

Studieretningsprojekter med matematik

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Forord | 5 |
| Fagkombinationer | 6 |
| Hvordan kommer man i gang? | 7 |
| Matematik i samarbejde med forskellige fag – Liste fra Matematisk Institut, KU | 8 |
| Matematik i samarbejde med forskellige fag – DTU’s liste | 8 |
| Forslag til emner udarbejdet af Niels Bohr Institutet | 8 |
| Matematik-Fysik | 9 |
| Det skrå kast..... | 9 |
| Det skrå kast – med luftmodstand og skru | 10 |
| Fodbold - optimering af spark..... | 11 |
| Fysiske faktorer i Formel 1..... | 12 |
| Den vibrerende streng – Stående bølger | 13 |
| Lyd - Harmoniske svingninger og digital kommunikation..... | 14 |
| Kommunikation via de geostationære satellitter. | 15 |
| Jordskælv – og hvordan man jordskælvssikrer bygninger..... | 16 |
| Da Millenniumbroen gik i selvsving | 17 |
| Felix Baumgartners spring | 18 |
| Faldskærmsudspring..... | 19 |
| Kædelinjer og broer..... | 20 |
| Sæbeskum og fladers krumning..... | 21 |
| Minimalflader med særlig fokus på katenoiden | 22 |
| qbits og entanglement – kvantemekanikkens forunderlige verden | 23 |
| Kvantemekanik: Det glemte spørgsmål - Hvorfor har ting den størrelse de har? | 24 |
| Matematik-Fysik / Astronomi | 25 |
| Big Bang | 25 |
| Den specielle relativitetsteori | 26 |
| Stjerners udvikling | 27 |
| Sorte huller og gravitationsbølger | 28 |
| Keplers konstruktion af Marsbanen - Ellipse eller excentrisk cirkel | 29 |
| Ellipsens brændstråler og Keplers anden lov | 30 |
| Tycho Brahe og Det naturvidenskabelige gennembrud i Danmark..... | 31 |
| Matematik, it-teknologi og data | 33 |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Kryptering og overvågning | 33 |
| Googles søgemaskine..... | 35 |
| Fejlkorrigerende koder | 36 |
| Grafteori – algoritmernes verden | 37 |
| Matematik-kemi..... | 38 |
| Reaktionskinetik og differentiaalligninger | 38 |
| Oscillerende reaktioner og matematiske modeller | 39 |
| Kvantitativ kemisk analyse og statistiske modeller | 40 |
| Matematik-Biologi..... | 41 |
| Epidemimodeller – Influenza / CoVid 19 | 41 |
| Pesten i slutningen af 1600-tallet / starten af 1700-tallet..... | 42 |
| Koleraepidemien i København 1853..... | 44 |
| AIDS | 45 |
| Den spanske syge | 46 |
| Epidemier – den fjerde rytter. Hvordan reagerer vi individuelt og hvordan reagerer samfundet på ukendte sygdomme..... | 47 |
| Testet positiv – men er man syg | 48 |
| The mortality of Doctors – Det endelige svar på sammenhængen mellem rygning og kræft | 49 |
| Da sammenhængen mellem rygning og kræft snublede over Simpsons paradoks..... | 50 |
| Om Darwins, Mendels og Hardy Weinbergs arvelighedslove | 51 |
| Soldyrkere lever længere – om misbrug af statistik..... | 53 |
| Kræft, kræftsvulster og matematisk modellering deres vækst..... | 54 |
| Udvikling af fiskerimodeller til sikring af havets ressourcer | 55 |
| Hvordan kommunikerer neuroner..... | 56 |
| Retsgenetik – anvendelse af DNA-materiale i retssager | 57 |
| Matematik og geografi | 58 |
| Kortlægningen af verden og fastlæggelsen af længdeenheden 1 meter..... | 58 |
| Sfærisk geometri og introduktion til kortprojektioner..... | 59 |
| Inge Lehmanns bidrag til seismologien (engelske tekster) | 60 |
| Matematik-samfundsfag | 61 |
| Økonomiske modeller og teorier - Hvad kendetegner den aktuelle økonomiske situation i Danmark, og hvordan bør den håndteres? | 61 |
| Økonomisk modellering – med afsæt i Keynes og SMEC..... | 62 |
| Folkeskolereformen – en empirisk undersøgelse | 64 |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Infrastrukturen – samfundets skelet | 65 |
| Børns udvikling - Social arv og risikofaktorer | 66 |
| Valg og retfærdighed | 67 |
| Kryptering og overvågning | 69 |
| Ukraine krisen – analyseret med hjælp af spilteori | 71 |
| Matematik-Historie | 72 |
| Den spanske syge og AIDS-epidemien – Hvordan reagerer vi på epidemier? | 72 |
| Gaudi – Cataloniens særprægede arkitekt | 74 |
| Navigationens udvikling i 1700-tallet | 77 |
| Opmåling af Danmark i Oplysningstiden | 79 |
| Det amerikanske befolkningstals udvikling | 80 |
| Videnskaben i imperiets tjeneste – Lord Kelvins kortlægning af tidevandsbevægelserne... .. | 82 |
| Panserslaget ved Kurskbuen..... | 84 |
| Enigma i 2. Verdenskrig | 86 |
| Brydningen af Enigma-koden og betydningen heraf for udviklingen af 2. verdenskrig | 88 |
| Ukraine krisen – analyseret med hjælp af spilteori | 89 |
| Oldtidens græske samfund – argumentation og diskussion træder ind på historiens scene .. | 90 |
| Racismen i USA – en analyse og diskussion af dens systemiske karakter | 91 |
| Billeder og mønstre i den muslimske tradition – med særligt fokus på vægudsmykningen i Alhambra | 92 |
| Da mennesket kom i centrum – opdagelsen af centralperspektivet i renæssancen..... | 93 |
| Matematik- Dansk..... | 95 |
| Formidlingsopgaven (forsk og fortæl) | 95 |
| A lady Tasting Tea - starten på den moderne statistik | 95 |
| Kryptologi svært at forstå, men umuligt at undvære i det moderne samfund..... | 95 |
| Eksempler på spektakulære fortællinger | 96 |
| Den mystiske sag om hunden i natten | 98 |
| The Imitation Game – Turings kamp for at bryde Enigma..... | 99 |
| Det moderne gennembrud – forestillinger om arv og miljø i perioden 1850-1914..... | 100 |
| Matematik-Engelsk | 101 |
| The Curious Incident of the Dog in the Night-Time | 101 |
| Flatland | 102 |
| Matematik-idræt | 103 |
| Præstationsfremmende midler | 103 |
| Styrketræning..... | 105 |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Det skrå kast..... | 107 |
| Det skrå kast – med luftmodstand og skru | 108 |
| Får sorte fodboldspillere flere røde kort end hvide? | 109 |
| Matematik og musik..... | 110 |
| Fibonacci og gyldne snit i digtning og musik..... | 110 |
| Tonesystemer og klaverstemninger, svingninger og fourieranalyse, gyldne snit og kædebrøker..... | 111 |
| Synthesizeren og dens lyd og rolle i moderne musik..... | 112 |
| Lyd - Harmoniske svingninger og digital kommunikation | 113 |
| Matematik enkeltfaglig | 114 |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Forord

I dette hæfte præsenteres et stort antal forslag til studieretningsprojekter med matematik i forskellige fagkombinationer. Fælles for dem alle er, at de har været anvendt samt at de stort set alle inddrager stof fra lærebogssystemet **Hvad er matematik?**

Forslagene er ikke præsenteret med samme detaljeringsgrad. Deri ligger ikke noget principielt, det er alene et spørgsmål om tid. Enkelte gulede mangler en del.

Hvis du mangler et bestemt emne i listen, så henvend dig gerne. Lærebogssystemet rummer ikke alt, men rigtig meget, så måske kan vi hjælpe. Henvend dig til: bjgro1@gmail.com.

Alle forslag er alene tænkt som **inspiration**. Det er sjældent en god ide at overtage andres materialer 1-1. Men man kan både mangle ideer til at matche det, eleverne gerne vil, man kan mangle litteratur og man kan møde kolleger fra et samarbejdende fag, der er lige lovligt tvivlende på en ide. Derfor har vi en del steder givet en samlet litteraturliste, der kunne anvendes, og ikke kun de matematiske tekster.

Det kan somme tider være svært at finde de **materialer**, man leder efter. Bøger må man rekvirere fra biblioteker eller låne af kolleger. Men af og til kan de faktisk downloades i pdf-format. Mange af de materialer, vi henviser til, kan hentes via bogsystemets forskellige links. Men igen: *Er der litteratur, du ikke kan finde, så henvend dig gerne*. Vi kan ikke love at, vi umiddelbart har tingene, men måske kan vi hjælpe.

Det er vigtigt at have styr på **fagkombinationerne**! De er derfor også angivet her.

Det er vigtigt at have en strategi for at komme igang med **skriveprocessen**. Der er mange bud på dette – vi præsenterer her en, der ofte fungerer.

Der er megen hjælp at hente på **universiteterne** – besøgsordninger eller materialer fra deres hjemmesider. Vi har givet enkelte henvisninger, men led selv, der er meget godt at hente der.

Og orienter dig i **studieretningskapitlerne** og i de samlede **projektoversigter** til de tre bøger: **Hvad er matematik? 1, 2 og 3**. Der er flere hundreder, men også her er der projekter, vi ikke har klargjort endnu, af tidsmæssige årsager. Leder du efter noget, du ikke fandt, så henvend dig også i de tilfælde, så har vi måske et materiale i udkast.

Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Fagkombinationer

- Matematik A (studieretningsfag) og et vilkårligt andet fag
- Matematik A (ej studieretningsfag) og et studieretningsfag på A niveau
- Matematik A (ej studieretningsfag) og et studieretningsfag på B niveau
- Matematik A og Dansk A

- Mat B og et studieretningsfag på A niveau
 - Mat B og Bio A, Mat B og Samf A, Mat B og Mus A, Mat B og Eng A

- Mat C og et studieretningsfag på A niveau
 - Mat C og Spansk A

- Bemærk: Fagkombinationen Mat B og His A er *ikke* en mulighed

| MATEMATIK | | MULIGHED |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Studieretningsfag → | | med et andet, <i>vilkårligt</i> fag eller <i>enkeltfaglig</i> ¹ |
| Ikke studie- retningsfag → | A-niveau → | med et andet <i>studieretningsfag</i> eller <i>enkeltfaglig</i> |
| | C- eller B-niveau → | med et <i>studieretningsfag</i> på A-niveau |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Hvordan kommer man i gang?

Frem mod første vejledning skal du arbejde med at komme fra ideer om emner til begrundede spørgsmål. Herefter kan du med jeres vejleder tale om den videre proces. Jo bedre forberedt man er til vejledningen, jo bedre.

"Flyums 7-punktsmetode" er god til at omdanne en spontan uematisk idé til et mere fokuseret, afgrænset og begrundet spørgsmål. Den kræver, at man bruger andre til at få feedback. Det kan være lærere, klassekammerater eller andre, du har gode erfaringer med at sparre med.

Sådan gør du i stikordsform:

1. Hurtigskrivning i 5 minutter
2. Hovedbudskabet i én sætning
3. Sætningen til ét spørgsmål
4. Alternative spørgsmål
5. Diskussion og vurdering af spørgsmålene
6. Valg af spørgsmål
7. Forklaring og begrundelse for valget

Lad os tage punkterne et ad gangen.

I første punkt skal du skrive uden at slette og uden at gå tilbage. Tankerne må gerne bevæge sig ud af forskellige tangenter. Skriv i et fast tidsrum eksempelvis 5 minutter.

I andet punkt skal du forsøge at formulere et hovedbudskab. Brug sætninger som: "Det vigtigste her er...", "Det jeg prøver at få frem her er..." eller "Min hovedpointe er..."

I tredje punkt skal du tage dit hovedbudskab og forsøge at omformulere det til et spørgsmål. Slet begyndelsen, eksempelvis "Det vigtigste er..."

Når du har skrevet det første spørgsmål, skal du i **punkt fire** prøve at formulere en række alternative spørgsmål. Skift spørgeord, prøv at spidsformulere spørgsmålet eller at gøre det lidt mere konkret. Lav mindst tre alternative spørgsmål.

Punkt fem: Nu er du klar til at søge feedback. Forklar dine tanker for en klassekammerat eller en lærer, og diskuter fordele og ulemper ved de forskellige spørgsmål. Prøv sammen at vurdere, hvilket spørgsmål der fungerer bedst og hvorfor.

I punkt 6 skal du udvælge et af spørgsmålene (gerne et af de alternative spørgsmål). Skriv det på en ny side. Overvej, om nogle af de andre spørgsmål kan være underspørgsmål, der støtter op om dit hovedspørgsmål.

Til sidst skal du i **punkt syv** forklare og begrunde, hvorfor spørgsmålet er interessant at besvare. Du kan skrive stikord, eller du kan lave en ny hurtigskrivning. Medtag faglige begrundelser for dit valg.

Undervejs i arbejdet med punkterne vil man kunne sende sine foreløbige tanker til vejleder(ne). De vil også spørge ind til, om man har overvejet, hvordan fagenes metoder kommer i spil, samt hvilket materiale, man vil bruge i opgaven, så overvej også disse elementer inden første vejledning.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik i samarbejde med forskellige fag – Liste fra Matematisk Institut, KU

Desværre har MATH KU fjernet 55 udmærkede oplæg til srp med matematik fra deres hjemmeside. De skriver:

”Vi har på denne side tidligere præsenteret en lang række oplæg til studieretningsprojekter med matematik. Men oplæggene var efterhånden blevet forældede og havde blandt andet mange ”døde” links. Måske vender vi tilbage med lignende forslag på et senere tidspunkt.”

Vi har valgt at integrere en række af deres oplæg i den samlede oversigt her i dokumentet. Det vil foreligge i løbet af december. Er der noget du leder efter, så henvend dig, måske kan vi hjælpe

Matematik i samarbejde med forskellige fag – DTU’s liste

På denne adresse finder du en række forslag fra DTU til SRP

[Index of /education/gymnasieopgaver/opgaver \(dtu.dk\)](https://www.dtu.dk/education/gymnasieopgaver/opgaver)

De vil tilsvarende blive integreret i den samlede oversigt i løbet af december.

Forslag til emner udarbejdet af Niels Bohr Institutet

Også NBI fjerner desværre tidligere oplæg til SRP.

De vil tilsvarende blive integreret i den samlede oversigt i løbet af december.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik-Fysik

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Det skrå kast |
| Præsentation: |
| <i>Det skrå kast</i> er meget velegnet til SRP og kan bruges i mange sammenhænge. Man kan filme forskellige typer af skrå kast og analysere dem bagefter. Desuden kan man prøve at modellere bevægelsen, så man kan sammenligne bevægelse og model. |
| Skitse til SRP-formulering: |
| <ul style="list-style-type: none">• Gør kort rede for teorien bag det skrå kast uden luftmodstand. Redegør for det skrå kast med luftmodstand ved at opstille de relevante differentialligninger.• Redegør for, hvordan man kan løse differentialligninger numerisk, kom herunder specielt ind på Runge-Kutta metoden.• Planlæg og udfør eksperimenter til undersøgelse af det skrå kast med og uden luftmodstand. Det kan fx være kast med en kuglestødkugle og et clearslag fra badminton. Løs de tilhørende differentialligninger numerisk.• Analysér og vurder dine eksperimentelle resultater, og sammenlign med de numeriske løsninger. |
| Fag: Matematik A sammen med Fysik A eller Idræt B |
| Litteratur og materialer: |
| Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: <i>Hvad er matematik?</i> 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5. Kan hentes her: Microsoft Word - HEM 3 kap 11 fagligt samarbejde mat-fys (lr-web.dk) |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Det skrå kast – med luftmodstand og skru

Præsentation:

Beskrivelsen af det skrå kast (spark / slag) indgår i mange forskellige aktiviteter, som kuglestød, badminton, fodbold og golf. I alle praktiske sammenhænge indgår luftmodstand, og man ved også fra forskellige sportsgrene, at en bolds bane kan påvirkes betydeligt ved at give den skru.

I en modellering vil man ofte nå frem til differentiallyigninger, men ikke kan løse eksakt, men det er alligevel interessant at analysere problemet til bunds. Man kan forsøge at opnå eksakte løsninger ved at foretage tilnærmelser. Man kan gennemføre en løsning med numeriske metoder, hvor man fx går i dybden med de såkaldte Runge Kutta-metoder. Man kan filme forskellige typer af skrå kast og analysere dem bagefter. På mange golfbaner har de udstyr til at lave radarmålinger af de enkelte golfslag, hvor man får bestemt mange forskellige parametre og får kurverne ud direkte. Nogle opgaver kan have fokus på at optimere et bestemt spark i fodbold eller slag i golf. Du kan orientere dig i et materiale herom i *Hvad er matematik? A*, kapitel 11 (samarbejde mellem matematik og fysik). Kapitlet foreligger i en foreløbig version, der kan rekvireres

Skitse til SRP-formulering:

- Gør kort rede for forskellige golfkøllers udformning og betydningen for brugen, den mest optimale måde at ramme en golfbold på samt en golfbolds opbygning.
- Planlæg og udfør eksperimenter til belysning af forskellene på et udvalg af golfkøller. Undersøg herunder hvor meget energi, der overføres fra køllen til bolden.
- Redegør for kræfterne på en golfbold efter skuddet. Opstil differentiallyigninger for golfboldens bevægelse efter skuddet. Bestem banekurven ved hjælp af Runge-Kutta metoden for mindst et udvalgt tilfælde.
- Analysér og vurdér dine eksperimentelle resultater og sammenlign med teorien.

Fag: Fag: Matematik A, sammen med Fysik A eller Idræt B

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5, Kan hentes her: [Microsoft Word - HEM 3 kap 11 fagligt samarbejde mat-fys \(lr-web.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Fodbold - optimering af spark

Præsentation:

Det skrå kast er også meget velegnet til SRP og kan bruges i mange sammenhænge. Man kan filme forskellige typer af skrå kast og analysere dem bagefter. Desuden kan man prøve at modellere bevægelsen, så man kan sammenligne bevægelse og model.

Skitse til SRP-formulering:

- Du skal redegøre for relevante dele af den matematisk-fysiske teori, der hører til analyse af fodboldspark. Du skal planlægge og udføre eksperimenter med forskellige fodboldspark. Du skal analysere og vurdere dine resultater i forhold til den bagvedliggende teori, og du skal undersøge, hvilke faktorer der spiller ind for optimering af sparkene i forhold til deres brug i en fodboldkamp.
- Du skal analysere et lodret vristspark med henblik på en beskrivelse af de væsentligste indgående muskelgrupper og deres virkemåde.
- Du skal kort gøre rede for, hvilke overvejelser som er relevante i forhold til tilrettelæggelsen af et træningsprogram for en fodboldspiller på eliteniveau.
- Med udgangspunkt i straffesparksafgørelsen af Champions League-finalen 2013 mellem Bayern München og Chelsea (se evt. linket nedenfor) skal du diskutere, hvilke faktorer der er afgørende for optimering af et straffespark. (http://www.youtube.com/watch?v=CIIR_b-zYCo)

Fag: Matematik A sammen med fysik B eller idræt B.

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5. Kan hentes her: [Microsoft Word - HEM 3 kap 11 fagligt samarbejde mat-fys \(lr-web.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Fysiske faktorer i Formel 1

Præsentation:

Uddrag af *Hvad er matematik? 3*, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5:

Når en bil eller et andet køretøj kører igennem et sving, vil bilen blive påvirket af en centripetalkraft. Den kraft modvirkes af gnidningskraften mellem dæk og vejbane. Centripetalkraften er givet ved ... og gnidningskraften er givet ved ... For en normal familiebil er normalkraftens størrelse lig med tyngdekraftens størrelse. Gnidningskoefficienten afhænger af vejbanen, dæktypen og ikke mindst af om vejen er våd eller tør. Hvis vejen hælder, må man bruge vektorregning ... For en formel 1 racerbil kommer der endnu en kraft til. Det er den såkaldte *downforce*, som kommer pga. bilens udformning. Det er en kraft, der er helt tilsvarende til den kraft, der betyder, at flyvemaskiner kan flyve ...

Skitse til SRP-formulering:

- Du skal beskrive udvalgte fysiske teorier, der er relevante i forbindelse med Formel 1 – racerløb. Du skal i forbindelse med en diskussion af hvilke kræfter, som virker på bilen, lave beregninger på kørsel i et sving. Du skal planlægge og udføre eksperimenter, som belyser dele af de fysiske teorier. Du skal analysere og vurdere dine resultater.
- Du skal gennem udvalgte eksempler belyse, hvordan udviklingen af bilerne influerer på reglerne i Formel 1. Du kan inddrage bilag 1 i denne diskussion.

Bilag 1:

Motorsporten.dk 30/5 : **Ingen problemer efter ny fleks-vinge test,**

<http://www.motorsporten.dk/news.asp?aid=42269&title=Formel+1+--+Ingen+problemer+efter+ny+fleks-vinge+test>

Fag: Matematik A, sammen med Fysik A

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5. Kan hentes her: [Microsoft Word - HEM 3 kap 11 fagligt samarbejde mat-fys \(lr-web.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Den vibrerende streng – Stående bølger

Præsentation:

Når man sætter en streng i svingninger, så vil strengen vibrere og sende bølger frem og tilbage (refleksion) mellem strengens fæstningspunkter. Disse bølger vil interferere og deres udsving lægges sammen efter superpositionsprincippet. Det betyder, at nogle af bølgerne vil dø ud, mens andre vil forstærkes. Hvis strengen vibrerer med en ganske bestemt frekvens, en såkaldt *resonansfrekvens*, vil den forstærke sig selv og give anledning til en *stående bølge*. Bestemte steder på strengen fremkommer der da store udsving (kaldet *buge*, jfr. hængebugen på et svin), mens der andre steder intet udsving er (kaldet *knuder*). Antallet af buge afhænger naturligvis af strengens (vibrations-)frekvens.

Skitse til srpformulering:

Fag:

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 1, *Trigonometriske funktioner*

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, Projekt 8.9 *Den vibrerende streng – Stående bølger*

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Lyd - Harmoniske svingninger og digital kommunikation

Præsentation:

Når et band spiller når lyden til os via svingninger i luften, der matematisk kan beskrives som bølgefænomener, og som modelleres med sinus og cosinus-funktioner. Først i 1800-tallet opdagede Fourier, at lyden fra en trompet eller et klaver, der bliver bedt om at spille et rent A fx, i virkeligheden består af en række toner, grundtonen med sin frekvens og så en række overtoner med frekvenser, der alle er et helt tal ganget grundfrekvensen. Med den indsigt nåede Fourier også frem til, at man kunne splitte en kompleks lyd op i dens bestanddele ved det vi i dag kalder Fourieranalyse. Hele dette område rummer mange muligheder for at eksperimentere, og rummer en række overraskende matematiske indsigter, ikke mindst Shannons samplingsteorem, der siger, at hvis samplingsfrekvensen er tilstrækkelig lille – grænsen kaldes Nyquist frekvens - så kan et analog signal genskabes 100% ud fra et digitalt.

