartimen:***

- [1] Jesper Frandsen, "De(t) gyldne snit - i kunst, natur og matematikk", Systime 1991, ISBN 87-7783-014-8
- [2] Nils Kr. Rossing, "Den matematiske krydderhylle - Smakstilsetning for matematikkundervisningen i skolen", Vitensenteret 1999, ISBN 82-92088-00-8
- [3] Stoff om Det gyldne snitt og Fibonacci: <http://www.ee.surrey.ac.uk/Personal/R.Knott/Fibonacci/phi2DGeomTrig.html>

Det kaotiske været:

- [4] James Gleick, "Kaos - En ny videnskabs tilblivelse", Nysyn - Munkgaard 1989, ISBN 87-16-10009-3
- [5] Peitgen, Jürgens Saupe, "Fractals in the Classroom, Part I", Springer-Verlag 1991, ISBN 0-387-97041-X
- [6] Aksel C. Wiin Nielsen, "Forutsigelighet om grænserne for Vitenskap", Munkgaard 1987, ISBN 87-16-06947

Pendelmatter og mesterliga:

- [7] Nils Kr. Rossing, "Pendeltegning", Vitensenteret 1997
- [8] Nils Kr. Rossing, "Matematisk beskrivelse av Taumatter", 1996, Ikke utgitt
- [9] Kaj Lund, "Måtter og Rosetter", Borgen 1972, ISBN 87-418-0943-2

- [10] Arvo Kinnunen, "Segelfartygsepokens repmattor", Finnish Seamen's Service 1996, ISBN 951-99965-9-1

Pianoer og omvendte orgler:

- [11] Kalle Dolk og B. J. Ottem, "MIDI-boken" Warner/Chappell Music Norway, Oslo 1992, ISBN 82-7638-007-7
- [12] Kalle Dolk og B. J. Ottem, "Grunnboken" Warner/Chappell Music Norway, Oslo 1994, ISBN 82-7638-027-1

En fengslende mattetime:

- [13] Stoff og fangens dilemma: <http://pespmc1.vub.ac.be/PRISDIL.html>

Geografi eller matematikk for statsledere:

- [14] Nils Kr. Rossing, "Den matematiske krydderhylle - Smakstilsetning for matematikkundervisningen i skolen", Vitensenteret 1999, ISBN 82-92088-00-8
- [15] Stoff om Möbius
 - a) <http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Mobius.html>
 - b) <http://www.cs.uidaho.edu/~casey931/mega-math/workbk/map/mpbkgd.html>



Snøkrystaller og drager:

- [16] James Gleick, “Kaos - En ny videnskabs tilblivelse”, Nysyn - Munkgaard 1989, ISBN 87-16-10009-3
- [17] Theoni Pappas, “The Joy of Mathematics - Discovering Mathematics All Around You”, WideWorld Publishing/Tetra 1995 15'th opplag, ISBN: 0-933174-65-9
- [18] “Create a Kite - How to Build and Fly your own Kites” Simon and Schuster 1977, ISBN 0-671-22883-8

VIKAREN

MATEMATIKK PÅ EN NY MÅTE

Jeg-personen i denne historien har i grunnen et noe likegyldig forhold til matematikk. Han blir imidlertid brått rykket ut av sin likegyldighet av en noe hyperaktiv vikarlærer. Gjennom en rekke mer eller mindre tilfeldige møter får han etterhvert et noe annet bilde av hva matte er for noe.

Ved dette heftet ønsker forfatteren å vekke interesse for matematikk på en ny og anderledes måte. Matematikken har utrolig mange spennende områder som overhodet ikke berøres i den tradisjonelle undervisningen. I de seneste årene har en imidlertid forsøkt å bøte på dette, men det er fortsatt mye ugjort innen dette feltet.