Skitse til srpformulering:

- Gør kort rede for den matematiske beskrivelse af lyd med sinussvingninger
- Forklar begreberne overtoner og undertoner samt hvordan den klassiske analoge gengivelse af lyd foregår, fx illustreret med grammofonplader
- Redegør for den grundlæggende ide i oversættelsen fra et analogt signal til et digitalt signal.
- Gennemfør et eksperiment, hvor du samler en lille stump af et stykke musik med forskellige samplingsfrekvenser. Forklar og demonstrer med brug af et værktøjsprogram, hvorledes fouriertransformationer kan oversætte empirisk fastlagte grafer og diskrete data til kontinuerte funktioner bestemt ved matematiske udtryk.
- Vis udvalgte dele af teorien for fourieranalyse, redegør for, hvad man forstår ved Nyquist frekvensen og forklar den grundlæggende ide i beviset for dette samplingsteorem.

Fag: Matematik A, Fysik A eller Musik

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11 (samarbejde mellem matematik og fysik)
Gert Uttenthal: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 15 (samarbejde mellem matematik og musik).
Steen Albrechtsen, *Fourieranalyse, ED-data*, 1991, rummer detaljerede beviser for stort set alt, og fx en grundig gennemgang af Nyquist sætning.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Kommunikation via de geostationære satellitter.

Præsentation:

Når vi ser TV i real time, om det er om sportsbegivenheder, naturkatastrofer eller voldsomme politiske aktioner, så foregår det normalt via de geostationære satellitter. Disse satellitter anvendes også når virksomheder som DMI henter store datamængder ned til brug i deres prognoser og klimamodeller. Og det foregår ofte med en teknologi udviklet af det avancerede danske firma TICRA. De er verdens førende i udvikling af antenner til kommunikations satellitter. Det er dyrt at udvikle, opsende og drive en kommunikations satellit, og derfor ofres mange ressourcer på at forøge kapaciteten på hver enkelt satellit. TICRA's speciale er at udvikle avancerede parabolantennener, som samler den udstrålede effekt indenfor specificerede områder og samtidigt holder udstrålingen væk fra naboer for ikke at interferere med kommunikationen til eller fra andre satellitter. Det er de verdensmestre i: *TICRA's software is regarded as the de facto industry standard*, hedder det fra den fælles europæiske konference på området. Filmen og materialet, der henvises til, tager stadig udgangspunkt i parablens matematik, og der trækkes på metoder fra mange forskellige felter af matematikken. I sidste ende samles dette i store matematiske udtryk, der bygger på de såkaldte Zernike-polynomier.

Et studieretningsprojekt kan evt inddrage et besøg på virksomheden.

Skitse til srpformulering:

- Skitser kort nogle af de grundlæggende problemstillinger i kommunikation over store afstande
- Redegør i detaljer for parablens og parabolens geometri.
- Gennemfør forsøg med kommunikation via paraboler, med brug af forskellige signaler, herunder elektromagnetiske, og giv en vurdering af præcisionen i refleksion. Redegør for nogle af problemerne ved at sende signaler gennem atmosfæren.
- Hvad er det for særlige opgaver, som de paraboler TICRA designer skal løse. Vis hvorledes fouriertransformationer kan oversætte empirisk fastlagte grafer og data i en 2D-situation til funktioner bestemt ved matematiske udtryk, og giv en fremstilling, hvorledes tilsvarende problemer løses med Zernikepolynomier i 3D-situationer. Forklar i den forbindelse, hvad der menes med at en familie af funktioner er ortogonale, og hvorfor netop den egenskab er vigtig i denne sammenhæng.

Fag: Matematik A og Fysik

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn og David Binzer: *Avanceret parabolteknologi hos TICRA*, film i serien *Med matematik på arbejde*, LRU / Praxis, 2021. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](#)

Bjørn Grøn, Mads Leth og Mads Peter Steenstrup: *Matematikken bag parabler og avancerede paraboler*, Undervisnings og Projektmaterialer til filmen *Avanceret Parabolteknologi hos TICRA*, LRU / Praxis, 2021. Kan hentes her: [Undervisningsmaterialer TICRA.pdf \(lr-web.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Jordskælv – og hvordan man jordskælvssikrer bygninger

Præsentation:

Jordskælv består af forskellige rystelser og svingninger i Jordens kappe. Når en sådan bølge rammer grunden under en bygning sættes denne i svingninger, der i første omgang er bestemt af den frekvens jordskælvets bølge har. Men alle bygninger har samtidig en egen svingningsfrekvens – og hvis der opstår resonans mellem de to svingningsfænomener kan det gå helt galt.

Skitse til srpformulering:

Opgaven kan indeholde følgende del-elementer:

Præsentation af hvad et jordskælv er og hvilke svingninger i undergrunden det afstedkommer // Harmoniske svingninger og parametrene betydning // Løsning af den lineære 2. ordens differentilligning, evt blot udvalgte dele // Modelleringsprocessen af, hvordan svingninger i undergrunden påvirker et hus // Evt beregning af inertimomenter // frekvens, egenfrekvens og resonans // Bygningsmæssige tiltag, der kan modvirke jordskælv

Fag: Matematik A, Fysik eller naturgeografi

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 6, Om svingningsfænomener
Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 2, Projekt 2.16 *Beregning af inertimoment*
Samme findes i: Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5. Kan hentes her: [Microsoft Word - HEM 3 kap 11 fagligt samarbejde mat-fys \(lr-web.dk\)](http://www2.mat.dtu.dk/education/gymnasieopgaver/opgaver/jordskaelv.pdf)
Du kan finde et projektoplæg om jordskælv fra DTU via linket.
<http://www2.mat.dtu.dk/education/gymnasieopgaver/opgaver/jordskaelv.pdf>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Da Millenniumbroen gik i selvsving

Præsentation:

Det er ikke så usædvanlig som man tror, at broer styrter sammen. Det sker som resultat af et resonansfænomen. Enhver bro har som enhver bygning sin egen svingningsfrekvens. Hvis en flok soldater marcherer i takt over broen, og gør det på en måde, så deres rytmiske påvirkning af broen har en frekvens, der spiller uheldigt sammen med broens egen frekvens, så kan det gå helt galt. Det var ved at ske for Millenniumbroen i London.

Skitse til srpformulering:

- Giv en kort forklaring på, hvilke årsager der kan være til at broer styrter sammen "i godt vejr".
- Forklar grundigt, hvilken betydning parametrene i en harmonisk svingning har. Hvad forstås ved egen-svingning af et system, og hvad er tvungne svingninger. Forklar begrebet resonans.
- Redegør for løsningen af den lineære andenordens differentiaalligning med konstante koefficienter, dels den homogene og dels den inhomogene. Gå i detaljer med udvalgte dele.
- Analyser situationen for Milleniumbroen med fokus på egenfrekvenser og resonans.

Fag: Matematik A, Fysik

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 6, Om svingningsfænomener
Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 6.7 Millennium bridge - ekstra materialer.
Kan hentes her: [kap6 Projekt 6 7 Millennium bridge ekstra materialer.pdf \(lr-web.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Felix Baumgartners spring

Præsentation:

14. oktober 2012 gennemførte Felix Baumgartner et frit fald fra en ballon, der var nået 37 km over Jordens overflade. Hans mål var at nå så højt op, at han som det første menneske ville gennembryde lydturen, i sit fald ned mod Jorden. Det krævede, at han opnåede en hastighed på ca. 290 m/s svarende til 1044 km/time. En modellering af et sådant spring kan ske på grundlag af en række fysiske love samt ved anvendelse første ordens differentialligninger.

Skitse til srpformulering:

- Giv en kort redegørelse for historikken omkring fald fra stor højde
- Opstil modellen over et sådant fald i kvalitative termer: Hvilke fysiske lov gælder for faldet hele vejen ned gennem atmosfæren. Overvej hvilke af de forskellige elementer, der kan afprøves eksperimentelt i laboratoriet eller (udenførs) i lille skala
- Kvantificer din model: diskuter fastlæggelsen af værdierne af de forskellige parametre, hvor du inddrager de officielle rapporter og materialer.
- Udvælg nogle af elementerne i modelleringen til en detaljeret gennemregning, opstil den samlede matematiske model og diskuter mulighederne for at gennemføre en eksakt løsning
- Hvad forstår vi ved en numerisk løsning af en differentialligning? Skitser ideen her i og lad derefter dit værktøjsprogram gennemføre løsningen.
- Diskuter din egen løsning, sammenlignet med resultaterne som de fremstilles i den endelige rapport

Fag: Matematik A, Fysik A

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 3A rummer et omfattende oplæg til en matematisk modellering af Baumgartners spring,

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 3.4 Baumgartners fald, ekstramaterialer, Du kan hente projektet her: kap3_Projekt_3_4_Baumgartners_fald.pdf (lr-web.dk)

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 7, afsnit 5: *Numerisk løsning af differential-ligninger*.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Faldskærmsudspring

Præsentation:

En matematisk modellering af udspring med faldskærm har en række trin fra det frie fald i et lufttomt rum til en udfoldet skærm med fuld luftmodstand. Nogle af de fænomener, der her er på spil, har man godt styr på med forskellige fysiske love, men andre er rent empiriske resultater. Bremses en faldskærm fx proportionalt med hastigheden, eller med kvadratet på hastigheden eller? Der kan gennemføre en række forsøg, hvor man undersøger dette. I Studieretningskapitlet om matematik-fysik, nævnt i materialerne, findes et større oplæg til et projekt om faldskærm og kaffefiltre i frit fald. Den matematiske modellering bygger på differentiallyigninger, som kan undersøges med værktøjer eller for nogles vedkommende søges løst eksakt. Her kommer man ind på de hyperbolske funktioner

Skitse til srpformulering:

Fag: Matematik A, Fysik

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik? 2*, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5. Kan hentes her: [HEM2 SR 11 mat og fys ny.pdf \(lr-web.dk\)](#)

Projekt på DTU om faldskærmsudspring, kan hentes her: [DTU, Matematisk Institut September 2001](#)

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 1*, kapitel 8, indledende fortælling, indeholoder et lille afsnit om de hyperbolske funktioner.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kædelinjer og broer |
| Præsentation: |
| Hængebroer som den berømte Golden Gate broer ved San Fransisco og Storebæltsbroen er elegante og smukke konstruktioner, der alle bygger på det princip, at brobanen er hængt op i nogle bærende kabler, udsændt mellem store pyloner. De matematiske model for en hængebro kommer til veje via Newtons love, og det endelige resultat giver en profil af broen, hvor det bærende kabel med god tilnærmelse følger en parabel. Men undervejs i byggeriet har man først hængt disse kabler op, og det viser sig, at de frit hængende kabler følger en anden kurve, en såkaldt kædelinje. Man kan selv eksperimentere med den form, en sådan kæde ophængt mellem to punkter, vil følge. I <i>Hvad er matematik?</i> 3, kapitel 6 om andenordens differentiaalligninger er der en guided gennemgang af, hvordan løsning af den differentiaalligning, man opstiller, fører frem til kædelinjen |
| Skitse til srpformulering: |
| <i>Opgaven kan indeholde følgende del-elementer:</i> Kædelinjer i naturen, hvad er en kædelinje kort fortalt // Den grundlæggende forskel på kædelinjer og parabelbuer, fx omtale af Eiffels konstruktioner // Eksperiment, hvor en kæde ophænges og alt opmåles, fx påvisning af, at den samlede vægt ikke betyder noget for formen // Opstilling af modellen ud fra de fysiske kræfter – udvalgte omskrivninger i detaljer – frem til den endelige anden ordens differentiaalligning // Løsning af differentiaalligningen – udvalgte dele viuses i detaljer // praktiske opgaver, herunder bruge løsningsformlen til at finde en formel for grafen, den op-hængte kæde følger <i>(Man kan omdefinere projektet til mere generelt at handle om brokonstruktioner)</i> |
| Fag: Matematik A, Fysik A |
| Litteratur og materialer: |
| Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: <i>Hvad er matematik?</i> 1, kapitel 8, indledende fortælling: <i>Brokonstruktioner</i> Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: <i>Hvad er matematik?</i> 2, kapitel 5A, afsnit 5 om Storebæltsbroens geometri Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: <i>Hvad er matematik?</i> 3, kapitel 6, <i>Andenordens differentiaalligninger</i> , afsnit 3 om kædelinjen. |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sæbeskum og fladers krumning |
| Præsentation: |
| I filmen <i>Skumstrukturer og minimalflader</i> fortæller professor ved DTU, Steen Markvorsen dels om sæbeboblers og andre skumstrukturers lokale geometri, og dels om hvorledes krumningsbegrebet kan løftes fra en lokal definition knyttet til kurver i 2D til et begreb, der kan udtrykke krumningsforhold globalt for flader i 3D. Derved tager han os med frem til en introduktion af det centrale begreb i differentialgeometri, <i>minimalflader</i> . I dette projekt er fokus på sæbeskum (og andre skumstrukturer), som viser sig at have en ensartet og ret simpel geometri, hvor bobbel-kamrene mødes som kanter i et tetraeder. Det viser sig yderligere, at middelkrumningen af sådanne flader beregnes forholdsvis enkelt ud en sætning Euler viste. |
| Skitse til srpformulering: |
| <i>Opgaven kan indeholde følgende del-elementer:</i> Sæbehinders fysik og overfladespændingen // Plateaus observationer og sæbeboblers geometri – modelleret lokalt med et tetraeder – og evt fotograferet // Hvad er minimalflader – krumningsbegrebet // Middelkrumning, Eulers ligning og flader med konstant middelkrumning // Evt perspektivere med Delauney flader // Øvelser med sæbeskum |
| Fag: Matematik A, Fysik A |
| Litteratur og materialer: |
| Steen Markvorsen: <i>Skumstrukturer og minimalflader</i> , Film i serien: <i>10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger</i> , LRU / Praxis, 2015. Kan hentes her: 10 danske matematikere - LRU.dk (lr-web.dk) Bjørn Grøn: Undervisnings og projektmaterialer skrevet til filmen, henh. Projektmaterialer, 1. del - <i>Geometri, vektorer og krumning</i> , LRU / Praxis, 2016. Det kan hentes her: 10 danske matematikere - LRU.dk (lr-web.dk) Der kan perspektiveres til minimalflader, se Projektmaterialer, 2. del <i>Minimalflader og flader med konstant middelkrumning</i> , <i>Soap Bubbles and Mathematics</i> _ MAA, kan hentes her: Soap Bubbles and Mathematics Mathematical Association of America (maa.org) |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Minimalflader med særlig fokus på katenoiden

Præsentation:

I filmen *Skumstrukturer og minimalflader* fortæller professor ved DTU, Steen Markvorsen dels om sæbeboblers og andre skumstrukturers lokale geometri, og dels om hvorledes krumningsbegrebet kan løftes fra en lokal definition knyttet til kurver i 2D til et begreb, der kan udtrykke krumningsforhold globalt for flader i 3D. Derved tager han os med frem til en introduktion af det centrale begreb i differentialgeometri, *minimalflader*. I dette projekt er der særligt fokus på omdrejningslegemer, hvor det viser sig, at *katenoiden* der fremkommer ved at dreje en kædelinje om akse, er en minimalflade – og den eneste af slagsen blandt omdrejningslegemerne. I projektet kan indgå eksperimenter med beregninger på en skumstruktur a la en katenoid.

Skitse til srpformulering:

Opgaven kan indeholde følgende del-elementer:

Krumningsbegrebet og minimalflader – i naturen og i arkitekturen // Middelkrumningen af en flade – Eulers formel // repræsentation af flader ved ligninger og ved parametriseringer – formeludtrykkene for minimalflader // omdrejningsflader og katenoiden, bevis for at denne er en minimalflade, og udregning af middelkrumningen for andre omdrejningsflader // perspektivering – hvad vi idag kender til minimalflader, anvendelse af computeren i eftersøgningen

Fag: Matematik A, Fysik A

Litteratur og materialer:

Steen Markvorsen: *Skumstrukturer og minimalflader*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2015. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](http://10danskematematikere-lru.dk)

Bjørn Grøn: Undervisnings og projektmaterialer skrevet til filmen, Projektmaterialer, 2. del *Minimalflader og flader med konstant middelkrumning*, LRU / Praxis, 2016. Det kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](http://10danskematematikere-lru.dk)

Tobias Holck Colding and William P. Minicozzi ii: *In Search of Stable Geometric Structures*, kan findes her: [rnotip1785.pdf \(ams.org\)](http://arxiv.org/abs/1708.05464) (*Lidt avanceret, men interesserede elever kan godt få en del ud af – og så er artiklen spækket med spektakulære illustrationer*)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

qbits og entanglement – kvantemekanikkens forunderlige verden

Præsentation:

Kvantecomputere er stadig kun en vision, men årsagen til, at der arbejdes så intenst på at konstruere en sådan er, at regnekraften er på et helt andet niveau, end det vi kender. Den grundlæggende forklaring er, at hvor en bit, den grundlæggende enhed i en traditionel computer, kan være i to tilstande, fx kaldet 0 og 1 (eller + og –), da kan den tilsvarende qbit i en kvantecomputer være i uendelig mange tilstande. Men samtidig er denne kvanteverden så mærkelig, at det kan svimle for en, når man prøver at begribe det. Et af de mest forunderlige fænomener er den såkaldte *entanglement*: To partikler, der fx opstår gennem et voldsomt sammenstød, kan være forbundet (entangled) selv om de bevæger sig meget langt væk i hver sin retning. Dette fænomen kan illustreres med det såkaldte GHZ spil (opkaldt efter tre fysikere, der først præsenterede ideen, Greenberger, Horne og Zeilinger): En game master (der kaldes Jokeren) angriber tre spillere, der kæmper sammen (Batman, Robin og Superman). Jokerens angriber med bits, og spillerne svarer også med bits – og der er så bestemte regler for, om det lykkes at afværge angrebet. I den traditionelle verden vil der ikke være en sikker vinderstrategi for de tre, men går de over til at anvende qbits i stedet, så er der en 100% sikker vinderstrategi.

Skitse til srpformulering:

- Gør kort rede for, hvad der fundamentalt adskiller den klassiske deterministiske beskrivelse af verden, og den kvantemekaniske. Gør specielt rede for Heisenbergs usikkerhedsrelation, og for hvordan dette princip adskiller sig fra den praktiske umulighed i at forudsige eksempelvis vejret lang tid frem.
- Giv en fremstilling af begrebet *spin* og af hvorledes en kvantetilstand beskrives som en superposition af de to grundtilstande, *spin op* og *spin ned*. Gør grundigt rede for den matematiske beskrivelse af et systems kvantetilstand med brug af matricer. Hvad sker der, når vi *måler* på en qbits eller et andet kvantesystems tilstand?
- Forklar, hvordan vi kan visualisere en kvantetilstand beskrevet med komplekse tal ved hjælp af Bloch-sfæren
- Præsenter GHZ-spillet, argumenter for, at der ikke er en vinderstrategi i den klassiske version, og vis, at der tilfældet i den kvantemekaniske version. I kapitel 13 i materialerne til Solovej's film er én af situationerne i spillet gennemregnet i detaljer. Gennemregn selv en af de andre to.

Fag: Matematik A, Fysik A

Litteratur og materialer:

Jan Philip Solovej: *qbits og entanglement – kvantemekanikkens forunderlige verden*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/10-danske-matematikere)

Bjørn Grøn og Mads Peter Steenstrup: *qubits og entanglement - Kvantemekanikkens forunderlige verden*. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/10-danske-matematikere)

Jan Philip Solovej, Mads Peter Steenstrup et al: *Gymnasielærerens guide til kvanteuniverset*, LMFK-bladet nr 3, 2018

Johannes Borregaard og Robert Jonsson, En dag med kvanteinformation på QMath, kan hentes her: [high school day Quantum info dansk 2 .pdf \(ku.dk\)](https://www.qmath.dk/high-school-day-Quantum-info-dansk-2.pdf)

Uncertainty principle and compatible observables, MIT-forelæsningsnoter, kan hentes her: [Quantum Physics II, Lecture Notes 5 \(mit.edu\)](https://www.mit.edu/~8.04/lecture-notes/Quantum-Physics-II-Lecture-Notes-5)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Kvantemekanik: Det glemte spørgsmål - Hvorfor har ting den størrelse de har?

Præsentation:

Hvorfor findes der makroskopiske objekter? Og hvorfor har de den størrelse de har? Det var den norsk-amerikanske fysiker Lars Onsager, der i 1939 stillede det spørgsmål, og han gav det den præcise formulering: *Hvorfor er rumfanget af stof proportionalt med antallet af partikler?* Det virker umiddelbart som et tosset spørgsmål – hvad skulle det ellers være. Og makroskopiske objekter opstår vel blot der er tilstrækkeligt mange partikler. Men vi ved idag, at gigantiske objekter kolliderer til sorte huller, og her gælder, at rumfanget er omvendt proportionalt med antallet af partikler. Det er især tyngdekraften, der her er i spil. Og at de kan kollapse til næsten ingenting skyldes jo, at atomer stort set består af tomt rum. Så hvorfor kolliderer de ikke øjeblikkeligt. Det ville de også gøre, hvis verden ikke var styret af Paulis princip. I projektet kan man undersøge forskellen på fermioner, der adlyder Paulis princip og bosoner (som fx fotoner), der ikke gør. Og så ud fra de fundamentale kræfter regne sig frem til et svar på det glemte spørgsmål

Skitse til srpformulering:

- Opstil et udtryk for energien af et brintatom ud fra klassiske betragtninger, og diskuter atomets mulighed for at "overleve" som atom under de betingelser.
- Redegør for Heisenbergs usikkerhedsrelation, og opstil et udtryk for elektronens energifunktion. Diskuter ud fra dette udtryk konsekvenserne af et totalt kollaps af atomet, og beregn den radius der vil minimere radius
- Forklar Paulis princip og vis, hvorledes dette kan bidrage til at svare på Onsagers spørgsmål. Hvordan ville Jorden se ud uden Paulis princip?

Fag: Matematik A, Fysik A

Litteratur og materialer:

Jan Philip Solovej: *Hvorfor har ting den størrelse de har?* Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/lr-web.dk)

Bjørn Grøn og Mads Peter Steenstrup: *qubits og entanglement - Kvantemekanikkens forunderlige verden*. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/lr-web.dk)

Jan Philip Solovej: *The Pauli Principle*, slides til forelæsning i folkeuniversitetet, 2016. Kan hentes her:

[Solovej.pdf \(ku.dk\)](https://www.ku.dk/~solovej/Solovej.pdf)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik-Fysik / Astronomi

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Big Bang |
| Præsentation: |
| |
| Skitse til SRP-formulering: |
| <ul style="list-style-type: none">• Præsenter Friedmann-ligningerne og giv via den klassiske mekanik en begrundelse for deres udseende. Under forskellige antagelser om Universets tæthed og geometri skal du løse ligningerne, idet du præsenterer såvel analytiske som numeriske løsninger. Til numeriske løsninger skal du desuden vurdere fejlene ved metoden.• Du kan nøjes med undervejs kort at kommentere metoden for separation af de variable mens metoden til numerisk integration og fejlvurdering skal have en grundig behandling. Du afgør selv hvilke sætninger du vælger at bevise.• Sammenlign de forskellige modeller mht. udvikling og alder for Universet. |
| Fag: Matematik A og Fysik A |
| Litteratur og materialer: |
| Dorthe Agerkvist og Michael Olesen:: <i>Hvad er matematik?</i> 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 3 |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Den specielle relativitetsteori

Præsentation:

Den specielle relativitetsteori og Lorentztransformationen forklarer nogle af de tilsyneladende paradoksale fænomener i relativitetsteorien så som tidsforlængelse og længdeforkortelse. Gennem målinger af kosmiske stråler beskæftiger eleven sig med Lorentztransformationen, herunder begreber som invariant masse, tidsforlængelse og relativistisk energi. Det anbefales, at eleven har kendskab til disse inden forsøget.

Jordens atmosfære er konstant udsat for partikelstråling fra universet. Når denne "kosmiske" stråling rammer atomkernerne i luften, skabes der byger af nye partikler, hvoraf langt størstedelen af dem, som når Jordens overflade er elementarpartiklen myonen. Ved hjælp af måleudstyr på NBI kan vi bestemme myonens levetid samt, hvor hurtigt myonerne bevæger sig og efterfølgende bruges relativitetsteori til at bestemme en række egenskaber. Læs mere her <http://www.nbi.ku.dk/Forskning/Partikelfysik/ATLAS/> Eksempel på beregning og eventuelt plot eller lignende Levetidsfordeling (henfaldslov). Time-of-flight bestemmelse. Usikkerhed kan estimeres ud fra Poissonfordelingen. Parametre bestemmes ved brug af χ^2 fit.

Skitse til srpformulering:

Fag:

Litteratur og materialer:

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Stjerners udvikling

Præsentation:

Stjernedannelse og stjerners udvikling studeres især ved at undersøge spektret fra udstrålingen. Man kunne tilrettelægge eksperimenter til eftervisning af Plancks strålingslov og Stefan-Boltzmanns lov – der også kaldes T⁴-loven – og som populært sagt udtaler sig om, at den totale udstråling er proportional med den fjerde potens af overfladetemperaturen. Loven blev udledt af de to fysikere og den var udgangspunktet for den første troværdige beregning af solens overfladetemperatur. Loven spiller en stor rolle i forståelse af stjerners udvikling. Der kan være flere varianter af srp om stjerners udvikling. Den anvendte matematik er bla. integrationsmetoder lidt ud over kernepensum, samt metoden til løsning af differentia ligninger, der kaldes for separation af de variable. Du kan orientere dig i et materiale herom i *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11 (samarbejde mellem matematik og fysik).

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør for udstrålingen, specielt det kontinuerte spektrum, fra en stjerne. Planlæg og udfør eksperimenter til eftervisning af Plancks strålingslov og T⁴-loven. Analysér og vurder dine resultater og sammenlign dem med teorien.
- Forklar om stjernedannelse, og gør rede for betingelserne for hydrostatisk ligevægt i en stjerne. Lav nedsættende opgave.
- Beskriv forskellige stjernetyper og skitsér stjernernes udvikling. Gør undervejs rede for den anvendte matematik, specielt ønskes partiel integration og metoden separation af de variable bevist.
- Besvarelsen skal have et omfang på 15 – 20 sider eksklusiv bilag.

Opgave

Antag, at massefylden er konstant igennem Solen og lig Solens gennemsnitlige massefylde.

Løs differentia ligningen for hydrostatisk ligevægt ved separation af de variable. Sæt trykket til 0 ved Solens overflade.

Beregn trykket i Solens indre i denne model og diskuter dit resultat, når mere realistiske modeller giver værdien $2,3 \cdot 10^{11}$ atm.

Fag: Matematik A og Fysik A

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen:: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 3

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sorte huller og gravitationsbølger |
| Præsentation: |
| |
| Skitse til SRP-formulering: |
| <ul style="list-style-type: none">• Redegør for nogle af de grundlæggende teser i Einsteins almene relativitetsteori og specielt hans teori om gravitation. Hvad er sorte huller, hvordan opstår de og i hvilken forstand kan man sige at forudsigelsen om eksistensen af sorte huller er bekræftet gennem observationer.• En af Einsteins forudsigelser var eksistensen af gravitationsbølger, og i september 2015 blev det annonceret at forskerhold for første gang havde detekteret sådanne gravitationsbølger, der er udsendt fra en dobbeltstjernes kollaps til et sort hul. Opdagelsen er bl.a. behandlet i en tidsskrift artikel, der findes her: https://physics.aps.org/featured-article-pdf/10.1103/PhysRevLett.116.061102• Du skal sætte dig ind i artiklens materiale og redegøre for deres metode, samt diskutere validiteten af deres opdagelse. |
| Fag: Matematik A og Fysik A |
| Litteratur og materialer: |
| Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: <i>Hvad er matematik?</i> 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 1 |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Keplers konstruktion af Marsbanen - Ellipse eller excentrisk cirkel

Præsentation:

Tycho Brahe havde gennem omhyggeligt udførte studier af Mars position på nattehimmelen opbygget en unik liste af observationer, som Kepler kunne tage udgangspunkt i, da han tog fat på at beregne Marsbanen. Tycho Brahe noterede fra sit observatorium Uraniborg på Hven over mange år, hvor Mars stod på nattehimmelen langs Ekliptika, Solens bane, og samtidigt noterede han også, hvor Solen stod langs Ekliptika. Særligt interessante er de observationer, der adskiller sig med netop 687 dage, som er Mars omløbstid omkring Solen, for da vidste Kepler, at Mars var tilbage på præcis det samme sted i sin bane omkring Solen. Kepler vidste, at planetbanerne ikke var cirkulære, men ikke hvad de så var. Det var en af hans opdagelser, at de følger elliptiske baner.

Skitse til SRP-formulering:

- Du skal redegøre for udvalgte dele af teorien for ellipser og sammenligne denne med teorien for excentriske cirkler. Du skal specielt løse opgaverne 48 og 49 i *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik.
- Du skal omregne det udsnit af Tycho Brahes Marsdata, der er gengivet i opgave 47 i *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11, til heliocentriske koordinater. og ved brug af regression foretage en sammenligning af den elliptiske og den excentriske model for Marsbanen.

Fag: Matematik A sammen med Fysik A, Fysik B eller Historie

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 9, kan hentes her: [Microsoft Word - HEM 3 kap 11 fagligt samarbejde mat-fys \(lr-web.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Ellipsens brændstråler og Keplers anden lov

Præsentation:

I projektet udleder vi en formel for brændstrålernes længde og med afsæt heri undersøger vi Keplers anden lov. Undervejs i projektet støder vi på Keplers ligning, der er et af de tidligste eksempler på en såkaldt transcendent ligning, der ikke kan læses med traditionelle midler. Meget moderne matematik er udviklet med henblik på at kunne håndtere løsningen af bl.a. Keplers ligning på anden vis. En af idéerne går ud på at løse ligningen iterativt.

Skitse til srpformulering:

Fag: Matematik A og Fysik A eller B, eller Astronomi

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, Projekt 7.6 Ellipsens brændstråler og Keplers anden lov

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Tycho Brahe og Det naturvidenskabelige gennembrud i Danmark

Præsentation:

Tycho Brahe var Europas mest berømte videnskabsmand i slutningen af 1500-tallet og er en repræsentant for naturvidenskaben i overgangen mellem renæssance og oplysningstid. De europæiske fyrstehuse gør sig store anstrengelser for at fremstå avanceret, ikke mindst mht videnskab og teknologi, og derfor er Tycho Brahe et stærkt kort, der kan "brænde" Danmark. Så han står under den gamle kong Frederik d. 2.'s beskyttelse, han får enorme midler til rådighed for sin forskning og får bla, øen Hven som len. Det er her han etablerer sine observatorier, der hyppigt får besøg af både videnskabsmænd, og af landets fornemme gæster, som det skete i forbindelse med forberedelsen til et kongeligt bryllup, hvor en datter (den senere Christian d. IV's søster) skal giftes med den skotske konge. Dette besøg får afgørende betydning for udvikling af de nye regnetekniske hjælpemidler, logaritmerne. Tycho Brahes medarbejdere foretog på dette tidspunkt alle beregninger ved hjælp af en særlig teknik, der kaldtes prostaphaeresis metoden, og som grundlæggende handlede om at skalere tal ned, så man kunne opfatte dem som sinus- og cosinus værdier, og herefter anvende kendte formler til at udføre gange og divisionsstykker af tal med fx 10 decimaler. Man kan studere disse regnemetoder, som en dansk matematiker var verdensmester til og måske perspektivere ved at sammenligne med logaritmerne. Og man kan dykke ned i de konflikter Tycho Brahe - efter kongens død - fik med de gamle adelsslægter, da han ikke alene tog borger og bondesønner til sig som medarbejdere, men også giftede sig med en borgerlig. Konflikterne endte med at drive Tycho Brahe ud af Danmark. Man kan orientere sig om emnet i *Hvad er matematik?* 1, indledningen og projekter til kapitel 5

Skitse til SRP-formulering:

- Giv en kort redegørelse for udvikling i Danmark i overgangen mellem renæssance og oplysningstid, med vægt på perioden omkring 1600. Fremdrag nogle væsentlige eksempler på, hvorledes udviklingen i Danmark var påvirket af begivenheder på den europæiske scene inden for politik, religion og videnskab.
- Vurder med inddragelse af relevant kildemateriale videnskabens forhold, betydning og resultater i denne periode, med vægt på astronomiske og matematiske videnskaber og udviklingen i verdensbillede.
- Du skal specielt give en indføring i den af Tycho Brahes regnemester Longomontanus udviklede metode Prostaphaeresis, dels med eksempler (efter eget valg) på metodens anvendelse, og dels med en redegørelse for de logaritmiske formler, der ligger til grund for metoden.
- Diskuter i hvilken forstand man kan tale om perioden som "det naturvidenskabelige gennembruds periode". Inddrag de tre vedlagte tekster af Tycho Brahe i denne periode

Fag: Matematik A eller Matematik B sammen med Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 1, kapitel 5, især afsnit 1: *Det naturvidenskabelige gennembrud – matematikken kommer i spil.*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 1, projekt 10.9, Fagligt samarbejde om verdensbillede, indeholder et stort antal kildematerialer fra oldtid, renæssance og oplysningstid.
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 2, kapitel 4, især afsnit 1: *Den franske revolutions logaritmeværk*

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 2, projekt 4.1, *Prosthaphaeresis: Logaritmiske beregninger med sin og cos før logaritmerne blev opfundet*
- Bak, Malene Marie: *Matematik i Danmark 1500-1700*. 1. udg. Steno Museets Venner, 2012.
- Brahe, Tyge og Otto Gelsted: *Danskeren Tyge Brahe's Matematiske Betragtning Over Den Ny og Aldrig Nogensinde Før Sete Stjerne, Nylig for Første Gang observeret i November Anno 1572 e. Kr.* 1. udg. Atlantis' Forlag, 1923. *Kan hentes via [Hvad er matematik?](#) 1, kapitel 5.*
- Butterfield, Herbert og Iver Gudme: *Den Naturvidenskabelige Revolution*. Rosenkilde og Bagger, 1964.
- Kragh, Helge: *Fra Middelalderlærdom til Den Nye Videnskab - 1000-1730*. Bind 1, *Dansk NaturvidenskabsHistorie*. 1. udg. Aarhus Universitetsforlag, 2005.
- Mullins, Lisa: *Science in the Renaissance*. Crabtree Publishing Company, 2009. Internetadresse: https://books.google.dk/books/about/Science_in_the_Renaissance.html?id=qE7jqYpUChoC&redir_esc=y
- Wittendorff, Alex: *Tyge Brahe*. G.E.C. Gads Forlag, 1994.
- Ramskov, Jens: *Myterne om Kopernikus lever endnu*. I: *Ingeniøren*, 4.4.2008, Internetadresse: <https://ing.dk/artikel/myterne-om-kopernikus-lever-endnu-86905>
- Michael Quaade: *Hvordan forsøgte man at måle parallakse på Tycho Brahes tid?* http://www.nbi.ku.dk/spoerg_om_fysik/astrofysik/thychos_verdensbillede/
- Tycho Brahes indledning til "De Nova Stella" 1573. <http://danmarkshistorien.dk/leksikon-og-kilder/vis/materiale/tycho-brahes-indledning-til-de-nova-stella-1573/>
- Uddrag af Tycho Brahe, *Kometen 1577*, findes via Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 1, projekt 10.9 uddannelse. Grøn, Bjørn m-fl. København 2013
- Uddrag af breve fra Tycho Brahe til Christoffer Rothmann: *Fra kapitlet "Kopernicus og Tycho Brahe"*. Moesgaard, Peder Kr. I "Tycho Brahes verden. Nationalmuseet. 2006.
- *Understanding Astronomy: Astronomy Before Copernicus*. Udgivet af Daniel V. Schroeder. <http://physics.weber.edu/schroeder/ua/BeforeCopernicus.html>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik, it-teknologi og data

Kryptering og overvågning

Præsentation:

For et årti siden blev påstande om, at alt hvad vi foretog os af digital kommunikation blev overvåget gennem en hemmelig organisation Echelon, afvist som hysteri eller som umulig science fiction. Efter Snowdens afsløringer og mange andre efter ham er der i dag ingen der tvivler om, at sådan forholder det sig. Holdningen er snarere skiftet till "so what". Men hvad betyder det for vores ideelle forestillinger om et samfund, der bygger på suveræne og myndige individer? Parallelt med at teknologien giver muligheder for den totale overvågning af vores liv er der udviklet krypteringsmetoder, der gør det praktisk umuligt at bryde koden og læse samtaler mellem potentielle terrorister. Eller bryde ind i de cirkler der findes på "det dybe net". RSA-systemet er den mest anvendte krypteringsalgoritme, men der er mange krypteringsteknikker, men kan dykke ned i

Skitse til SRP-formulering:

- Der ønskes en redegørelse for informationssamfundets udvikling og de teknologiske og sikkerhedsmæssige udfordringer der medfølger.
- Forklar den grundlæggende ide i *public key* krypteringen, herunder hvad vi forstår ved envejsfunktioner, ved offentlige og private nøgler, hvordan man sender en besked, kun modtageren kan læse, og hvordan man laver digital signatur, dvs sender en besked, der entydigt fortæller modtageren hvem afsenderen er.
- Gennemgå udvalgte dele af matematikken bag RSA krypteringen og vis, hvordan du kan bryde vedlagte tekst (bilag 1), der er kodet med tal af beskeden størrelse, og hvor du kun kender den offentlige nøgle. Hvorfor er det umuligt at bryde tekster kodet med de rigtige store RSA nøgletal.
- Diskutér på baggrund af styrken i moderne kryptering og selvvalgte kilder hvilke problematikker en regering i et demokratisk land står over afvejning af forholdet mellem beskyttelse af privatlivets fred og beskyttelse af samfundet mod bestemte trusselsscenerier. Inddrag bilag 2 i din diskussion.

Bilag 1:

Eksempel på kodet besked, der er opsnappet om som skal brydes med kendskab til den offentlige nøgle (overskuelige tal)

Bilag 2:

Grünbaum, Ole. "Ballade om sikkerhed." Politiken, Marts 25, 1992

Bilag 3:

(Uddrag af Snowdens bog)

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 0, afsnit 3, *Kryptering*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 0.4 *Modulo-regning, restklassegrupperne og Fermats lille sætning*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 0.5 *Euklids algoritme og primiske tal*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 0.6 *RSA kryptering*

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Peter Landrock: Kryptologi med brug af primtal, film i serien *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, http://www.lr-web.dk/Lru/microsites/10danskematematikere/peter_landrock.html
- Peter Landrock, Kryptologi - fra viden til videnskab, forlaget Abacus, 1997
- Andersen, Henning E. Kryptologi og krypteringssystemer. Institut for Matematiske Fag, Aalborg Universitet, 2004.
- Hansen, Johan P, Algebra og Talteori, Gyldendal, 2002
- Crawford, Susan. "The Origin and Development of a Concept: The information society." *Bulletin of the Medical Library Association*, 1983: 380-385.
- Elliot, Justin, and Theodor Meyer. "Claim on "Attacks Thwarted" by NSA Spreads Despite Lack of Evidence." *Propublica*. Oktober 23, 2013. <http://www.propublica.org/article/claim-on-attacks-thwarted-by-nsa-spreads-despite-lack-of-evidence>
- FoxNews.com. "NSA chief defends surveillance, says helped prevent terror plots more than 50 times since 9/11." *Fox News*. Juni 18, 2013. <http://www.foxnews.com/politics/2013/06/18/nsa-chief-defends-surveillance-says-helped-prevent-terror-more-than-50-times/>
- Gibbs, Mark. When privacy dies and encryption is illegal. *Network World*. August 6, 2014. <http://www.networkworld.com/article/2225123/security/when-privacy-dies-and-encryption-is-illegal.html>
- Grünbaum, Ole. "Ballade om sikkerhed." *Politiken*, Marts 25, 1992. Kan hentes via - Hvad er matematik ? 3, kapitel 0, afsnit 3, *Kryptering*
- Intel. The story of Intel 4004. <http://www.intel.com/content/www/us/en/history/museum-story-of-intel-4004.html>
- RSA-laboratories, <https://www.rsa.com/en-us>
- Singh, Simon. *The Code Book: The Evolution of Secrecy from Mary, Queen of Scots, to Quantum Cryptography*,. NY, USA: Doubleday, 1999
- Snowden, Edward, I offentlighedens tjeneste, Informations forlag 2019
- UDHR drafting committee. "The Universal Declaration of Human Rights." United Nations. December 10, 1948. <https://www.un.org/en/universal-declaration-human-rights/index.html>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Googles søgemaskine

Præsentation:

I internettets barndom var der mange forskellige konkurrerende søgemaskiner. Hvorfor er det så sådan idag, at Google har total dominans – fx udtrykt i, at det at søge kaldes at "google". Deres sejrsmarch skyldes deres særlige algoritmer, der afgør hvilke websites, der rankes øverst i en søgning. Indehavere af websites ønsker naturligt nok, at deres site kommer højt op, når der sker en søgning. Hvad afgør, hvor populært et bestemt website er? Grundlæggende er det et spørgsmål om, hvor mange seriøse websites, der linker til det bestemte site. Hvis en robot surfer vilkårligt rundt på nettet, vil vi gerne kunne svare på spørgsmålet: Hvad er sandsynligheden for at lande på en bestemt hjemmeside? De med størst sandsynlighed bør rankes højest. Dette er det fundamentale spørgsmål, som matematikerne der opbyggede Googles søgemaskine løste. Dette kan beskrives ved hjælp af matricer. Googles matricer har måske 1 milliard række og søjler. Men ideen kan anskues med små matricer, og et internet med få sider. Et projekt kan indeholde eksperimenter med dette, evt opbygningen af et sådant net, og for at kunne håndtere selv et beskedent internet skal man først lære matrixregning, kunne håndtere markovkæder og lære om egenverdier og egenvektorer. Det ligger der rigtig god matematik i.

Skitse til srpformulering:

- Redegør kort for nettets udvikling og situationen for markedet for søgemaskiner, som grundlag for din problemformulering
- I filmen gennemfører Søren Eilers en lille case med spillet 'Kaste Gris'. Hvad er meningen med det?
- Gennemfør et selvvalgt eksperiment på Setosa website
- Giv en introduktion til matrixregning med henblik på at kunne analysere markovkæder. Forklar undervejs hvad dette har med søgning på nettet at gøre. Tag evt udgangspunkt i det eksempel Søren Eilers illustrerer fortællingen med, og opstil og løs selv en praktisk opgave, indenfor emnet markovkæder
- Vælg dele af Brin og Pages oprindelige artikel ud og giv en detaljeret gennemgang heraf. Gennemfør en diskussion af, om Google lever op til deres oprindelige målsætning

Fag: Matematik A og Infoirmatik

Litteratur og materialer:

Søren Eilers: *Googles algoritmer*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/10-danske-matematikere)

Hvad er matematik? 2, Projekt 7.9 Matricer – Forberedelsesmaterialet 2011

Website, hvor man kan eksperimentere med markovkæder, i en form der ligner et lille internet: [Markov Chains \(setosa.io\)](https://setosa.io)

Sergey Brin and Lawrence Page, *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine*, 1998. SArtikel af grundlæggerne, hvor deres ideer præsenteres. Findes i mange versioner på nettet – søg blot titlen.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Fejlkorrigerende koder

Præsentation:

Ved digital kommunikation sendes beskeder som en række af bits, hvor hver bit kan være 0 eller 1. En kort besked kunne fx bestå af de følgende fire bits 1001. En længere besked, samtale eller filmstrimmel består af millioner af bits. Sendes information fra en satellit til en parabolantenne eller fra en mobilantenne til en mobiltelefon, så vil en del af informationen ofte blive forvansket, så beskeden, der modtages ikke er identisk med den oprindelige. Henter den amerikanske rumfartsorganisation NASA billeder hjem til Jorden fra fjerne egne af solsystemet, så vil det svage signal uvægerligt blive forvansket undervejs. Så der er behov for koder, der kan rette fejl. I 1950 fik den amerikanske matematiker Richard W. Hamming (1915-98) idéen til en sådan metode, hvor man ikke blot kan kontrollere, om en besked er blevet ændret under transmissionen, men også kan rette en enkelt fejl. Hamming arbejdede på Bells Laboratorier, og det var et ønske om at kunne rette fejl i hulkort, der gav ham ideen til at udvikle fejlrettende koder

Skitse til srpformulering:

- Præsenter - fx med nogle cases - de problemstillinger, man arbejder med i kodningsteori
- Hvad er Hammingkoder? Redegør for, hvordan sådanne koder kan detektere og rette fejl.
- Forklar den grundlæggende ide i polynomielle koder / Reed Solomon koder. Hvordan indkoder man? Hvordan kan vi være sikre på, at det indkodede ord ikke "forsvinder", men principielt kan genskabes.
- I filmen fortæller Olav Geil, hvordan man indkoder, men ikke hvordan man dekode. Du skal sætte dig ind i de slides, der er vedlagt og redegøre for dekodningen.
- Du skal givet et bud på, hvordan dekodningen kan skrives som en algoritme.

Fag: Matematik A og Informatik

Litteratur og materialer:

Olav Geil: *Fejlkorrigerende koder*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/lr-web.dk)

Olav Geil: *Hvad er matematik?* 3, projekt 0.12: *Hamming-koder og indledende Reed Solomon-koder*

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 0, især afsnit 2.2 om Hammingkoder

Peter Landrock og Knud Nissen, *Fejlkorrigerende koder*, Abacus, 1989. (Bemærk, at det vi idag betegner Reed-Solomon koder dengang var en del af det man kalder Cykliske koder).

Uffe Jankvist: *Den tidlige kodningsteoris historie*, RUC - IMFUFA tekster, nr 459, 2008, kan hentes her: [Den tidlige kodningsteoris historie - et undervisningsforløb til gymnasiet \(ruc.dk\)](https://ruc.dk/undervisningsforlob-til-gymnasiet)

Olav Geil: *Hamming og Reed Solomon*, Slides til et foredrag, Indgår i *Hvad er matematik?* 3, projekt 0.12

Der findes et væld af fremragende engelsksprogede bøger om kodningsteori. Hvis man skal vælge kun én, så kunne dette være et bud: Dominic Welsh, *Code and Cryptography*, Ocford Science Publications

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Grafteori – algoritmernes verden

Præsentation:

Grafteoretiske metoder anvendes til at løse mange vidt forskellige problemer såsom at finde den korteste vej (ved hjælp af Google Maps), løse skemalægningsproblemer, optimere datingbureauers arbejde med matching af par eller en analyse af mulighederne for at ensrette et vejsystem. Strukturen i grafer kan effektivt studeres ved at reducere dem til såkaldt mindste udspændende træer, og netop dette kan illustrere styrken i nogle af de grafteoretiske algoritmer: Når der er overvældende mange mulige løsninger til et problem, og man ikke inden for universets levetid kan afprøve alle, samler interessen sig om metoder/algoritmer til konstruktion af en løsning.

Skitse til srpformulering:

- Giv en introduktion til grafteori, hvor du præsenterer Königsbergproblemet, MST (Minimum Spanning Tree) og Matching problemet
- Introducer de nødvendige værktøjer og notationer i en detaljeret gennemgang af MST-problemer. I filmen omtalt nedenfor påstår Jørgen Bang-Jensen, at antallet af træer med n knuder er n^{n-2} . Vis dette.
- Gennemgå den grådige algoritme, og bevis, at den virker.
- Præsenter matching-problemet med selvvalgte eksempler.
- Perspektiver din indføring i grafteori ved at omtale nogle af de meget komplekse problemer, der findes i grafteoriens verden, og forklar i algoritmiske termer, hvad der menes med begrebet *NP-problemer*

Fag: Matematik A, Informatik

Litteratur og materialer:

Jørgen Bang-Jensen: *Grafteori – Algoritmernes verden*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](#)

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 0.1, *Grafteori*

Carsten Thomassen: *Broer, skak og netværk*, *Naturens Verden* 10, 1992, s. 388-393. Kan findes via *Hvad er matematik?* 3, projekt 0.1, der kan hentes her: [kap0 projekt 0 1 Introduktion til grafteori.pdf \(lr-web.dk\)](#)

Philip Bille, Mindste udspændende træ, Kursusnoter DTU, kan hentes her: [mst.key \(dtu.dk\)](#)

Marten van Dijk, videoforelæsning, MIT-kursus: *Lecture 8: Graph Theory II: Minimum Spanning Trees*. Kan hentes her: [Lecture 8: Graph Theory II: Minimum Spanning Trees | Video Lectures | Mathematics for Computer Science | Electrical Engineering and Computer Science | MIT OpenCourseWare](#)

Tom Leighton, videoforelæsning, MIT-kursus: *Lecture 7: Matching Problems*. Kan hentes her: [Lecture 7: Matching Problems | Video Lectures | Mathematics for Computer Science | Electrical Engineering and Computer Science | MIT OpenCourseWare](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik-kemi

Reaktionskinetik og differentialligninger

Præsentation:

Reaktionskinetik beskæftiger sig med kemiske reaktioners hastigheder. Selvom to reaktioner er termodynamiske favorable, dvs. systemets Gibbs-energi aftager, forløber ikke alle reaktioner lige hurtigt. Eksempelvis forløber reaktionen $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ meget hurtigt i vand, medens reaktionen $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ praktisk talt ikke forløber. Begge reaktioner er termodynamisk favorable, men den hastighed hvormed de to reaktioner forløber er vidt forskellig.

Der er mange forskellige faktorer, der bestemmer en kemisk reaktions hastighed; reaktions- blandingens temperatur og reaktanternes koncentrationer spiller en stor rolle, men tilstedeværelsen af en katalysator eller et enzym kan også være altafgørende for reaktionens hastighed. I praksis er viden om reaktionskinetik, og de faktorer der afgør kemiske reaktioners hastighed af største vigtighed, idet det giver os mulighed for at forudsige fornuftige reaktionsbetingelser, om det er i laboratoriet eller i store industrielle anlæg.

Skitse til srpformulering:

Fag:

Litteratur og materialer:

<https://www.math.ku.dk/formidling/gymnasiet/studieretningsprojekter/files/matkem-reaktionskinetik.pdf>

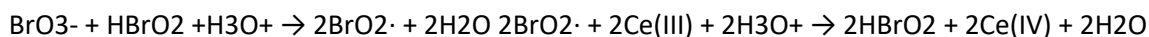
Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Oscillerende reaktioner og matematiske modeller

Præsentation:

De fleste kemiske reaktioner forløber uproblematisk indtil der opnås kemisk ligevægt, eksempelvis $A + B = C$. Kemisk ligevægt er en dynamisk situation, hvor to modgående reaktioner, i dette tilfælde $A + B \rightarrow C$ og $C \rightarrow A + B$, forløber lige hurtigt. Koncentrationerne af de indgående species er således konstante ved kemisk ligevægt. Der forekommer imidlertid reaktioner i naturen som ikke følger denne adfærd; koncentrationerne af de indgående species i disse reaktioner, herunder reaktanter, mellemprodukter og produkter, varierer med tiden eller i rummet. Man taler om oscillerende kemiske reaktioner. Oscillerende kemiske reaktioner spiller en stor rolle i naturen; ildfluer der blinker og hjertet der slår, er to eksempler på fænomener som er styret af oscillerende kemiske systemer. Glycolysen er et tredje eksempel på en vigtig biologisk proces, den første del af glucosenedbrydningen, som er styret af oscillerende kemiske reaktioner. Belousov-Zhabotinskiis (herefter BZ) reaktion, der er en redox-reaktion mellem bromat og malonsyre katalyseret af cerium i en svovlsyreopløsning, er måske den mest studerede oscillerende reaktion nogensinde. Den anskueliggøres ofte ved følgende totrinsreaktion, der afspejler HBrO_2 's rolle som autokatalysator



Oregonatoren er en simplificeret model, hvori man ser bort fra tilbagegående og hurtige elementarreaktioner, der ofte benyttes til at beskrive BZ reaktionen. Der indgår 5 elementarreaktioner i Oregonatoren, der dog kan simplificeres for en analytisk matematisk behandling. Eksperimentelt kan BZ reaktionen udvikling følges ved at måle forholdet mellem $[\text{Ce}^{3+}]$ og $[\text{Ce}^{4+}]$ med en platinelektrode, der er tilsluttet en skriver eller en dataopsamlingsstation

Skitse til srpformulering:

Fag:

Litteratur og materialer:

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Kvantitativ kemisk analyse og statistiske modeller

Præsentation:

Ved en kvantitativ kemisk analyse forstår man en tilbunds gående undersøgelse af et kemisk grundstof eller en kemisk forbindelse i en stofprøve, der viser hvor stort indholdet af denne er i den pågældende prøve. I dette oplæg skal man specifikt undersøge indholdet af nitrat i for eksempel vandprøver eller grøntstager, og dernæst behandle de opnåede måleresultater med forskellige statistiske tests. Man kan for eksempel undersøge om nitratindholdet i en vandprøve ligger under grænseværdien på 50 mg nitrat pr. liter vand ved brug af ensidet t-test. Eventuelle outliers kan desuden undersøges med Dixons Q-test. Man kan også sammenligne to gennemsnit for to forskellige metoder ved brug af t-test og F-test. Endelig er det også muligt at vurdere en målemetodes nøjagtighed ved brug af statistiske tests; man kan for eksempel undersøge den mest pålidelige målemetode af to eller flere udvalgte (i tilfældet nitratkoncentration kan man sammenligne nitratstrips, ionselektiv nitratelektrode, spektrofotometri og eventuelt Kjeldahls metode). Erfaringsmæssigt ved man at måleusikkerhed med rimelig god tilnærmelse kan beskrives ved normalfordelingen, der er kendetegnet ved middelværdi og standardafvigelse. Ved tests af måleusikkerhed er det nødvendigt at udføre de samme målinger af den samme størrelse mange gange.

Skitse til srpformulering:

Fag:

Litteratur og materialer:

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik-Biologi

Epidemimodeller – Influenza / CoVid 19

Præsentation:

Influenzaepidemier er et tilbagevendende fænomen i Danmark, i vor tid med knap så ekstreme resultater som i tidligere perioder. Men andre lande rammes stadig hårdt af epidemier som SARS og nu Zika, og vi kender historiske beretninger om pest- og koleraepidemier. Er der et fælles mønster i, hvordan sådanne epidemier udvikler sig – og hvordan kan man matematisk modellere dette? Der er en række varianter af SRP om dette emne – hver epidemi har sine særtræk, og man kan både vælge en biologisk og en historisk vinkel. Den matematiske modellering bygger på koblede differentialligninger, og fører frem til den såkaldte SIR model. Du kan orientere dig i emnet på denne adresse:

http://www.math.ku.dk/formidling/gymnasiet/studieretningsprojekter/dokumenter/Epidemier_nyt.pdf

Det er svært at finde rå data, til en autentisk modellering. Men i lærebogssystemet *Hvad er matematik* har vi en række steder fundet rå data, som vi stiller til rådighed. Bla. i - **Hvad er matematik? 3**, projekt 7.21 *Epidemimodeller*, hvor der ligger data fra influenzaepidemier i USA.

Skitse til SRP-formulering:

- Gør rede for sygdommen influenza og hvordan immunforsvaret bekæmper infektionssygdomme.
- Gør rede for SIR modellen for udbredelsen af en epidemi, anvend SD-diagrammer til at opstille de tilhørende koblede differentialligninger og diskuter betydningen af de parametre, som indgår i modellen.
- Gør rede for forsøget om immunologisk bioinformatik på DTU. Forklar forsøgsresultaterne og vurder forsøgets fejlkilder.

Tag gerne kontakt til Viggo Andreasen eller Lone Simonsen på RUC med konkrete spørgsmål

Inddrag bilag A i besvarelsen.

Bilag A: <http://www.news-medical.net/health/Influenza-Epidemiology.aspx>

Fag: Matematik A, Biologi A / Bioteknologi A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 7, *Numerisk løsning af differentialligninger*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, Projekt 7.22. *Modellering af influenza-lignende epidemier med SIR-modellen*
- Bilag A: News Medical "Influenza Epidemiology – seasonal variations" <http://www.news-medical.net/health/Influenza-Epidemiology.aspx>
- Allman, Elizabeth S. og John A. Rhodes. *Mathematical models in biology an introduction*. New York: Cambridge University Press, 2004.
- Andreasen, Margit m. fl. *Mikrobiologi*. Nucleus, 2009.
- Andreasen, Viggo. *Introduktion til matematisk infektionsepidemiologi*. RUC, IMFUFA, 2004.
- Fergusson et al, *Strategies for mitigating an influenza pandemic*, Nature, juli 2006 (Om hvordan restriktioner påvirker R_0).
- Bidstrup, Bodil Blem m.fl. *Fysiologi bogen – den levende krop*. Nucleus, 2009

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Ericson, Elsy og Thomas. Klinisk Mikrobiologi. Gads Forlag, 2010.
 - Jakobsen, Ib Christian m. fl. Immunologi – globale udfordringer og infektionssygdomme. Nucleus, 2012.
 - Jensen, Klaus. Medicinsk mikrobiologi og infektionspatologi. Nyt nordisk forlag Arnold Busck, 2000
- Data vedr CoVid ændrer sig i sagens natur dagligt. Aktuelle kan hentes fra Johns Hopkins, Oxford, Statens Serum Institut, WHO og andre steder.

Pesten i slutningen af 1600-tallet / starten af 1700-tallet

Præsentation:

Den sorte død, der ramte Europa i 1348-50, var den måske voldsomste pandemi menneskeheden har oplevet. Mellem en tredjedel og halvdelen af Europas befolkning omkom, mange områder lå helt øde hen efter pestens hærgen, og det eneste middel, man havde mod dens udbredelse, nemlig karantænen – der blev ”opfundet” i den periode – var det uhyre svært at få folk til at overholde. Pesten var også forfærdelig hårdnakket, den vendte tilbage igen og igen i årtierne og århundrederne efter, blandt andet meget voldsomt i London i 1660’erne. Sidste gang den viste sig var i Danmark i 1711 og Marseille i 1720. Derefter har man ikke ”hørt fra den”. Man ved ikke med sikkerhed hvad det var for en virus eller hvordan den smittede.

Skitse til srpformulering:

- Giv en kort redegørelse for pesten, der ramte (London i 1665 / Danmark 1711) og for hvordan datidens samfund forstod og reagerede på epidemien. Giv i den forbindelse en vurdering af kildematerialet og hvor sikker en viden vi har om epidemierne.
- Opstil en matematisk model for udbredelsen af en epidemi som pesten og diskuter i den sammenhæng hvilken betydning de parametre, der indgår i modellen, har. Anvend modellen til at analysere et selvvalgt datamateriale til belystning af pesten udvikling i et lokalområde, og giv ud fra din modellering et bud på talværdierne for parametrene samt en fortolkning af disse.
- Diskuter hvilke muligheder myndighederne rådede over og hvor stor effekt deres foranstaltninger havde i forhold til at begrænse epidemien. Perspektiver til reaktionerne på og håndteringen af en i starten ukendt sygdomspestidemi som AIDS eller CoVid 19.

Fag: Matematik A, Historie A

Litteratur og materialer:

Allman, Elizabeth S. and John A. Rhodes. *Mathematical Models in Biology, an introduction*. Cambridge University Press, 2004

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, Projekt 7.22. *Modellering af influenzalignende epidemier med SIR-modellen*.

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 7, *Numerisk løsning af differentiaalligninger*

Andreasen, Viggo. *Introduktion til matematisk infektionsepidemiologi*. RUC, IMFUFA, 2004

Frandsen, Karl-Erik. *Kampen mod pesten*. Århus: Bogforlag Frydenlund, 2004.

Pesten på Amager 1711. Siden Saxo nr. 2 2003: 22-28. PDF.

Knudsen, Lise Gerd. *Pesten græsser!* Danmark: Lanbohistorisk selskab, 2005.

Leegaard, Lone. *Pesten*. København: Jyllands-Postens-Forlagshus AS, 2007.

Mikkelsen, Hanne Guldborg og Ingelise Kahl. *Pest over Danmark*. København : Gyldendal, 2006.

Pest over Europa. Danmark: Bonnier Publications International AS, 2012.

Scocozza, Benito. *Danmarkshistorien #8, Ved afgrundens rand*. København: Gyldendal og Politiken, 2003.

Tallerud, Bernard. *Den sorte død: fakta om pesten i 1300-tallet*. Danmark: OP, 1995.

Jeanette Varberg og Poul Duedahl , *Den fjerde rytter*, Gads forlag, 2020

Daniel Defoe, *Pestens år*, Hoff og Poulsen. (Defoe, forfatteren til Robinson Crusoe, blev født 1660, og har skrevet bogen som en dramadokumentarisk selvbiografi, selv om han ikke har oplevet alt selv)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Koleraepidemien i København 1853

Præsentation:

Skitse til srpformulering:

- Giv en kort fremstilling af, hvad kolera er for en sygdom og hvordan koleraepidemien udviklede sig i Danmark efter 1853
- Hvilke faktorer gør, at enkelte befolkningsgrupper var mere udsatte end andre? Hvordan var leveforholdene i de respektive kvarterer, og hvorvidt var der en relation mellem kvarter og sandsynligheden for at blive smittet?
- Hvilke(n) matematisk(e) model(ler) kan bruges til at beskrive udviklingen i koleraepidemien? i 1853 og perioden derefter
- Hvilke tiltag tog man for, at begrænse koleraepidemien? Hvilke holdninger havde man i 1853 til om staten havde et ansvar for de mest udsatte for koleraepidemien?

Fag: Matematik A og Biologi, Dansk eller Historie

Litteratur og materialer:

- Jeanette Varberg og Poul Duedahl, *Den fjerde rytter*, Gads forlag, 2020
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 7, *Numerisk løsning af differentiaalligninger*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 7.22. *Modellering af influenza-lignende epidemier med SIR-modellen*
- Allman, Elizabeth S. og John A. Rhodes. *Mathematical models in biology an introduction*. New York: Cambridge University Press, 2004.
- Andreasen, Viggo. *Introduktion til matematisk infektionsepidemiologi*. RUC, IMFUFA, 2004.
- Charles E Rosenberg: *The Cholera Years - United States in the Years 1832, 1849 and 1866*, The University og Chicago Press, 1987. Selv om det er en redegørelse for udviklingen i USA, er det den autoritative bog om kolera i "koleraens århundrede".
- Hübertz-beretning om kolera-epidemien 1853, kan hentes her: [Beretning om cholera-epidemien i Köbenhavn, 12 Juni - 1 October 1853 - Jens Rasmussen Hübertz - Google Bøger](#)
- Larsen, Thomas Møller. "Koleraepidemien I København 1853." *Faktalink*. N.p., May 2015. Web. 13 Jan. 2017. Kan hentes her: [Koleraepidemien i København 1853 | faktalink](#)
- Bekendtgørelse fra Sundhedskollegiet (bilag 1): - Gerda Bonderup - Kolera i 1800-tallet med særlig henblik på Danmark. Kan hentes her: [Visning af: Kolera i 1800-tallet - med særlig henblik på Danmark \(tidskrift.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

AIDS

Præsentation:

De første danske tilfælde af diagnosticeret HIV/AIDS forekommer i sommeren 1981, da to homoseksuelle patienter bliver indlagt på Hvidovre hospital, med feber og knuder i huden. Dette tyder på et defekt immunsystem og ugen efter får man besked fra de amerikanske sundhedsmyndigheder om at de i New York og San Francisco har konstateret svære immundefekter hos flere unge homoseksuelle. AIDS-epidemien, som den hurtigt blev betegnet var en helt ukendt type af sygdom, og efter de første forestillinger om, at sygdommen var begrænset til bøsse miljøer, kom den hurtigt til at påvirke en hel generation af unge og fik stor indflydelse på deres liv. Efter flere årtier fik man endelig sygdommen under kontrol, og dermed faldt frygten. Og holder den tids forestilling om, at denne sygdom vil sætte et varigt aftryk på vores liv og måde at være sammen på?

Skitse til srpformulering:

- Giv en kort redegørelse for udbruddet og udbredelsen af HIV / AIDS, herunder vanskeligheden i at forstå sygdommen både videnskabeligt, i sundhedssystemet og i samfundet som helhed.
- Hvad er HIV/AIDS fro en sygdom?
- Gennemfør en matematisk modellering af udbredelsen af epidemien både med en logistisk model og en SIR-model. Diskuter i den sammenhæng om sygdommen passer ind i den kontekst, som SIR-modellen arbejder med. Anvend modellerne til at analysere et selvvalgt datamateriale og giv ud fra din modellering et bud på talværdierne for parametrene i modellen samt en fortolkning af disse.
- Undersøg gennem en mentalitetshistorisk kildenanalyse, hvordan epidemien påvirkede mentaliteten i forskellige faser af epidemiens udvikling. Inddrag forskelligartede kilder.
- Diskuter de politikker og initiativer der blev sat i kraft for at begrænse smitten, og giv en vurdering af samfundets muligheder for og villighed til at bekæmpe en sådan helt ukendt epidemi.

Fag: Matematik A og Historie eller Dansk eller Biologi

Litteratur og materialer:

Allman, Elizabeth S. and John A. Rhodes. *Mathematical Models in Biology, an introduction*. Cambridge University Press, 2004

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 3B, afsnit 2.1.2: *Modellering af AIDS epidemien i Danmark*

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, Projekt 7.22. *Modellering af influenzalignende epidemier med SIR-modellen*.

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 7, *Numerisk løsning af differentialligninger*

Andreasen, Viggo. *Introduktion til matematisk infektionsepidemiologi*. RUC, IMFUFA, 2004

Sharp, P. M, *Origins of HIV and the AIDS Pandemic*, findes her: [\(PDF\) Origins of HIV and the AIDS pandemic \(researchgate.net\)](#)

Aids-Fondet. (u.d.). *Kys Hiv* <https://aidsfondet.dk/kys-hiv> (19. dec. 2016). Aids Fondet

Richard Juhre, samling af biblioteksmaterialer om AIDS i Danmark, Silkeborg, 2001, tilsendt materiale

Data AIDS tilfælde i Danmark 1981-2006, Statens Serum Institut.

The Global HIV/AIDS Epidemic, Global oversigt over AIDS epidemien, kan findes på [The Global HIV/AIDS Epidemic | KFF](#)

Jeanette Varberg og Poul Duedahl , *Den fjerde rytter*, Gads forlag, 2020

Panik med MC Einar 1989, Nummeret kan findes på YouTube, Teksten kan findes her: ["PANIK" LYRICS by MC EINAR: Det var en weekend... \(flashlyrics.com\)](#)

Press briefing by Larry Speakes. (15. oktober 1982). The White House Office of the Press Secretary. (Reagan gør grin med AIDS og bøsser)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Den spanske syge

Præsentation:

Den spanske syge var en ekstrem smittefarlig form for influenza af typen H1N1, der i løbet af årene 1918- 1920, udviklede sig til en verdensomspændende pandemi med omkring 500 mio. smittede og 50-100 millioner døde (på verdensplan).

Skitse til srpformulering:

- Giv en kort redegørelse for udbruddet og udbredelsen af Den Spanske Syge i 1918-20, herunder de politikker og initiativer der blev sat i kraft for at begrænse smitten.
- Gennemfør en matematisk modellering for udbredelsen epidemien og diskuter i den sammenhæng hvilken betydning de parametre, der indgår i modellen, har. Anvend modellen til at analysere et selvvalgt datamateriale og giv ud fra din modellering et bud på talværdierne for parametrene samt en fortolkning af disse.
- Undersøg hvordan epidemien påvirkede mentaliteten under og umiddelbart efter epidemien. Inddrag forskelligartede kilder.
- Diskuter samtidens vurderinger af smittefare og af epidemiens udvikling, og giv en vurdering af samfundets muligheder for og villighed til at bekæmpe epidemier, ud fra den viden man har, bl.a. med baggrund i de matematiske modeller og historiske erfaringer.

Tag gerne kontakt til Viggo Andreasen eller Lone Simonsen på RUC med konkrete spørgsmål

Fag: Matematik A og Biologi eller Historie

Litteratur og materialer:

- Wikipedia, *Spanish flu*, [Spanish flu - Wikipedia](#) (Meget omfattende, meget oplysende, omfattende kildedækning)
- *U.S. Military and the Influenza Pandemic of 1918–1919*. Public Health Rep. findes her: [untitled \(nih.gov\)](#)
- Viggo Andreasen, Cecilie Viboud og Loine Simonsen, *Epidemiologic Characterization of the 1918 Influenza Pandemic Summer Wave in Copenhagen: Implications for Pandemic Control Strategies*, *The Journal of Infectious Diseases*, 2008 (15. januar)
- Allman, Elizabeth S. and John A. Rhodes. *Mathematical Models in Biology, an introduction*. Cambridge University Press, 2004
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, Projekt 7.22. *Modellering af influenzalignende epidemier med SIR-modellen*.
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 7, *Numerisk løsning af differentiallyigninger*
- Andreasen, Viggo. *Introduktion til matematisk infektionsepidemiologi*. RUC, IMFUFA, 2004
- Lone Simonsen: ugentlige indberetninger af antal influenza-døde fra 1915 til 1920, tilsendt materiale
- Rahbek, I. C. (1920). *Influenzaepidemi paa Julemærkesanatoriet November-December 1918*. Ugeskrift for læger. Kan findes via *Hvad er matematik? 3*, projekt 7.20, *Spanske Syge*
- Otto, L. (marts 2003: 3-25). *Sygdommen kom som en Eksplosion*. Fortid og Nutid.
- Jeanette Varberg og Poul Duedahl, *Den fjerde rytter*, Gads forlag, 2020
- Ørskov Lindhardt, B. (12. maj 2015). *Influenza A (H1N1)v* (<https://www.sundhed.dk/borger/patienthaandbogen/infektioner/sygdomme/virusinfektioner/influenza-a-h1n1-v/>) (19. dec. 2016). Sundhed.dk.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Epidemier – den fjerde rytter. Hvordan reagerer vi individuelt og hvordan reagerer samfundet på ukendte sygdomme

Præsentation:

Skitse til srpformulering:

Fag:

Litteratur og materialer:

Jeanette Varberg og Poul Duedahl , *Den fjerde rytter*, Gads forlag, 2020

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, Projekt 7.22. *Modellering af influenzalignende epidemier med SIR-modellen*.

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 7, *Numerisk løsning af differentiaalligninger*
Andreasen, Viggo. *Introduktion til matematisk infektionsepidemiologi*. RUC, IMFUFA, 2004

Schaffer, A. (1991). *AIDS: THE SOCIAL DIMENSION*. Oxford: Oxford University Press.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Testet positiv – men er man syg

Præsentation:

Mange amerikanske lærebøger om statistik indeholder følgende eksempel på, hvor let det er at slutte forkert i sandsynlighedsregning: Sandsynligheden for at udvikle en bestemt hjertesygdom er 1/1000. Der er udviklet en effektiv test, som fanger alle, der har sygdommen. Men denne test fanger yderligere 5% der faktisk ikke har sygdommen (i statistik kaldes dette: 5% falsk positive). *En person bliver testet positiv. Hvad er sandsynligheden for at vedkommende faktisk er syg?*

Spørgsmålet blev stillet til 60 studenter og videnskabeligt ansatte på Harvard Medical School. Næsten halvdelen svarede: 95%. Det gennemsnitlige svar var: 56%. Kun 11 af de 60 svarede korrekt. Hvad er dit eget bud på et svar?

Skitse til srpformulering:

Fag: Matematik, Bio

Litteratur og materialer:

Susanne Ditlevsen: *Statistiske metoder i hverdagsliv og neurovidenskab*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](http://10-danske-matematikere-lru.dk)

Bjørn Grøn (red.): *Emner i indledende statistik*, specielt kapitel 8: *Testet positiv – men er man syg*, og kapitel 9: *Betingede sandsynligheder og Bayesiansk statistik*. Projektmaterialer til Susanne Ditlevsens film. Kan hentes her: Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 1, kapitel 9

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

The mortality of Doctors – Det endelige svar på sammenhængen mellem rygning og kræft

Præsentation:

Påstanden om, at rygning giver kræft, blev indtil for få årtier siden anfægtet ikke blot af tobaksindustrien, men også af ledende statistikere som Ronald Fisher, der er en af grundlæggerne af den moderne statistik. Den undersøgelse, der endeligt afgjorde sagen, var den engelske "Mortality of Doctors", der fulgte alle engelske praktiserende læger over mere end 20 år. Undersøgelsen påviste en markant overdødelighed blandt rygerne. I kildematerialerne til projektet er der data fra undersøgelsen, og projektet gennemgår historien, inddrager undersøgelsens tal, og læser også nogle af Fishers artikler

Skitse til srpformulering:

Fag: Matematik A eller B, Biologi A eller Biotek A

Litteratur og materialer:

Hvad er matematik ? 2, Projekt 10.2 Det endelige svar på om rygning giver øget risiko for kræft

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Da sammenhængen mellem rygning og kræft snublede over Simpsons paradoks

Præsentation:

Whickham undersøgelsen var et led i en række større undersøgelser af rygningens sundhedsskadelige effekt. Men undersøgelsen kom til at spille en helt anden rolle både i debatten og i diskussionen blandt statistikere. Som det vil fremgå, var der noget helt galt i rapporten og de konklusioner man kunne drage. Undersøgelsen fik den modsatte effekt af det, man havde håbet, idet den gav rygerne nye argumenter. Men den kom samtidig til at sætte projektørlyset på et indtil da ret overset problem, nemlig Simpsons paradoks. Den statistiske undersøgelse bygger på kendskab til Chi-i-anden fordelingen,

Skitse til srpformulering:

Fag: Matematik, Bio

Litteratur og materialer:

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Om Darwins, Mendels og Hardy Weinbergs arvelighedslove

Præsentation:

På bunden af *Det moderne gennembrud* ligger nye tanker om forholdet mellem arv og miljø, som voksede frem i denne periode. Disse tanker kom til at påvirke litteratur, kunst, religion, samfundsdebat og videnskab. Hvert fag, man arbejder sammen med, kan bidrage righoldigt til emnet. I begyndelsen af perioden præsenterer Darwin sin evolutionsteori med princippet om *naturlig selektion*. I 1860'erne gennemfører Mendel systematiske *eksperimenter* med krydsning af beslægtede planter, og når frem til at anskue arv som en kombination af to bagvedliggende egenskaber. Mendel er fra Tjekkiet, og hans resultater når i første omgang ikke bredt ud, men gennem de sidste årtier af 1900-tallet opstår tanker om, at vi kan og bør styre arveprocesser, for derved at udrydde uønskede egenskaber. *Eugenik* blev opfattet som noget positivt, og mange samfundstænkere, politikere og videnskabsfolk, som eftertiden har sat højt, var tilhængere af eugenik. Som fx den danske grundlægger af den eksperimentelle biologi, Wilhelm Johannsen, der er ophavsmand til begreber som *gen*, *genotype* og *fænotype*. Men få år efter løfter Hardy og Weinberg teorien om recessive og dominante gener op på et nyt niveau og påviser, at man ikke via styring af forplantning kan udrydde uønskede egenskaber.

Skitse til SRP-formulering:

- Giv en kort redegørelse for, hvordan forestillingen om arternes udvikling og hvordan egenskaber nedarves ændrede sig gennem perioden 1850-1914.
- Giv en grundig indføring i Mendels spaltningsslove, herunder Mendels egne forsøg og Wilhelm Johannsens introduktion af den eksperimentelle biologi. Hvilke matematiske værktøjer fra sandsynlighedsregning og statistik anvendte de i deres analyser og i formidlingen af deres forskningsresultater.
- *Det moderne gennembrud* er et samlet begreb for perioden, og indbefatter både kulturelle og naturvidenskabelige strømninger. Diskuter med inddragelse af (tekster) om man reelt kan tale om en *samlet* strømning med gensidige påvirkninger, eller om der blot er tale om parallelle udviklinger i litteratur, kunst, videnskab osv.
- Argumenter for Hardy Weinbergs lov, løs nedenstående opgave, og anvend dette til at sætte datidens diskussioner om racehygiejne i perspektiv.

Opgave:

I encyklopædiens artikel om eugenik står der: *Recessive gener for alvorlige sygdomme, som fx Føllings sygdom (fenyketonuri, PKU) og Tay-Sachs' sygdom, udgør under 0,5% af genpuljen. Det betyder at antallet af homozygoter i en befolkning på 5 mio. vil være under 125, mens der vil være 400 gange så mange raske heterozygoter, altså bærere af sygdomsgenet. Det er derfor naivt at forestille sig, at man kan udrydde disse gener i befolkningen ved at forhindre homozygoterne i at forplante sig (negativ eugenik). Argumenter for de beregningsmæssige påstande i afsnittet.*

Fag: Matematik A med Dansk A, Religion C, Filosofi C eller Biologi / Bioteknologi A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 1*, kapitel 4, Eksponentielle vækstmodeller, især afsnit 1: *Darwins evolutionsteori*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 1*, Projekt 9.4 *Darwins, Mendels og Hardy Weinbergs arvelighedslove*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, kapitel 9, Binomialfordelingen – om testteori og konfidensintervaller, især afsnit 7.4 om *Mendels bønneforsøg*

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 8, Normalfordelingen og statistiske metoder knyttet til denne, især afsnit 1: *Oprindelsen til den moderne genetik*
 - Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 8.4 *Mendels arvelighedslove*,
 - Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 8.8 *Mendel og Hardy-Weinberg*
 - **Christiansen, Freddy Bugge og Tom Fenchel, Den forudsigelige vilkårlighed**, Århus Universitetsforlag 2009. Uddrag kan hentes via *Hvad er matematik?* 3, Projekt 8.8
 - **Darwin, Charles, On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life.** London: Murray. 1859 (1. udgave). Denne og alle følgende udgaver findes via Darwin-sitet: <http://darwin-online.org.uk>
 - **Darwin, Charles, Om Arternes Oprindelse ved Kvalitetsvalg eller ved de heldigst stillede Formers Sejr i Kampen for Tilværelsen**, oversat af I.P.Jacobsen, Gyldendal 1872. Denne og alle følgende udgaver findes via Darwin-sitet: <http://darwin-online.org.uk> Her findes også en introduktion til det danske miljø af intellektuelle, der fulgte med i de nye tanker.
 - **Geoviden-4-2019**, et særnummer: *Darwin i dansk videnskab og kultur*. Kan hentes via *Hvad er matematik?* 1, kapitel 4. Rummer artikler om hvordan videnskabsfolk, forfattere, religiøse osv i Danmark modtog de nye tanker.
 - **Geoviden 1-2010**, et særnummer: *Darwin som palæontolog*. Kan hentes via *Hvad er matematik?* 1, kapitel 4
 - **Encyklopædiens artikel om Eugenik**,
http://www.denstoredanske.dk/Natur_og_milj%C3%B8/Biologi_generelt/Begreber_m.m./eugenik
 - **Encyklopædiens artikel om Hardy-Weinberg**:
http://www.denstoredanske.dk/Natur_og_milj%C3%B8/Genetik_og_evolution/Genetik/Hardy-Weinberg-loven
 - **Encyklopædiens artikel om Neodarwinisme**, http://www.denstoredanske.dk/Natur_og_milj%C3%B8/Genetik_og_evolution/Evolutionsl%C3%A6re/neodarwinisme
 - **Crowe, James og William Dove, Eighty years ago: The Beginning of Population Genetics**, Genetics 119: 473-476, July 1988. En artikel om bl.a. Weinbergs bidrag. Kan findes via *Hvad er matematik?* 3, Projekt 8.8
 - **G.H. Hardy, Mendelian Proportions in a Mixed Population**, Science, Vol. XXVIII: 49-50, July 10, 1908. Hardys oprindelige artikel, med første formulering af "Hardy-Weinberg loven". Kan findes via *Hvad er matematik?* 3, Projekt 8.8
 - **Lancelot Hogben, Videnskab for Hvermand**, bd 2, s. 534-541, *Mendels arvelighedslove*, Gyldendal, 1940. Kan hentes via *Hvad er matematik?* 3, Projekt 8.4
- Med dansk-faget kan man inddrage mange værker, fx**
- **I.P.Jakobsen, Niels Lyhne**, Gyldendal, mange udgaver, fx 2013.
 - **Herman Bang, Haabløse Slægter**, Gyldendal, mange udgaver, fx 2007
 - **Carl Ewald, Eventyr for børn** – om naturfænomener, findes som e-bog
 - **Henrik Pontoppidan, Lykke-Per**, Gyldendal, mange udgaver, fx 2012
- Med religion og filosofi kan man fx inddrage tekster af Kierkegaard, Høffding, Nietzsche, Spencer**

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Soldyrkere lever længere – om misbrug af statistik

Præsentation:

I oktober 2013 offentliggjorde et hold danske forskere en artikel i et anerkendt tidsskrift, hvor budskabet var, at sol- og solariedyrkere lever længere end andre. Hidtil havde påstanden været, at overdreven sol kan give hudkræft. Så det var et meget overraskende og kort efter kom der da også reaktioner, både fra Kræftens bekæmpelse, og fra professionelle statistikere. De påviste nogle grundlæggende fejl i de statistiske metoder, og de forsøgte at få forskerne til at trække artiklen tilbage. Sagen med de centrale kilder er grundigt behandlet i *Hvad er matematik? 1*, Projekt 9.1 *Soldyrkere lever længere*. Via nedenstående link kan du få adgang til hele materialet og få fortalt historien, der både blev en spektakulær sag for det videnskabelige samfund, og som ikke mindst illustrerer hvor let det er at tage fejl og misbruge statistik.

Skitse til srp-formulering:

- Giv en kort fremstilling af sagen og forløbet
- Redegør for den viden, man har, om sammenhængen mellem overdreven soldyrkelse / brug af solarier og hudkræft.
- Giv en grundig fremstilling af de centrale stridspunkter i debatten mellem forskerne om brugen af statistik. Vælg et eller flere af kildeskrifterne ud til nærmere analyse.
- Diskuter de videnskabsteoretiske og -etiske dimensioner i sagen.

Fag: Matematik og Biologi A

Litteratur og materialer:

Susanne Ditlevsen: *Statistiske metoder i hverdagsliv og neurovidenskab*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/~/media/10-danske-matematikere-lru-dk-lr-web-dk)

Bjørn Grøn (red.): *Emner i indledende statistik*, specielt kapitel 3: *Soldyrkere lever længere*. Projektmaterialer til Susanne Ditlevsens film. Kan hentes her: [Projektmaterialer i tilknytning til Susannes film-1 del-indledende stat og ss.pdf \(gymportalen.dk\)](https://www.gymportalen.dk/~/media/Projektmaterialer-i-tilknytning-til-Susannes-film-1-del-indledende-stat-og-ss-pdf-gymportalen-dk)

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 1*, projekt 9.1: *Soldyrkere lever længere*. Kan hentes her: [kap9 Projekt 9.1 Soldyrkere lever laengere.pdf \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/~/media/kap9-Projekt-9.1-Soldyrkere-lever-laengere-pdf-lr-web-dk). Via dette projekt kan man hente kildematerialerne

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Kræft, kræftsvulster og matematisk modellering deres vækst

Præsentation:

I 1964 offentliggjorde en amerikansk forsker Anna Laird en artikel med titlen: *Dynamics of tumor growth*, hvor hun med held modellerede kræftsvulsters vækst ved hjælp af en såkaldt Gompertz model, opkaldt efter den engelske matematiker Benjamin Gompertz (1779 - 1865). En kræftsvulst, som vi for nemheds skyld betragter som en kugle, vokser ved celledeling i overfladen, mens der ikke tilføres næring og ressourcer til at cellerne inden i knuden kan dele sig. Projektet går ud på, at man på baggrund af en opnået indsigt i hvad kræft er og hvordan det udvikler sig, sætter sig ind i Anna Lairds modellering, og gennemfører en kritisk vurdering heraf.

Skitse til srpformulering:

- Giv en fremstilling af hvad kræft er, og en kort oversigt over vores viden om årsager til kræftsvulsters vækst.
- I arbejdet med det empiriske materiale anvender Anna Laird en logaritmisk transformation af de to variable, og når så frem til, at $\ln(y)$ er en lineær funktion af $\ln(x)$. Hvad er så sammenhængen mellem y og x ?
- Gompertz er jo ikke en eksponentiel sammenhæng, så der er ikke en egentlig fordoblingskonstant. Men Anna Laird arbejder alligevel med fordoblinger. Hvad betyder dette og hvorfor mon hun gør det? Redegør for de om skrivninger hun foretager s 495-497.
- Anna Laird anvender data fra andre forskningsartikler. Du kan finde en sådan artikel med data, Seelig og Revesz, *Effect of lethally damaged tumour cells...* via projektet omtalt nedenfor
- Giv en samlet vurdering af den matematiske modellering og inddrag evt en sammenfattende artikel om emnet, der yderlige kan belyse denne vækstmodel, **Mathematical_models_of_tumor_growth**, som kan hentes via projektet omtalt nedenfor

Fag: Matematik A og Biologi

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, projekt 3.2: *Modellering af kræftsvulster med Gompertz*, som kan hentes her: [kap3 Projekt 3 2 Modellering af kræftsvulster med Gompertz.pdf \(lr-web.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Udvikling af fiskerimodeller til sikring af havets ressourcer

Præsentation:

I 1970'erne begyndte danske fiskeribiologer med kendskab til matematik at sætte spørgsmålstejn ved den måde, hvorpå man hidtil havde reguleret fiskeriet. Ved brug af matematiske metoder, ikke mindst differentiallyigningsmodeller, skabte de en samlet model af Nordsøens fiskebestand, den såkaldte Nordsømodel. Modellen indeholder en sammenkobling af en række én-arts-modeller, og er samlet set ganske kompliceret, men udgangspunktet i modelleringen er at forstå én-arts-modellen.

Skitse til srpformulering:

- Redegør for den grundlæggende ide i modelleringen af vægten af en fisk og for opstilling af Bertalanffy-modellen
- Analyser Bernouillis differentialligning og redegør for det grafiske forløb af vægtfunktionen af én fisk
- Diskuter opstillingen af en model for den samlede biomasse af én art, og forklar begreberne *fiskeriintensitet* og *rekrutår*.
- Diskuter ud fra FAO-materialer hvordan situationen mht overfiskeri er, og hvilke anbefalinger du finder realistiske at implementere.

Fag: Matematik A, Biologi

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: *Fiskerimodeller*, Kapitel 3B, afsnit 1 i *Hvad er matematik?* 3, Lindhardt og Ringhof, 2019

FAO-materialer med data og om estimering af parametre i modellerne kan findes via denne note:

[kap3b_QR1_FAO_materiale_om_fiskerimodeller.pdf \(lr-web.dk\)](#)

Bent Zimmermann Nielsen, *Matematiske fiskerimodeller, Systeme, 1986* (Lidt ældre bog, som dog kan give et godt indtryk af modelleringen)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hvordan kommunikerer neuroner |
| Præsentation: |
| Man har længe vidst, at neuroner kommunikerer ved at opbygge en elektrisk spænding til et vist punkt, hvorefter de "fyres". Den verden neuronerne kommunikerer i er fuld af støj, hvilket man umiddelbart skulle tro ville hæmme kommunikationen. Men måske forholder det sig modsat, at neuronerne udnytter denne baggrundsstøj til at regulere, hvilke af de mange signaler der hele tiden fyres, de skal være opmærksomme på. Det er et interessant forskningsområde med en matematik, der er ganske vanskelig. Men man kan godt komme i nærheden af at opstille en model for neuronernes kommunikation. Matematikken er koblede differentialligninger, der for en stor del kan håndteres af matematikprogrammerne. |
| Skitse til srpformulering: |
| <i>Opgaven kan matematisk indeholde udvalgte dele af nedenstående projektmaterialer til Susanne Ditlevsens film, alt afhængig af eleven. I biologi redegøres for vores aktuelle viden, samt gennemføres forsøg med fx reaktionshastigheder.</i> |
| Fag: Matematik A, Biologi A |
| Litteratur og materialer: |
| Susanne Ditlevsen: <i>Statistiske metoder i hverdagsliv og neurovidenskab</i> , Film i serien: <i>10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger</i> , LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her: 10 danske matematikere - LRU.dk (lr-web.dk) Du kan læse om denne såkaldte Fitz-Hugh- Nagumo model i et projektmateriale til filmen: Bjørn Grøn og Torsten Tranum Møller: Matematisk modellering af signaler i nerve- og muskelceller, der kan hentes her: Projektmaterialer i tilknytning til Susannes film - 2 del - FHN.pdf (gymportalen.dk) En del af materialet er samlet i Hvad er matematik? 3 , Projekt 6.17 <i>Neuroners kommunikation</i> . |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Retsgenetik – anvendelse af DNA-materiale i retssager

Præsentation:

Fund af DNA materialer på et gerningssted indgår i dag meget hyppigt i retssager, ofte med en vægt som et fældende bevis. Men der er naturligvis mange spørgsmål før man når så langt at have bevist en påstand. Hvad er egentlig gen-sekventering, med hvilke metoder foretages det og hvor stor er usikkerheden på resultaterne. Det kalder både på bioteknologiske studier og på matematisk sandsynlighedsregning. Den matematik der anvendes har sit udspring i teorien om betingede sandsynligheder, men da der i sådanne rigtige cases ikke er muligt at estimere de sandsynligheder der indgår eksakt, så er der udviklet en særlig variant, bayesiansk statistik, hvor man populært sagt estimerer de grundlæggende sandsynligheder ud fra almindelig fornuft. Det er også baggrunden for at denne matematiske disciplin i stor stil er inddraget i amerikanske retssager, ikke mindst i sager, hvor det er en jury, der afsiger kendelsen, og hvor man har eksempler på, at statistikere er indkaldt for at undervise jury-medlemmer i denne matematiske disciplin. Man kan vælge at supplere og illustrere sin fordybelse i de genetiske problemstillinger, med en undersøgelse af en eller flere af disse retssager, hvor materialet er tilgængeligt på nettet.

Skitse til srpformulering:

Opgaven kan indeholde følgende del-elementer:

I biologi præsenteres hvad DNA er, nogle teknikker i oprensning, måske en diskussion af med hvor stor sikkerhed vi kan drage konklusioner ud fra beskadiget DNA // I matematik redegøres for sandsynlighedsregning og Bayesiansk statistik

Fag: Matematik A, Biologi A

Litteratur og materialer:

Susanne Ditlevsen: *Statistiske metoder i hverdagsliv og neurovidenskab*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, LRU / Praxis, 2018. Kan hentes her: [10 danske matematikere - LRU.dk \(lr-web.dk\)](https://www.lru.dk/10-danske-matematikere)

Bjørn Grøn: Projektmaterialer til filmen, *Emner i indledende statistik* – især kap. 9: Betingede sandsynligheder og Bayesiansk statistik.

Du kan også orientere dig i et projektmateriale fra matematisk institut, som du finder her:

[Microsoft Word - Bayesiansk_mat_og_biologi.doc \(ku.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik og geografi

Kortlægningen af verden og fastlæggelsen af længdeenheden 1 meter

Præsentation:

Frankrig var det første land, hvor der blev gennemført en opmåling og tegnet kort med brug af triangulering. Det blev gennemført i årene 1733-1740 og det første kort blev udsendt i 1745. I 1700-tallet var der i alle lande et kaotisk virvar af måleenheder. Frankrig var også det land, som tog fat på at fastlægge en helt præcis og objektiv defineret ny måleenhed, som blev *meteren*. Den dramatiske historie om, hvordan det skete skete, mens kampene under den franske revolution rasede, kan du hente materialer om her.

Skitse til srpformulering:

Fag: Matematik A og Naturgeografi

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, Projekt 4.12 Kortlægningen af verden og fastlæggelsen af længdeenheden 1 meter.

Ken Alder: *The Measure of All Things*, The Free Press, 2002. På siden <http://www.kenalder.com/measure/excerpts.htm> har Ken Alder givet et fyldigt sammendrag af bogen.

Ken Alder har lagt et foredrag på ca. 1 time om sin bog *The Measure of All Things*, ud på en youtube film, der kan hentes her: : <http://www.youtube.com/watch?v=36YmKccAxA>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Sfærisk geometri og introduktion til kortprojektioner

Præsentation:

Et punkts beliggenhed på Jordkloden angives normalt med breddegrad og længdegrad, dvs. med vinkler. Inddrager vi rummet og ønsker at beskrive eksempelvis satellitters positioner, tilføjes en tredje koordinat, afstanden til centrum. Linjestykker mellem to punkter på en kugle er stykker af cirkelbuer, der repræsenterer den korteste afstand mellem punkterne. Herved kan vi definere trekanter, længder og vinkler og udvikle en trigonometri på kuglen. Projektet rummer også en introduktion til kortprojektioner, og beviser at det er umuligt at tegne præcise kort.

Skitse til srpformulering:

Fag: Matematik A og Naturgeografi

Litteratur og materialer:

Astrid Pørtner Nielsen & Lise Danelund, *Kortprojektioner – i matematisk og geografisk perspektiv*, findes her: [Microsoft Word - Kortprojektioner.doc \(ku.dk\)](#)

Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, Projekt 7.13, *Sfærisk geometri og introduktion til kortprojektioner*, kan hentes her: [kap7 Projekt 7 13 Sfærisk geometri og introduktion til kortprojektioner.pdf \(lr-web.dk\)](#)

Isaac Todhunter: *Spherical Trigonometry*, (1859), findes på Project Gutenberg her: [19770-pdf.pdf \(gutenberg.org\)](#) – dette er det klassiske og omfattende værk om emnet. Her finder du alt.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Inge Lehmanns bidrag til seismologien (engelske tekster)

Præsentation:

Indtil for få år siden, var Inge Lehmann ret ukendt i Danmark, selv om hun er en af de største naturvidenskabsmænd Danmark har haft. Hendes egen sidste artikel, skrevet da hun var 99, og som fortæller om hendes store opdagelse af, at Jorden har en hård inderste kerne. I en større version af projektet inddrages forskningsartikler, og opgaven er at skrive et abstract om disse. Projektet kan med fordel gennemføres i et samarbejde med naturgeografi eller fysik.

Om videnskabelig metode -

Skitse til srpformulering:

- Redegør for den moderne opfattelse af Jordens opbygning og for hvilke videnskabelige metoder man har anvendt for at forstå dette.
- Et jordskælv udsender P-bølger og S-bølger. Forklar hvordan disse opstår og hvordan de bevæger sig gennem Jorden
- Hvordan kan man ved at studere disse bølger nå frem til at afgøre, om Jordens kerne er fast eller flydende? Forklar hvad det vil sige, at nogle dele af Jorden ligger "i skyggen" af et jordskælv opstået på den modsatte side af Jorden. Inddrag i denne forbindelse Inger Lehmanns egen beretning herom. Sammenlign med hvordan lys brydes i vand, og hvhvordan dette indskrænker hvad man kan se af området over søens vandspejl.
- Giv en vurdering af Inge Lehmanns betydning med særlig vægt på hendes udvikling af den videnskabelige metode indenfor seismologien

Fag: Matematik A, Naturgeografi

Litteratur og materialer:

På Niels Bohr Instituttets hjemmeside er der en større præsentation af Inge Lehmanns liv og indsats. Du kan finde det her: [Inge Lehmann – Niels Bohr Institutet - Københavns Universitet \(ku.dk\)](https://www.ku.dk/nbi/ingehlehm.htm)

Helene Duprat: Inge Lehmann og mysteriet om Jordens kerne, Videnskab.DK, 13. maj, 2011. Artiklen kan hentes her: [Inge Lehmann og mysteriet om Jordens kerne \(videnskab.dk\)](https://www.videnskab.dk/ingehlehm)

I Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, Projekt 4.14 *Om videnskabelig metode - Inge Lehmann bidrag til seismologien (engelske tekster)* findes links til en række artikler af og om Inge Lehmann. Projektet kan hentes her: [kap4 Projekt 4 14 Inge Lehmann bidrag til seismologien.pdf \(lrweb.dk\)](https://www.lru.dk/~/media/Projekt_4_14_Inge_Lehmann_bidrag_til_seismologien.pdf)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik-samfundsfag

Økonomiske modeller og teorier - Hvad kendetegner den aktuelle økonomiske situation i Danmark, og hvordan bør den håndteres?

Præsentation:

Vismændenes økonomiske model for Danmarks økonomiske udvikling består af knap 1000 ligninger, hovedsageligt koblede differentialligninger. Den er vokset frem af økonomiske teorier og modeller, som ikke mindst Keynes og Solow udviklede, og som man godt kan studere i en srp. Mange af de tilstandsvariable, der indgår i SMEC-modellen, er produktionsfunktioner som tilhører en klasse af funktioner vi kalder Cobb-Douglas funktioner. Studiet af dem giver en god indsigt i den dynamik, der er indbygget i de moderne økonomiske modeller. Der er mange varianter af srp-opgaver inden for dette tema. Man kan få et indtryk af, hvad det drejer sig om ved at orientere sig i kap 14 om samarbejde mellem matematik og samfundsfag i *Hvad er matematik? 2*. Man finder kapitlet via bøgernes website

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør for den aktuelle økonomiske situation. Inddrag økonomiske nøglevariable og kvantitativ empiri.
- Redegør for de bærende ideer i den keynesianske økonomiske model, herunder ligevægtsbegrebet og opstilling af nationalregnskabsligningen. Forklar, hvad der menes med multiplikatoreffekt, og illustrer din fremstilling med aktuelle taleksempler.
- Undersøg regeringens håndtering af den aktuelle økonomiske situation. Inddrag bilag 1.
- Perspektiver din analyse af den keynesianske model, dels gennem en sammenligning med en eller flere andre økonomiske modeller, dels gennem en diskussion af hvorledes den klassiske model selv er blevet justeret. Diskutér i forlængelse heraf, hvilken økonomisk politik, der bør føres i den aktuelle økonomiske situation. Inddrag økonomisk teori.

Bilag 1: Finansministeriet, årets finanslov: <https://www.fm.dk/publikationer/2019/forslag-til-finanslov-for-finansaaret-2020>

Fag: Matematik A eller B og Samfundsfag A

Litteratur og materialer:

- Christina Blach Hansen og Per Henriksen *Hvad er matematik? 2*, kapitel 14, Fagligt samarbejde matematik og samfundsfag, især afsnit 1: *Multiplikatoreffekten og Keynes teori*, og afsnit 2: *Produktionsfunktioner og Cobb Douglas*
- *Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 2* kapitel 3A og 3B, Differentialregning
- *Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 3*, kapitel 5, især indledende afsnit: *SMEC – en nationaløkonomisk model*
- Andersen, Torben M. *Samfundøkonomi*, Systime. 2006
- Arbo-Bärh, Henrik m.fl. *Samfundsstatistik*. Columbus. 2012
- Clemmesen, Kåre & Per Henriksen. *Økonomi – principper, praksis og perspektiver*. Columbus. 2009
- *Danmarks Statistik* (årstal og emne)
- *Det Økonomiske Råd* (u.å.) Seneste vurdering af finanspolitiske mål

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Grinderslev, D. & Smidt, J. SMEC Modelbeskrivelse og modelegenskaber, 2006: *Det Økonomiske Råd*. <http://www.dors.dk/files/media/publikationer/arbejdsrapporter/2007-1.pdf>
- Madsen, Per Kongshøj & Ernst Jensen. *Samfundets økonomi*. Columbus. 2004
- Schausen, T. & Damsgaard-Madsen, M. *Matsamf.: System* (2011)

Økonomisk modellering – med afsæt i Keynes og SMEC

Præsentation:

Vismændenes økonomiske model for Danmarks økonomiske udvikling består af knap 1000 ligninger, hovedsageligt koblede differentialligninger. Den er vokset frem af økonomiske teorier og modeller, som ikke mindst Keynes og Solow udviklede, og som man godt kan studere i en srp. Mange af de tilstandsvariable, der indgår i SMEC-modellen, er produktionsfunktioner som tilhører en klasse af funktioner vi kalder Cobb-Douglas funktioner. Studiet af dem giver en god indsigt i den dynamik, der er indbygget i de moderne økonomiske modeller. Der er mange varianter af srp-opgaver inden for dette tema. Man kan få et indtryk af, hvad det drejer sig om ved at orientere sig i kap 14 om samarbejde mellem matematik og samfundsfag i *Hvad er matematik? 2*. Man finder kapitlet via bøgernes website

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør for de bærende ideer i den keynesianske økonomiske model, herunder ligevægtsbegrebet og opstilling af nationalregnskabsligningen. Forklar, hvad der menes med multiplikatoreffekt, og illustrer din fremstilling med aktuelle taleksempler med særlig fokus på håndværkerfradrag.
- Giv en kort fremstilling af hovedelementerne i den økonomiske model SMEC.
- Mange af de grundlæggende sammenhænge i modeller som SMEC beskrives ved Cobb Douglas funktioner. Gennemfør en grundig analyse, dels af hvad der kan være baggrunden for at vælge netop denne type model, og dels af nogle af de grundlæggende egenskaber ved Cobb Douglas funktioner.
- Redegør for hvorledes man kan tolke de parametre, der indgår i Cobb Douglas modeller.
- Diskuter endelig styrker og svagheder i den samlede model. Diskuter med inddragelse af økonomiske og politiske overvejelser hvorfor Regeringen vælger håndværkerfradrag som led i finansloven for 2016

Fag: Matematik A og Samfundsfag A

Litteratur og materialer:

- *Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 3*, kapitel 5, især indledende afsnit: SMEC – en nationaløkonomisk model
- *Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 3*, projekt 5.2, Cobb-Douglas
- Christina Blach Hansen og Per Henriksen *Hvad er matematik? 2*, kapitel 14, *Fagligt samarbejde matematik og samfundsfag*, især afsnit 1: *Multiplikatoreffektren og Keynes teori*, og afsnit 2: *Produktionsfunktioner og Cobb Douglas*
- Christensen, T. A., m.fl. (2008) *Nationaløkonomi på dansk*. Forlaget Samfundslitteratur
- Christiansen, P. M. & Nørgaard, A. S. (2008) *Demokrati, magt og politik i Danmark*. Gyldendal
- *Danmarks Statistik* (årstal og emne)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Det Økonomiske Råd (u.å.) Seneste vurdering af finanspolitiske mål
- Grinderslev, D. & Smidt, J. SMEC Modelbeskrivelse og modelegenskaber, 2006: Det Økonomiske Råd. <http://www.dors.dk/files/media/publikationer/arbejdspapirer/2007-1.pdf>
- Harck, S. Hviler dansk økonomi på en Cobb-Douglas teknologi?: *Department of Economics Aarhus School of Business*, (2005) http://pure.au.dk/portal/files/412/05-12_soh.pdf
- Hermann, K. & Niss, M. *Beskæftigelsesmodellen i SMEC III*. Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck, (1982)
- Jespersen, Jesper. *John Maynard Keynes*, Jurist- og Økonomforbundets Forlag. (2014)
- Petersen, K. H. DREAM on, ADAM, SMEC: *Modkraft* (2012). <http://modkraft.dk/artikel/dream-adam-smec>
- Pettinger, Tejvan. **blog** med en række konkrete indspark om økonomiske teorier og begreber. <http://www.economicshelp.org/blog/>
- Samuelson, P. A. (1967) *Economics*. Tokyo: Kogakusha Company Ltd..
- Schausen, T. & Damsgaard-Madsen, M. *Matsamf.:* Systime (2011)
- Strøm, K. *A behavioral theory of competitive political parties: American Journal of Political Science*. (1990)
- Skjæveland, A. *Udfordringer i Kaare Strøms teori om partiadfærd: politica* (2014)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Folkeskolereformen – en empirisk undersøgelse

Præsentation:

Studieretningsprojektet er et eksempel på en opgaveformulering, hvor eleven selv skal udforme, udføre og statistisk behandle en empirisk undersøgelse. Det konkrete indhold kan udmærket være et andet end folkeskolereformen. Men det er lettest at få en høj svarprocent, hvis det er et emne, der optager respondenterne.

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør med inddragelse af bilag 1 og 2 for formålet med folkeskolereformen.
- Undersøg med inddragelse af samfundsfaglig teori og empiri, hvad der i samfundsudviklingen, nationalt og globalt, kan være baggrund for den nye reform.
- Undersøg gennem indsamling af et empirisk materiale hvordan folkeskolereformen er blevet modtaget af elever og lærere. Analyser det empiriske materiale med brug af både kvantitative og kvalitative metoder. Du skal anvende metoder fra både den beskrivende og den bekræftende statistik i din analyse, og du skal diskutere kvaliteten af din undersøgelse og validiteten af dine konklusioner. Sammenlign evt.
- Med større tilsvarende undersøgelser fra analysebureauer.
- Diskuter muligheder og udfordringer i at virkeliggøre de overordnede mål med reformen, som de er fremstillet i bilag 3.

Bilag 1: Berlingske: <http://www.b.dk/nationalt/se-folkeskolereformens-hovedpunkter>

Bilag 2: John Villy Olsen, Maria Becher Trier, *Ny folkeskolereform virker fra august 2014*, Tidsskriftet Folkeskolen, to. 13. jun. 2013

Bilag 3: Undervisningsministeriets hjemmeside, Folkeskolereformen

Fag: Matematik B og Samfundsfag A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 1*, kapitel 2, *Beskrivende statistik*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, Projekt 9.13 *Chi i anden fordelingen*
- Brøndum, Peter og Thor Banke Hansen. Luk samfundet op. Columbus, 2014
- Aisinger, Pernille. "Antorini: Vi tager inspiration fra Canada med i folkeskolereformen". <http://www.folkeskolen.dk/516745/antorini-vi-tager-inspiration-fra-canada-med-i-folkeskolereformen>
- Christensen, Esben og John Villy Olsen. "Konkurrencestaten kalder: Lærerne skal »normaliseres«". <http://www.folkeskolen.dk/524262/konkurrencestaten-kalder-laererne-skal-normaliseres>
- Egelund, Niels. "Vi kan lære af Kina". <http://www.folkeskolen.dk/66551/vi-kan-laere-af-kina>
- Wikipedia. "PISA results". http://en.wikipedia.org/wiki/Programme_for_International_Student_Assessment
- Bilag 1, 2 og 3.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Infrastrukturen – samfundets skelet

Præsentation:

Den økonomiske krise i 30'erne satte i alle lande fokus på trafikinvesteringer som en faktor, der både kunne skabe mange arbejdspladser og binde økonomien bedre sammen. Med en udbygget infrastruktur kan varer transporteres med færre omkostninger, og arbejdspladsen behøver ikke være lige hvor man bor. I USA anlægges de første motorveje i 30'erne, og i Danmark fremlægger de store ingeniørfirmaer Højgaard & Schultz, Christiani og Nielsen og Kampsax i 1936-37 et omfattende motorvejs- og broprojekt, der kom til at sætte dagsordenen for debatten om trafikplanlægning i Danmark i årtierne derefter. Det er en utrolig visionær plan, der indeholder bygning af en Øresundsforbindelse, en Storebæltsforbindelse og et landsdækkende motorvejsnet. Men en egentlig planlægning efter disse linjer tager først form sidst i 1950'erne. Motorveje anlægges for at trafikken kan flyde med konstant høj hastighed uden afbrydelser, når man bevæger sig mellem to større byområder. Det betyder naturligvis, at når motorveje krydser hinanden skal det ske via broer. Men hvordan bevæger man sig fra den ene motorvej ned på en anden, der krydser uden at trafikken går i stå, og hvordan kommer man på og af motorvejene? Det stillede ingeniørerne overfor helt nye udfordringer mht. konstruktion af *motorvejsudfletninger*. Sådanne linjeføringer havde man aldrig set før. Da ingeniører tog fat på at projektere motorvejsudfletninger rejste man det spørgsmål: *Findes der kurver, hvor krumningen vokser gradvist op fra den retlinede stræknings krumning på 0, til vi når cirkelens krumning?* Det gør der – sådanne kurver kaldes klotoider

Skitse til srpformulering:

Opgaven kan indeholde følgende del-elementer:

- Sammenhængen mellem et samfunds udviklingsmuligheder og dets infrastruktur
- Gennemgå betydningen af et stort infrastrukturprojekt (Romerriget / Silkevejen / Europas og USA's jernbaner i 1800-tallet / USA i 30'erne / Kinas Belt and Road initiative / Danmarks trafikplaner)
- Cost Benefit analyser, dyk ned i nogle detaljer
- Motorvejsnettets betydning – Opdagelsen af klotoid-konstruktionen, udled formlerne ud fra betingelserne på krumning
- perspektiver til nye projekter

Fag: Matematik A, Samfundsfag

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 1, kapitel 4, indledende fortælling: *Infrastrukturen – samfundets skelet*

Erik Vestergaard, *Vejgeometri*, kan hentes her: [Microsoft Word - vejgeometri.docx \(matematiksider.dk\)](#)

Bolet, Lars; Kjems, Erik: *Vejstrækningers geometri Tracering*, Undervisningsnoter, Aalborg Universitet. Kan hentes her: [Vejes geometri \(aau.dk\)](#) (Indholder et større afsnit om klotoider)

Johan Nielsen: *Er cost-benefit beregninger den bedste metode til at vurdere trafikinvesteringer?* Rådet for grøn omstilling, 2019, kan hentes her: [Trafikinvesteringer.pdf \(rgo.dk\)](#)

Per Milner: *Vejenes historie i 50 år fra 1949 til 1999*, Dansk Vejhistorisk Selskab, kan hentes her: [Vejen-Ingeniøren-og-samfundet-Vejenes-historie-i-50-år-fra-1949-1999-af-Per-Milner-Dansk-Vejhistorisk-Selskab-1999.pdf \(vejhistorie.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Børns udvikling - Social arv og risikofaktorer

Præsentation:

Der er i Danmark, især via Socialforskningsinstituttet, SFI, gennemført mange undersøgelser til belysning af forskellige sider ved begrebet social arv. Selve begrebet diskuteres mellem forskerne, og det er oplagt at inddrage sådanne begrebsafklaringer i en srp. Der findes på SFI meget materiale, man kan fordybe sig i, fx den der linkes til her. De matematiske metoder, der anvendes hentes hovedsageligt fra statistikken, og i disse studier der foretages over tid er anvendes ofte den såkaldte odds-ratio metode. Søg i første omgang på wikipedia for at få et første indtryk af metoden.

Skitse til srpformulering:

Hvilke konsekvenser har det at vokse op i hjem med risikofaktorer og hvilke muligheder har individet for at bryde den negative sociale arv i det senmoderne samfund?

- Redegør for begreberne socialisering og social arv. Inddrag samfundsfaglig teori.
- Diskuter begrebet "risiko" sådan som det anvendes af bl.a. Mogens Nygård Christoffersen i rapporten *Risikofaktorer i barndommen og social arv* fra SFI*, og forklar, hvordan begrebet repræsenteres matematisk. Redegør for nogle af de statistiske metoder han og andre anvender i analyser af datamaterialet vedrørende omsorgssvigt over for børn, specielt den såkaldte *odds-ratio-metode*.
- Undersøg hvilken betydning det har for børn at vokse op i hjem med risikofaktorer. Inddrag samfundsfaglig empiri.
- Diskutér, hvilke muligheder børn har for at bryde den negative sociale arv i det senmoderne samfund. Inddrag samfundsfaglig teori og empiri, bl.a. bilag 1.

Bilag 1: Turf Böcker Jakobsen, "Udsatte børn skal lære relationer", Information, 14.10.2012, <http://www.information.dk/313957>

Fag: Matematik A, Samfundsfag

Litteratur og materialer:

Mogens Nygård Christoffersen "*Risikofaktorer i barndommen og social arv*", Socialforskningsinstituttet 2003, kan hentes her: <https://pure.sfi.dk/ws/files/350740/1.pdf>

Else Christensen, *opvækst med særlig risiko*, VIVE, 2006, kan hentes her: [Opvækst med særlig risiko - VIVE](#)
Ejrnæs, Morten. *Risikable risikoanalyser*. Aalborg Universitetet.2007.

Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 3, via Projekt 8.24: oddsratio.riskratio og etiologisk fraction i projekt

Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 2, Projekt 9.13 *Chi i anden fordelingen*

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Valg og retfærdighed

Præsentation:

Valgsystemer, hvor "the winner takes it all", som det engelske og amerikanske er grundlæggende meget simple at forstå. Og det er ikke svært at opstille en kritik i form af eksempler på misforhold mellem stemmetal og repræsentation. Det er bl.a. derfor man hos os og mange andre steder har udviklet forskellige former for forholdstalsvalg. Den måde man fordeler mandater på efter et valg er her grundlæggende et spørgsmål om brøkgregning. Der opstår ikke så grelle diskrepanser mellem stemmetal og repræsentation, men alligevel er der eksempler på uretfærdigheder. I en srp ville man studere forskellige eksempler på valgsystemer, diskutere begrebet retfærdighed og prøve at formalisere dette til brug for udformningen af et retfærdigt valgsystem. Men man kan desværre bevise matematisk, at det er umuligt at lave et fuldt retfærdigt valgsystem. Du kan orientere dig i problemet via projekterne 15 og 16 i tilknytning til kapitel 10 i *Hvad er matematik? 1*. Du kan også søge på "Arrows umulighedssætning".

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør for centrale principper i det danske valgsystem til folketingsvalg – inddrag en redegørelse for de forskellige mandatfordelingsmetoder der findes.
- Diskuter styrker og svagheder ved de forskellige mandatfordelingsmetoder og diskuter i forlængelse heraf begrebet 'retfærdig mandatfordeling', herunder påstanden: "Retfærdighed er uopnåelig" i Ebbe Thue Poulsens bog "Matematik og retfærdighed. - mandatfordelingsproblemet", 1. udg. 2000.
- Diskuter hvilke fordele og ulemper der er ved det danske valgsystem i forhold til andre valgsystemer.

Fag: Matematik A, Samfundsfag A

Litteratur og materialer:

- **Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? og Kulturfag**, kapitel 2, om Argumentationsteknik, Erkendelsesteori og hvordan vi opnår indsigt om verden.
- **Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? og Kulturfag**, kapitel 5, om Demokratiet og argumentets rolle
- **Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 1**, projekt 10.15, *Matematik og demokrati – Mandatfordelinger*
- **Bjørn Grøn, Bodil Bruun og Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 1**, projekt 10.16, *Mandatfordeling ved kommunalvalg*
- **Poulsen, Ebbe Thue. Matematik og retfærdighed**. Gyldendal, 2000.
- **Vestergård, Erik mandatfordeling og retfærdighed**, LMFK-bladet, sept 2009
- **Dohrn, D.J., I. Kirkegaard og A. Nielsen. Matematiks anvendelse i samfundsfag**, Munksgaard, 1975, især kapitel
- **Encyklopædien, Arrows umulighedssætning**, <http://denstoredanske.dk/It%2c teknik og naturvidenskab/Matematik og statistik/Beslutningsteori%2c spilteori og kybernetik/Arrows umulighedssætning>
- **Balinski, Michael L. & Young, H. Peyton. Fair Representation. Meeting the Ideal of One Man, One Vote**. New haven, Conn.: Yale University Press, 1982.
- **Christiansen, Peter Munk og Asbjørn Sonne Nørgaard. Demokrati, magt og politik i Danmark**, Gyldendal, 2008.
- **Taylor, Allan og Allison Pacelli, Mathematics and Politics - Strategy, Voting, Power and Proof**, Springer Verlag 2008 (Standardværket med gennemgang af alle tænkelige valgsystemer og valgmetoder)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Poulsen, Ebbe Thue. **Matematik og retfærdighed**. Gyldendal, 2000
- Dahl, Robert A.. **Democracy and its critics**. Yale University Press, 1989.
- Dahl, Robert A.. **Om demokrati**. Denmark, Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck, 2000.
- Elklit, Jørgen. **Danske valgsystemer: Fordelingsmetoder, spærreregler, analyseredskaber**, Institut for Statskundskab Aarhus Universitet, 2005.
- **Encyklopædien. Valgsystemer**.
[http://denstoredanske.dk/Samfund, jura og politik/Samfund/Valgteorier og valgmetoder/valgssystemer](http://denstoredanske.dk/Samfund,_jura_og_politik/Samfund/Valgteorier_og_valgmetoder/valgssystemer)
- Koch, Hal. **Hvad er demokrati?**. Gyldendal, 1981.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Kryptering og overvågning

Præsentation:

For et årti siden blev påstande om, at alt hvad vi foretog os af digital kommunikation blev overvåget gennem en hemmelig organisation Echelon, afvist som hysteri eller som umulig science fiction. Efter Snowdens afsløringer og mange andre efter ham er der i dag ingen der tvivler om, at sådan forholder det sig. Holdningen er snarere skiftet til "so what". Men hvad betyder det for vores ideelle forestillinger om et samfund, der bygger på suveræne og myndige individer? Parallelt med at teknologien giver muligheder for den totale overvågning af vores liv er der udviklet krypteringsmetoder, der gør det praktisk umuligt at bryde koden og læse samtaler mellem potentielle terrorister. Eller bryde ind i de cirkler der findes på "det dybe net". RSA-systemet er den mest anvendte krypteringsalgoritme, men der er mange krypteringsteknikker, men kan dykke ned i

Skitse til SRP-formulering:

- Der ønskes en redegørelse for informationssamfundets udvikling og de teknologiske og sikkerhedsmæssige udfordringer der medfølger.
- Forklar den grundlæggende ide i *public key* krypteringen, herunder hvad vi forstår ved envejsfunktioner, ved offentlige og private nøgler, hvordan man sender en besked, kun modtageren kan læse, og hvordan man laver digital signatur, dvs sender en besked, der entydigt fortæller modtageren hvem afsenderen er.
- Gennemgå udvalgte dele af matematikken bag RSA krypteringen og vis, hvordan du kan bryde vedlagte tekst (bilag 1), der er kodet med tal af beskeden størrelse, og hvor du kun kender den offentlige nøgle. Hvorfor er det umuligt at bryde tekster kodet med de rigtige store RSA nøgletal.
- Diskutér på baggrund af styrken i moderne kryptering og selvvalgte kilder hvilke problematikker en regering i et demokratisk land står over afvejning af forholdet mellem beskyttelse af privatlivets fred og beskyttelse af samfundet mod bestemte trusselsscenerier. Inddrag bilag 2 i din diskussion.

Bilag 1:

Eksempel på kodet besked, der er opsnappet om som skal brydes med kendskab til den offentlige nøgle (overskuelige tal)

Bilag 2:

Grünbaum, Ole. "Ballade om sikkerhed." Politiken, Marts 25, 1992

Bilag 3:

(Uddrag af Snowdens bog)

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 0, afsnit 3, *Kryptering*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 0.4 *Modulo-regning, restklassegrupperne og Fermats lille sætning*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 0.5 *Euklids algoritme og primiske tal*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 0.6 *RSA kryptering*
- Peter Landrock: *Kryptologi med brug af primtal*, film i serien *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*, http://www.lr-web.dk/Lru/microsites/10danskematematikere/peter_landrock.html
- Peter Landrock, *Kryptologi - fra viden til videnskab*, forlaget Abacus, 1997

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Andersen, Henning E. Kryptologi og krypteringssystemer. Institut for Matematiske Fag, Aalborg Universitet, 2004.
- Hansen, Johan P, Algebra og Talteori, Gyldendal, 2002
- Crawford, Susan. "The Origin and Development of a Concept: The information society." *Bulletin of the Medical Library Association*, 1983: 380-385.
- Elliot, Justin, and Theodor Meyer. "Claim on "Attacks Thwarted" by NSA Spreads Despite Lack of Evidence." *Propublica*. Oktober 23, 2013. <http://www.propublica.org/article/claim-on-attacks-thwarted-by-nsa-spreads-despite-lack-of-evidence>
- FoxNews.com. "NSA chief defends surveillance, says helped prevent terror plots more than 50 times since 9/11." *Fox News*. Juni 18, 2013. <http://www.foxnews.com/politics/2013/06/18/nsa-chief-defends-surveillance-says-helped-prevent-terror-more-than-50-times/>
- Gibbs, Mark. When privacy dies and encryption is illegal. *Network World*. August 6, 2014. <http://www.networkworld.com/article/2225123/security/when-privacy-dies-and-encryption-is-illegal.html>
- Grünbaum, Ole. "Ballade om sikkerhed." *Politiken*, Marts 25, 1992. Kan hentes via - Hvad er matematik ? 3, kapitel 0, afsnit 3, *Kryptering*
- Intel. The story of Intel 4004. <http://www.intel.com/content/www/us/en/history/museum-story-of-intel-4004.html>
- RSA-laboratories, <https://www.rsa.com/en-us>
- Singh, Simon. *The Code Book: The Evolution of Secrecy from Mary, Queen of Scots, to Quantum Cryptography*. NY, USA: Doubleday, 1999
- Snowden, Edward, *I offentlighedens tjeneste*, Informations forlag 2019
- UDHR drafting committee. "The Universal Declaration of Human Rights." United Nations. December 10, 1948. <https://www.un.org/en/universal-declaration-human-rights/index.html>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Ukrainekrisen – analyseret med hjælp af spilteori

Præsentation:

Spilteori er en relativ ny matematisk disciplin, der blev udviklet for at kunne håndtere situationer, hvor en række rationelt handlende aktører har en række forskellige og konfliktende handlemuligheder. De har hver deres interesser i at optimere en evt gevinst, men samtidig, hvis tingene ikke udvikler sig gunstigt for dem, er de interesserede i at minimere tab. Man gambler ikke vildt, da meget står på spil. Du kan søge på "fangernes dilemma", og her få et arketyrisk eksempel på en situation, hvor spilteori er et egnet analyseredskab som grundlag for en beslutning. I studiet af internationale konflikter, som konflikten om Ukraine, kunne en spilteoretisk analyse være et interessant supplement til en udredning af de politiske, økonomiske og historiske og en diskussion af effekten af økonomiske og politiske sanktioner.

Skitse til srpformulering:

- Undersøg årsager til Ruslands annektering af Krim og USA's reaktion herpå.
- Konflikter som Ukrainekrisen kan ofte analyseres med anvendelse af matematisk spilteori. Giv en præsentation af den grundlæggende tankegang og metode i spilteori, og redegør for nogle af de centrale resultater, først og fremmest indholdet i *minimax-sætningen*. Illustrer indholdet i minimax-sætningen med nogle selvalgte eksempler, hvor aktørerne kan vælge blandede strategier.
- Opstil en spilteoretisk model for Ukrainekrisens forløb, og anvend din model til at diskutere parternes optimale handlemuligheder
- Diskuter med udgangspunkt i ovenstående spilteoretiske model og teorier fra international politik om politiske og økonomiske sanktioner kan forventes at medvirke til at få Rusland til at ændre politik i forhold til Ukraine.

Fag: Matematik A og Samfundsfag A

Litteratur og materialer:

- Mads Leth: Spilteori og Dilemmaregning, 2016, Rysensteen Gymnasium,
- Erik Bennelke, note til spilteori
- Thomas S. Ferguson, Game Theory, Part II. Two-Person Zero-Sum Games, University of California at Los Angeles, kan hentes her: [GAME-THEORY-Thomas-S.Ferguson.pdf \(mina.moe\)](#)
- Mira Scarvalone, GAME THEORY AND THE MINIMAX THEOREM, [Scarvalone.pdf \(uchicago.edu\)](#)
- Nikolaj de Fries: Cuba-krise og matematiske spil, oplæg til srp fra KU, se oversigten s. 8ff
- Branner, Hans: **Global Politik** (2011)
- Richard E. Ericson, Lester A. Zeager, *Ukraine Crisis 2014: A Study of Russian-Western Strategic Interaction*, Peace Economics Peace Science and Public Policy, 2015, kan hentes her: [\(PDF\) Ukraine Crisis 2014: A Study of Russian-Western Strategic Interaction \(researchgate.net\)](#)
- Dean Lacy og Emerson Niou: *A Theory of Economic Sanctions and Issue Linkage: The Roles of Preferences, Information, and Threats*, THE JOURNAL OF POLITICS, Vol. 66, No. 1, February 2004
- Peter A G van Bergeijk and Charles van Marrewijk, *Why do sanctions need time to work? Adjustment, learning and anticipation*, Economic Modelling, Vol. 12, 1995. (Et omfattende historisk materiale). Kan hentes her: [PII: 0264-9993\(94\)00003-N \(psu.edu\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik-Historie

Den spanske syge og AIDS-epidemien – Hvordan reagerer vi på epidemier?

Præsentation:

Influenzaepidemier er et tilbagevendende fænomen i Danmark, i vor tid med knap så ekstreme resultater som i tidligere perioder. Den spanske syge var en influenzaepidemi. Men andre lande rammes stadig hårdt af epidemier som SARS og nu Zika, og vi kender historiske beretninger om pest- og koleraepidemier. Er der et fælles mønster i, hvordan sådanne epidemier udvikler sig – og hvordan kan man matematisk modellere dette? Der er en række varianter af SRP om dette emne – hver epidemi har sine særtræk, og man kan både vælge en biologisk og en historisk vinkel. Den matematiske modellering bygger på koblede differentialligninger, og fører frem til den såkaldte SIR model.

Du kan orientere dig i emnet via projekter i *Hvad er matematik?* 3, og på denne adresse:

https://www.math.ku.dk/formidling/gymnasiet/studieretningsprojekter/files/Epidemier_nyt.pdf

Skitse til SRP-formulering:

- Giv en kort redegørelse for henholdsvis den spanske syge i årene omkring 1918-20 og for Aids-epidemien i 1980'erne og 90'erne og for hvordan datidens samfund reagerede på de to pandemier.
- Opstil matematiske modeller for udbredelsen af de to epidemier og diskuter i den sammenhæng hvilken betydning de parametre, der indgår i modellen, har. Anvend modellerne til at analysere et selvvalgt datamateriale og giv ud fra din modellering et bud på talværdierne for parametrene samt en fortolkning af disse.
- Undersøg hvordan epidemierne påvirkede mentaliteten under og umiddelbart efter epidemien. Inddrag forskelligartede kilder.
- Diskuter for hver af de to epidemier samtidens vurderinger af smittefare og epidemiernes udvikling, sammenlign reaktionsmønstrene og giv en vurdering af samfundets muligheder for og villighed til at bekæmpe epidemier ud fra den viden man har, bl.a. med baggrund i de matematiske modeller.

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- *Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 3*, kapitel 3A, især afsnit 2.1.2, *Modellering af AIDS epidemien i Danmark*
- *Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 3*, kapitel 7, *Numerisk løsning af differentialligninger*
- *Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 3*, projekt 7.21 *Epidemimodeller*
- *Allman, Elizabeth S. and John A. Rhodes. Mathematical Models in Biology, an introduction.* Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- *Aids-Fondet. (u.d.). Kys Hiv* <https://aidsfondet.dk/kys-hiv>
- *Andreasen, Viggo. Introduktion til matematisk infektionsepidemiologi.* Roskilde: IMFUFA, 2004.
- *Bak Mortensen, G. Den spanske syge*, Københavns biblioteker. 2016
<https://bibliotek.kk.dk/temaer/baggrundsviden/blog/spanske-syge-0>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- **The Henry J. Kasier Family Foundation *Global HIV/AIDS Timeline***
<http://kff.org/global-healthpolicy/timeline/global-hiv-aids-timeline>
- **Influenza-Epidemien og Skolerne.** (1918). Politiken.
- **Sharp, og Hahn, Origins of HIV and the AIDS Pandemic.** Cold Spring Harbor, kan downloades fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3234451/>
- **Mc-Einar. Panik.** Mc Einar, 1989
- **Otto, L. (marts 2003: 3-25). Sygdommen kom som en Eksplosion.** Fortid og Nutid.
- **Press briefing by Larry Speakes.** (15. oktober 1982). The White House Office of the Press Secretary.
- **R. Byerly, C. . The U.S. Military and the Influenza Pandemic of 1918–1919.** Public Health Report, 2010; 125(Suppl 3): 82–91
- **Rahbek, I. C., Influenzaepidemi paa Julemærkesanatoriet November-December 1918.** Ugeskrift for læger 1920.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Gaudi – Cataloniens særprægede arkitekt

Præsentation:

Besøger man Cataloniens hovedstad, Barcelona, så kan man næppe undgå at møde Antonio Gaudis arkitektur - og i mødet med den, undres over, hvad det er man ser. Gaudi var sin helt egen, hans byggestil kan ikke rubriceres ved hjælp af den traditionelle opdeling i stilarter, og han er også på den måde en repræsentant for en del af Europa, der har haft sin helt egen udvikling. Gaudis arkitektur har to inspirationskilder, religionen og naturen, og da han opdager, hvordan man med matematiske metoder kan beskrive den type kurver og flader, han ønsker at anvende i sin arkitektur, går det for ham op i en højere enhed. Den matematik, som Gaudi anvender, hører til differential geometrien, hvor man studerer flader, der er grafer for funktioner af flere variable, paraboloider, hyperbolske paraboloider, vindelflader og kædelinjer – smukke kurver og flader med egenskaber, der er interessante for arkitektur. Du kan få et hurtigt kig på nogle af disse flader i *Hvad er matematik?* 3, kapitel 6. Via filmsitet *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger* kan du se filmen *Skumstrukturer og minimalflader* og orientere dig i projektmaterialer herom:

http://www.lr-web.dk/Lru/microsites/10danskematematikere/steen_markvorsen.html

Skitse til SRP-formulering:

- Giv med udgangspunkt i bilag 1 (Ode to my fatherland) en redegørelse for den samfundsmæssige udvikling i Catalonien i 1800-tallet og begyndelsen af 1900-tallet med særligt henblik på at belyse de nationale strømninger og den "catalanske renæssance".
- I Gaudis arkitektur finder vi en omfattende brug af parabler og ikke mindst kædelinjer, samt af flader med helt særlige krumningsegenskaber. Du skal føre os ind i denne verden, gennemføre en matematisk modellering af kædelinjen, og vise, hvordan vi gennem løsning af en 2. ordens differentialligning kan nå frem til de formler, der giver os kædelinjerne. I Gaudis religiøse verden repræsenterede nogle af hans flader hans begreb om *treenigheden*. Giv en fortolkning af dette og redegør i den forbindelse for det matematiske krumningsbegreb.
- Giv med udgangspunkt i to forskellige tekster en vurdering af Gaudis forhold til og engagement i disse strømninger, og giv eksempler på, hvordan dette engagement ifølge teksterne kan ses genspejlet i hans arkitektur
- Diskuter (med udgangspunkt i billederne af Casa Mila, Casa Batlo og La Sagrada Familia) om Gaudis særlige byggestil hovedsageligt rummer religiøse dimensioner og budskaber eller om hans arkitektur også har særlig indflydelse fra den catalanske nationalisme.

Bilag 1: Uddrag af Aribau, Carles: "Ode to My fatherland" 1833, Fundet på

<https://franciscocenamor.blogspot.dk/2013/01/poema-del-dia-la-patria-de-bonaventura.html>

Oversat fra catalansk

Bilag 2: Casa Batlló, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Casa_Amatller_and_Casa_Batlló.jpg

Bilag 3: Casa Milá, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Casa_Milà_-_Barcelona,_Spain_-_Jan_2007.jpg

Bilag 4: La Sagrada Familia, <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c0/Sagradafamilia-overview.jpg>

Bilag 5: Uddrag fra: Søndergaard, Brix Peter. Modernismo arkitekten Gaudi. Tidsskriftet Sfinx 30.2. 2007. Barcelona og Catalonien

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Bilag 6: Uddrag fra: Munk Andersen, Wivian. Antoni Gaudi y Cornet en fantastisk arkitekt. Fra Tidsskriftet Sfinx. 1981

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 6, *Anden ordens differentiaalligninger*
 - Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, projekt 6.3, *Løsning af differentiaalligningen $y'' + b \cdot y' + c \cdot y = 0$*
 - Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, projekt 6.5, *Løsning af inhomogene anden ordens differentiaalligning*
 - Bjørn Grøn, Minimalflader og kurver med konstant middelkrumning, især afsnit 1 om katenoiden mv. projektmaterialer til film, findes på:
http://www.lr-web.dk/Lru/microsites/10danskematematikere/steen_markvorsen.html
 - Ivan Tafteberg Jakobsen, Antoni Gaudí : Geometrien bag arkitekturen. Matematiklærerforeningen 2011
 - Brannigan, Ann Marie. *Modernisme: an introduction to catalan art nouveau*. Runner bean tours. 2014
 - Cirlot, Juan-Eduardo m.fl. *Gaudí introduction to his architecture*. Spanien: Triangle Postals 2011
 - Christiansen, Kasper, Antoni Gaudí & gotikken. http://www.kasperchristiansen.dk/artikel_gaudi.html
 - Giordano, Carlos og Nicolás Palmisano. *The illustrated biography of Antoni Gaudí (English)*. Barcelona: Dos de Arte Ediciones, 2016
 - Grossman, Rachel. *Universo Gaudí. Architecture Week*. 2003:
http://www.architectureweek.com/2003/0122/news_1-1.html
 - Gijs van Hensbergen. *Gaudi, a Biography*, Harper Perennial 2003
 - Lletra: la renaixenca (the catalan cultural renaissance): <http://www.lletra.net/en/period/la-renaixenca>
 - Søndergaard, Brix Peter. *Modernismo arkitekten Gaudi*. Tidsskriftet Sfinx 30.2. 2007. Barcelona og Catalonien
 - Munk Andersen, Wivian. *Antoni Gaudi y Cornet en fantastisk arkitekt*. Fra Tidsskriftet Sfinx. 1981
 - F. Folguera Grassi og Josep Rafols: *Gaudi 1928*, Rafols var medarbejder hos Gaudi. Genoptrykt i facsimileudgave med den catalanske originaltekst og en oversættelse til engelsk.
 - Smith, Angel. *The Origins of Catalan Nationalism 1770-1898*. UK: Palgrave Macmillan, 2014
 - Storm, Eric. *The Problems of the Spanish Nation-Building Process around 1900*. *National identities*, vol 6, n. 2, 143-157, 2004
 - Zerbst, Rainer. *Gaudí the complete buildings*. Köln: Taschen, 2005
- La Sagrada Familia
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c0/Sagradafamilia-overview.jpg>
- Casa Milá
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Casa_Milà_-_Barcelona,_Spain_-_Jan_2007.jpg
- Casa Batlló
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/14/Casa_Amatller_and_Casa_Batlló.jpg

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Navigationens udvikling i 1700-tallet

Præsentation:

Både for opdagelsesrejsende og for nationer, hvis magt bygger på, at de har en betydelig flåde, er det afgørende at kunne navigere ud over havene. Man kunne meget tidligt bestemme hvilken breddegrad, man befandt sig på, men det var straks sværere med længdegrader. Der er foretaget mange fejlnavigationer gennem tiderne – en af de værste katastrofer var da 4 store skibe i den engelske flåde forliste 22. oktober 1707 ved Scilly øerne i den engelske kanal. Det var den direkte anledning til, at parlamentet udskrev en konkurrence om at få konstrueret et ur, der gik præcist og som kunne tages med på et skib. Før den tid navigerede man hovedsageligt ved hjælp af astronomiske iagttagelser.

Det er et område, hvor der kan skrives mange forskellige srp'er. Den matematik, der anvendes er bl.a. sfærisk geometri, som du kan orientere dig i via et projekt i *Hvad er matematik? 2*, kapitel 7. På hjemmesiden for "geomat", som der linkes til her, kan du finde inspiration til en række forskellige opgaver inden for emnet. http://www.geomat.dk/opdagelser_og_navigation/index.htm

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør for logaritmernes oprindelse, og for hvilke behov, de var med til at dække. Forklar med udgangspunkt i Erlang C, hvordan logaritmetabeller er indrettet.
- Fortæl kort om de navigationsmetoder, der anvendtes ved navigation på havet omkring år 1700 eksempelvis i den engelske flåde og kom herunder ind på de vanskeligheder og begrænsninger, der lå i metoderne.
- Redegør for nogle af de begreber, der anvendes i sfærisk geometri, specielt timevinkelsystemet og horisontsystemet, og giv et bevis for de sfæriske cosinusrelationer.
- Diskuter, hvordan metoderne udviklede sig op gennem 1700-tallet, og kom herunder ind på væsentlige begivenheder, der kan opfattes som drivkræfter bag udviklingen. Demonstrer hvorledes de matematiske metoder i slutningen af 1700-tallet gav muligheder for en mere pålidelig positionsbestemmelse ved at løse opgave 6.60 i Erik Vestergård: En revolution i regnekunsten.

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 4, Logaritmefunktioner og eksponentialfunktioner, især den indledende historie, *Den franske revolutions logaritmefabrik*.
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, Projekt 4.1 *Prosthaphaeresis: Logaritmiske beregninger med sin og cos før logaritmerne blev opfundet*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, Projekt 7.13 *Sfærisk geometri og introduktion til kortprojektioner*
- Undervisningsministeriet, Sfærisk geometri, forberedelsesmaterialet til stx A, net-prøven, 2016
- Jørgen Wittrup: Navigation, bind 1, *Fundamentet for navigation*, Weilbach, 2009
- Jørgen Wittrup: Navigation, bind 5, *Astronomisk Navigation*, Weilbach, 2009
- Søren Thirslund: Træk af navigationens historie 1530-1850. Handels- og Søfartsmuseet på Kronborg, Maritema 2, Helsingør, 1988

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Taftbjerg, Ivan, Astronomisk navigation, GeoMat, http://www.geomat.dk/opdagelser_og_navigation/opdagelser/projektoplaeg/astronomisk_navigation.pdf
- Taftbjerg, Ivan, Månedistancemetoden, GeoMat, http://www.geomat.dk/opdagelser_og_navigation/opdagelser/projektoplaeg/MAANEDISTANCEMETODEN.pdf
- Vestergaard, Erik, En revolution i regnekunsten, *logaritmernes oprindelse, beregning og brug*, Forlaget Abacus 1996
- Vestergaard, Erik, Astronomisk navigation: sfærisk geometri i anvendelse, Matematiklærerforeningen 1997
- Vestergaard, Erik, Begivenheder i navigationens historie, <https://www.matematiksider.dk/navigate/navihist.pdf>
- Wikipedia, History of Navigation, http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_navigation
- Wikipedia, History of Longitude, http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_longitude
- Royal Navy Museum, John Harrison and the finding of longitude, http://www.royalnavalmuseum.org/info_sheets_john_harrison.html

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Opmåling af Danmark i Oplysningstiden

Præsentation:

Skitse til SRP-formulering:

- Gør kort rede for Danmarks historie i slutningen af 1700-tallet, med særlig henblik på at fremdrage nogle karakteristiske træk, der kan begrunde at perioden kaldes for oplysningstiden.
- Analyser ved inddragelse af bilag 1 og bilag 2 den politiske, økonomiske, kulturelle og videnskabelige baggrund for det store projekt om opmålingen af Danmark i årene fra omkring 1760 og frem. Giv en detaljeret redegørelse for fremgangsmåden og opmålingsprincipperne, illustreret med selvvalgte eksempler fra logbøgerne.
- I Caspar Wessels stræben efter at forenkle beregningerne udviklede han som den første i verden en teori om nye to-dimensionelle tal, som vi i dag kalder komplekse tal. Analyser med udgangspunkt i vedlagte kronik (bilag 3), hvilke overvejelser, der førte Casper Wessel frem til netop denne løsning, og illustrer med selvvalgte eksempler, hvordan sider i trekanter kan repræsenteres af komplekse tal, og hvordan vinkler kan fremkomme ved produkter af disse tal.
- Giv én vurdering af, hvordan de matematiske og teknologiske landvindinger var med til at udvikle samfundet i denne periode.

Bilag 1: Ludvig Holberg, Om opmåling af bjerges højder, 1754

Bilag 2: Denis Diderot, Encyklopedie, 1751-52

Bilag 3: Jørgen Ebert, Lillebrors komplekse tal

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 1*, kapitel 6, især det indledende afsnit om Danmarks kortlægning og Caspar Wessel
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 1*, projekterne 6.1, 6.2 og 6.3 handler om Caspar Wessel og de komplekse tal.
- Ebert, Jørgen, Lillebrors komplekse tal, KRONIKEN I POLITIKEN / *Torsdag 8. juni 1995*. Kan findes via *Hvad er matematik? 1*, kapitel 6
- Metz, Georg, De tider, Nyt Nordisk Forlag, 1987, uddrag s 46-83. Brewvveksling i novelleform mellem brødrene Caspar og Johan Hermann Wessel. Kan findes via *Hvad er matematik? 1*, kapitel 6
- Nielsen, Keld, Hvordan Danmarkskortet kom til at ligne Danmark - Foreningen Videnskabshistorisk museums venner
- Olsen, Jørgen, Oplysningstiden. Da det moderne tog form. Systime, 2008. Heri findes de to bilag:
 - Ludvig Holberg, Om opmåling af bjerges højder, 1754
 - Denis Diderot, Encyklopedie, 1751-52
- Vesterguaard, Erik, Matematiksider, her findes specielt: *Matematik og Landmåling*, <http://www.mate-matiksider.dk/projekter/landmaaling.pdf>
- GeoMat, website om opmåling af verden gennem tidermne. <http://www.geomat.dk/>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Det amerikanske befolkningstals udvikling

Præsentation:

I første halvdel af 1800-tallet blev Belgien etableret som en ny nationalstat, og dertil hørte opbygningen af et statsapparat. Der er brug for viden om landets demografi og herunder befolkningstallets forventelige udvikling. Men hvor finder man matematiske modeller for den demografiske udvikling? De fandtes ikke, de må skabes forfra. Men hvordan gør man så det? En af aktørerne, P.-F. Verhulst nåede i 1838 frem til en vækstmodel, der i vor tid har gået sin sejrsgang, men som dengang endte med at blive forkastet og glemt. Mange år efter, omkring 1920 tages modellen op igen af amerikanske videnskabsfolk. Du kan orientere dig om ennet i *Hvad er matematik? 2*, Indledningen til kapitel 6, samt i filmen med Henrik Krah Sørensén på filmsitet *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger* kan du se *Vækst i nationens tjeneste – Hvordan Verhulst fik beskrevet logistisk vækst*: http://www.lr-web.dk/Lru/microsites/10danskematematikere/henrik_kragh_soerensen.html

Skitse til SRP-formulering:

- Giv en redegørelse for udviklingen i USA's befolkningstal med særligt fokus på perioden fra sidste halvdel af 1800-tallet frem til 1921. Undersøg årsagerne på den store befolkningstilvækst, og på de politikker myndighederne formulerede. Inddrag historiens genstandsfelter. (Inddrag kilde 1, 2 og 3 samt mindst en selvfundne kilde).
- I både de europæiske lande og i USA blev der jævnlige gennemført folketællinger, og i løbet af 1800-tallet oprettet statistiske kontorer, der bl.a. skulle give myndighederne et retvisende billede af befolkningstallets udvikling. Redegør for den metode, som den belgiske matematiker Verhulst udviklede, og som førte frem til den model vi i dag kalder den logistiske vækstmodel.
- Sammenlign Verhulst' metode med de forsøg på at gennemføre en matematisk modellering af et befolkningstals udvikling, som Pearl og Reed foretog omkring 1920. Diskuter de rent matematiske krav, som Pearl og Reed opstiller i artiklen fra 1920, vis at den logistiske model opfylder kravene og opstil selv yderligere mindst to funktionsudtryk der tilsvarende opfylder kravene. Inddrag Pearls egen videreudvikling af modellerne i hans artikel fra 1924.
- De matematiske modeller tager sigte på at forudsige noget væsentligt om befolkningstallets udvikling. Pearl og Reeds model for USA's befolkningstals udvikling blev udsat for kritik i deres samtid. Giv en vurdering af kvaliteten af denne kritik og af deres svar på kritikken i de to artikler.

Kilde 1: Reklame. CB&Q brochure, ca. 1879.

<http://www.environmentandsociety.org/exhibitions/railroad/settlement-promotion-burlington-railroad>

Kilde 2: Amerika Utopia? dansklærerforenings forlag, Kbh, 1982, s. 94-96

Kilde 3: Immigration act, 1921.

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, kapitel 6, især afsnit 1, *Den logistiske vækstfunktion og Verhulsts opdagelse*.

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 3* kapitel 3B, især afsnit 2, *Den logistiske differentiaalligning*

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 3.8 Logistisk modellering af Belgiens og af DKs befolkningstal
- Banks, Robert. *Growth and Diffusion Phenomena*. Berlin: Springer-Verlag. 1994
- Borberg, Christian og Jens Damm. *Amerika Utopia?*. København: Daneklærerforeningen/Skov. 1982
- Civil War – Facts, <https://www.nps.gov/civilwar/facts.htm>
- Friiss, Lykke, m. fl.. *Verdens magter*. København: Ræson Medier. 2014
- Hvidt, Kristian. *Danske veje vestpå*. København: Politikens forlag. 1976
- Kingsland, Sharon. *The refractory model: The logistic curve and the history of population ecology*. Chicago: The University of Chicago Press. 1982.
- Michael R. Haines. *The Population og the United States 1790-1920*.
<http://www.nber.org/papers/h0056.pdf>
- Olmanson, Eric. *Promotion and Transformation of Landscapes along the CB&Q Railroad*.
<http://www.environmentandsociety.org/exhibitions/railroad/settlement-promotion-burlington-railroad>
- Pearl, Raymond og Lowell J. Reed. *On the Rate of Growth of the Population og the United Staes since 1790 and its Mathematical Representation*. Washington DC: Proceedings of the National Academy of Sciences. 1920
- Population from 1790-2010 - United States Census Bureau.
<https://www.census.gov/topics/population/data.html>
- Raymond Pearl. *The Biology of Population Growth*. New York: Alfred A. Knopf. 1924
- Raymond Pearl. *The curve of population growth*. Philadelphia: American Philosophical Society. 1924
- Sørensen, Henrik Kragh og Danielsen, Kristand og. *Vækst i nationens tjeneste*. København: MatematikLærerforeningen. 2014
- Sørensen, Henrik Kragh, *Historien om logistisk vækst*, film: http://www.lr-web.dk/Lru/micro-sites/10danskematematikere/henrik_kragh_soerensen.html

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Videnskaben i imperiets tjeneste – Lord Kelvins kortlægning af tidevandsbevægelserne

Præsentation:

I 1800 tallet, efter sejren over Napoleon er England verdens absolut stærkeste magt. Det er et enormt imperium, der omfatter store dele af det afrikanske kontinent, den indiske halvø, områder i Mellemøsten, Sydøstasien, Australien og Canada. Imperiets magt bygger først og fremmest på flåden. Men selv om man er verdens stærkeste sømagt, kan man have behov for hurtigt at søge ly i en af imperiets mange havne – man kan man komme derind? England har selv erfaringer med meget store tidevandsbevægelser i Kanalen, og en række steder på kloden findes samme fænomen. Men tidevandsbevægelser er ikke ens fra år til år, så hvad gør man? Man tager videnskaben til hjælp. Du kan orientere dig i den spændende fortælling i *Hvad er matematik?* 3, kapitel 1.

Skitse til SRP-formulering:

- Der ønskes en analyse af den britiske flådes betydning for udbredelsen og opretholdelsen af det britiske imperium i anden halvdel af 1800 tallet, herunder specielt en vurdering af realismen i Englands strategiske mål udtrykt i den såkaldte "two power standard".)
- Giv en kort redegørelse for baggrunden for og formålet med etableringen af Tidal Comitte, og forklar hvorfor lord Kelvin valgte at anvende Fourieranalyse som sit matematiske værktøj i løsningen af opgaven med at forudsige tidevandsbevægelser i alle imperiets havne.
- Giv en grundig redegørelse for Fourieranalyse, hvor du både giver en teoretisk udledning af Fourierkoefficienterne for en given kendt periodisk funktion, og demonstrerer teorien gennem anvendelsen af den på mindst to selvvalgte funktioner. Endelig skal du forklare, hvordan man håndterer den praktiske situation, hvor man ikke kender funktionsudtrykkene, men alene har en grafisk repræsentation.
- Slutteligt ønskes med udgangspunkt i forløbet omkring Lord Kelvins udvikling af tidevandsmaskinen en diskussion af, i hvilket omfang Storbritanniens evne til at inkorporere teknologisk og videnskabelig forskning og opfindelser i udviklingen af flåden bidrog til dens førerposition i perioden.

Bilag

Bilag 1: Uddrag fra Black, Jeremy: "The British Seaborne Empire, p. 187-190. Yale University Press. New Haven and London.

Bilag 2: The Tides: Sir William Thomson (Lord Kelvin)

Evening Lecture To The British Association At The Southampton Meeting on Friday, August 25, 1882 (Uddrag)

Fra: http://zapatopi.net/kelvin/papers/the_tides.html

Fag: Matematik A sammen med Historie

Litteratur og materialer:

- British Naval Policy - 1890-1920, <https://www.globalsecurity.org/military/world/europe/uk-rn-policy2.htm>

- Naval Defence Act 1889, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Naval_Defence_Act_1889

Bennett, Brett M. And Hodge, Joseph M. M.fl. Science and Empire, Knowledge and

networks of science across the British Empire, 1800-1970. England: Palgrave

Macmillian 2011.

- David Edgar Cartwright , Tides – A Scientific Story , især s 97-104. Findes som Google Book

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Silvanus Phillips Thompson , The Life of Lord Kelvin, Bind 2, især s. 729-734. Findes som Google Book
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 1, Trigonometriske funktioner, især afsnit 1, *Tidevandets musik*
- Gert Uttenthal: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 16, Fagligt samarbejde Matematik-Musik, afsnit 4, *Fourieranalyse*
- Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 10, *Fourieranalyse*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 1.3 *Fourierrække r- modellering af tidevandssvingn*
- History of Tidal Analysis and Prediction, <https://www.tidesandcurrents.noaa.gov/predhist.html>
- Tide-predicting machine, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Tide-predicting_machine
- The Kelvin Library, Various Writings of Lord Kelvin, specielt opslaget: The Tides (1882) <https://zapa-topi.net/kelvin/papers/>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Panserslaget ved Kurskbuen

Præsentation:

Da Nazityskland og dets allierede i juni 1941 angriber Sovjetunionen sker med en hærstyrke på 4,5 mio. mand og over en front på 2.900 km. Verden har aldrig set noget lignende, og som det skete med Frankrig og andre lande kommer angrebet med en sådan voldsomhed at tyskerne i løbet af det første halve år udsletter eller tilfangetager 3,5 mio. sovjetiske soldater. Men i modsætning til Frankrig sker der ikke det ventede kollaps, tyskerne bliver stoppet foran Moskva og foran Leningrad, og kampene om Stalingrad ender med deres første store nederlag. Men den tyske hær er stadig formidabel stærk og forbereder i sommeren 1943 en ny offensiv, der skal give dem initiativet. De er imidlertid ikke klar over at den sovjetiske krigsproduktion er kommet i gang i Sibirien, så da tyskerne indleder offensiven ved Kurskbuen 6. juli 1943 er det to enorme hærstyrker hver med rådighed over tusinder af tanks og pansrede køretøjer, der konfronterer hinanden. Slaget varer 14 dage, og især 8. dagen er gået over i krigshistorien som verdenshistoriens største panserslag – denne dag tårner en kvart million mand og 500 tanks fra hver side sammen på slagmarken. I dette kaos blev der hver dag foretaget minutiøse optællinger af mandskab og materiel, hvad har vi mistet, hvor mange har vi i aktion, hvor mange i reserven osv. Disse data er tilgængelig for en analyse, der kan være med til at afdække slagets karakter. Metoden hertil er en model udviklet af en engelsk matematiker, Lanchester. Matematikken, der anvendes, er koblede differentiaalligninger. Du kan orientere dig nærmere om materialer og metoder i *Hvad er matematik?* 3, Indledningen til kapitel 6 samt tilhørende projektmaterialer, bl.a. med studier fra amerikanske militærakademier.

Skitse til SRP-formulering:

- Der ønskes en redegørelse for forløbet af 2. Verdenskrig frem mod slaget ved Kurskbuen i 1943. Du skal med udgangspunkt i selvvalgte kilder undersøge, hvorfor Tysklands situation ændrer sig i løbet af 1943.
- Opstil Lanchesters forskellige differentiaalligningsmodeller til beskrivelse af en kamp mellem to styrker, og analyser i særlig grad den lineære og den kvadratiske model med henblik på at kunne karakterisere de slag, der kan beskrives af sådanne modeller.
- Inddrag det empiriske materiale fra Kursk databasen i en implementering af modellerne, og diskuter ud fra din databehandling, hvorvidt Lanchesters modeller kan bidrage til en karakteristik af slaget, herunder betydningen af teknologi contra antallet af styrker.
- Der ønskes en vurdering af mulige årsager til, at Tyskland tabte 2. Verdenskrig; herunder betydningen af slaget ved Kurskbuen.

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 6, *Anden ordens differentiaalligninger*. Især indledende afsnit 1: *Panserslaget ved Kurskbuen*, og afsnit 6: *Koblede differentiaalligninger*.
- Dinges, John A. Exploring the validation of lanchester equations for the battle of Kursk, Monterey, Californien: Naval postgraduate school, 15. juni 2001. *Findes via Hvad er matematik?* 3, kapitel 6
- Turker Turkes, Fitting Lanchester and other equations to The Battle of Kursk data Monterey, Californien: Naval postgraduate school, 15. juni 2001. *Findes via Hvad er matematik?* 3, kapitel 6
- F. W. Lanchester, *Mathematics in Warfare*, in *The World of Mathematics*, J. Newman ed., vol.4, 2138-2157, Simon and Schuster (New York) 1956; Dover 2000.
- Clausen, Svend. *Krig på formler – Betragtninger over kampmodeller af Lanchestertypen*,

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Forsvarets forskningstjeneste, august 1988.

- Baktoft, Allan, Matematik i virkeligheden, Afsnit om *Lanchesters model*. Forlaget Natskyggen, 2011

- Niall MacKay, Lanchester combat models, kan downloades fra <https://arxiv.org/abs/math/0606300>, Indeholder også en god litteraturliste

- Beevor, Antony. Anden verdenskrig. Overs. af Anders Juel Michelsen. København: Lindhart og Ringhof, 2013.

- Frankson, Anders og Niklas Zetterling. Slaget om Kursk – Historiens største panserslag.

Overs. af Lars Rosenkvist. Oslo: Ascheoug, 2004.

- Goebbels, Joseph. Nation, Rise Up, and Let the Storm Break Loose, Calvin College -

German propaganda archive: <http://research.calvin.edu/german-propagandaarchive/goeb36.htm>

- Lammers, Karl Christian. 2. Verdenskrig, *Den store danske*, Gyldendal:

http://denstoredanske.dk/Geografi_og_historie/Milit%C3%A6re_forhold_og_krigshistorie/Anden_Verdenskrig/2._Verdenskrig

- Stalin, Josef. Speech at the Celebration Meeting of the Moscow Soviet of Working People's

Deputies and Moscow Party and Public Organizations, 6. November 1943 :

<https://www.marxists.org/reference/archive/stalin/works/1943/11/06s.htm>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Enigma i 2. Verdenskrig

Præsentation:

Krigsførende magter har fra Cæcars tid og til i dag bestræbt sig på at skabe en sikker kommunikation fra et hovedkvarter og ud til fronten, og ikke mindst en kommunikation, der ikke har kunnet brydes af fjenden. Men parallelt med bestræbelserne på at sikre sin egen kommunikation har man bestræbt sig på at bryde fjendens krypterede meddelelser.

Under 2. verdenskrig betjente den tyske overkommando sig af forskellige versioner af den såkaldte Enigma-maskine til at udsende sine dagsbefalinger. Kodningsprincippet i Enigma-maskinen var allerede udviklet i 1920'erne, og den var overlegen i sin enkle funktionalitet – der skulle ikke sidde kryptologer i skyttegrave og ubåde og dechiffere, men i stedet skulle alle enheder have kopier af selve maskinen, der ligner en gammel-dags skrivemaskine.

Dekodningen sker ved at køre den kodede tekst igennem en gang til! Men man skal kende indstillingerne. På DTU har de en original kopi af en Enigma-maskine, og har matematikere der er eksperter i Enigma-maskinens styrker og svagheder. Koden blev brudt, så den engelske ledelse normalt kunne få oplysninger om tyskernes manøvrer i Nordatlanten med få timers forsinkelse.

Der findes et erindringsmateriale fra kodebrydernes arbejde i Bletchley Park, som kunne indgå som et historisk kildemateriale. Matematikken bag kodebrydningen hentes i teorien for permutationsgrupper. Du kan her finde et rigt materiale, både om arbejdet i Bletchley Park og om matematikken:

<http://www.matematiksider.dk/enigma.html>

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør kort for den betydning, som forbindelsen over Nordatlanten havde for englænderne i første del af 2. verdenskrig, og hvorfor det derfor var afgørende for tyskerne at kunne hemmeligholde og for englænderne at kunne dekryptere information om, hvor de tyske skibe og ubåde befandt sig.
- Forklar, hvordan den tyske kodemaskine Enigma maskinen er bygget op og fungerer og begrund hvorfor tyskerne troede, at Enigmakoden var ubrydelig. Vælg en kort tekst, og vælg selv nogle indstillinger på en af de tidlige Enigmamaskiner, og demonstrer hvordan maskinen virker, ved at kryptere din besked.
- Redegør for teorien for permutationsgrupper, der blev anvendt i brydningen af enigmakoden, og demonstrer teorien ved at løse et antal selvvalgte opgaver. Diskuter ud fra permutationsteorien styrker og svagheder i krypteringen med Enigma, og forklar, hvorledes englænderne kunne anvende deres viden om maskinens opbygning til at bryde koden. Du skal i den forbindelse bevise *The theorem that won WWII*, jfr vedlagte bilag. (findes i Tuma, s. 96ff)
- Diskuter hvilken betydning brydningen af Enigma fik for England i 2. Verdenskrig.

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

- Rebecca Belovin, Cracking the Enigma, <http://www.imperial.ac.uk/~rbellovi/writings/enigma.pdf>
- Casselman, Bill, Marian Rejewski and the First Break into Enigma, En AMS artikel, <http://www.ams.org/publicoutreach/feature-column/fcarc-enigma>
- Chris Christensen, Polish Mathematicians Finding Patterns in Enigma Messages, MATHEMATICS MAGAZINE, VOL. 80, NO. 4, OCTOBER 2007
- Dade, Louise; Navy M3/M4 Enigma Machine Emulator, 2006, <http://enigma.louisedade.co.uk/enigma.html>

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Hinsley, Harry, The Influence of ULTRA in the Second World War, En samtale med Harry Hinsley, der arbejdede i Bletchley Park under krigen. <http://www.cix.co.uk/~klockstone/hinsley.htm>
- Knudsen, Lars Ramkilde, Enigma - elektromekanisk krypteringsmaskine, video fra DTU, <https://www.daily-motion.com/video/x30wt2b>
- Knudsen, Lars Ramkilde, Gruppeteori og Enigma, Noter u.å fra DTU
- Kodlu; answer to "How many possible Enigma machine settings?", 2012, fra <http://crypto.stackexchange.com/questions/33628/how-many-possible-enigma-machine-settings>
- Rejewski, Marian, An application of the theory of permutations in breaking the Enigma cipher, kan downloades fra <https://eudml.org/doc/264403>
- Rejewski, Marian; How polish mathematicians broke the Enigma cipher, IEEE Annals of the history of computing, 1981, p.213-234, Dårlig kopi kan hentes via: <https://pdfs.semanticscholar.org/1962/111bfaaf868b478f1024c2cd45d003cdf7a.pdf>
- Tuma, Jiri, Permutation Groups and the Solution of German Enigma Cipher, <http://users.monash.edu/~gfarr/research/tuma-enigma.pdf>
- Vestergaard, Erik; Matematiksider, specielt: 3. Enigmas virkemåde, og Enigma opgaver <http://www.matematiksider.dk/enigma.html>
- Wussing, Hans; The Genesis of the Abstract Group Concept: A Contribution to the History of the Origin of Abstract Group Theory, Courier Dover Publications, 2007 , p. 94

- Anglo-German naval treaty, 1935, p.1, fra https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc163948/m2/1/high_res_d/n_03930.pdf
- Bjerg, Hans Christian. Slaget om Atlanterhavet i Den Store Danske, Gyldendal: <http://denstoredanske.dk/index.php?sideId=160908>
- Faurholt, Niels Ole, Hvor stor betydning havde de allieredes brydning af Enigmatogrammerne for 2. Verdenskrigs forløb?, Krigshistorik tidsskrift, 2009, p. 32
- David Kahn: "Codebreaking in World Wars I and II: The Major Successes and Failures, Their Causes and Their Effects", The Historical Journal, Vol. 23, No.3. (Sep.1980), pp. 617-639.
- Rakus-Andersson, Elisabeth, The Brains behind the Enigma Code - Breaking before the Second World War, Artikel i samleværk: *Mathematics and War* (red. Bernhelm Boos og Jens Høyrup)
- Syrett, David; The defeat of the German U-boats: The Battle of the Atlantic, Studies in Maritime History, , 1994, University of South Carolina Press; Reprint edition, 2010
- Wikipedia; Plot of Uboats sunk per month in Atlantic in WW2, *Battle of the Atlantic*, 2016, fra https://en.wikipedia.org/wiki/Battle_of_the_Atlantic#/media/File:Uboats_sunk_smaller.jpg

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Brydningen af Enigma-koden og betydningen heraf for udviklingen af 2. verdenskrig

Præsentation:

Krigsførende magter har fra Cæcars tid og til i dag bestræbt sig på at skabe en sikker kommunikation fra et hovedkvarter og ud til fronten, og ikke mindst en kommunikation, der ikke har kunnet brydes af fjenden. Men parallelt med bestræbelserne på at sikre sin egen kommunikation har man bestræbt sig på at bryde fjendens krypterede meddelelser. Under 2. verdenskrig betjente den tyske overkommando sig af forskellige versioner af den såkaldte Enigma-maskine til at udsende sine dagsbefalinger. Kodningsprincippet i Enigma-maskinen var allerede udviklet i 1920'erne, og den var overlegen i sin enkle funktionalitet – der skulle ikke sidde kryptologer i skyttegrave og ubåde og dechiffreere, men i stedet skulle alle enheder have kopier af selve maskinen, der ligner en gammeldags skrivemaskine. Dekodningen sker ved at køre den kodede tekst igennem en gang til! Men man skal kende indstillingerne. På DTU har de en original kopi af en Enigma-maskine, og har matematikere der er eksperter i Enigma-maskinens styrker og svagheder. Koden blev brudt, så den engelske ledelse normalt kunne få oplysninger om tyskernes manøvrer i Nordatlanten med få timers forsinkelse. Der findes et erindringsmateriale fra kodebrydernes arbejde i Bletchley Park, som kunne indgå som et historisk kildemateriale. Matematikken bag kodebrydningen hentes i teorien for permutationsgrupper. Du kan her finde et rigt materiale, både om arbejdet i Bletchley Park og om matematikken:

<http://www.matematiksider.dk/enigma.html>

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør for betydningen af forbindelsen over Nordatlanten for Englænderne under første halvdel af 2. verdenskrig.
- Forklar hvordan Enigma maskinen er bygget op og fungerer og begrund hvorfor tyskerne troede, at Enigmakoden var ubrydelig. Vælg en kort tekst, og vælg selv nogle indstillinger på en af de tidlige Enigmamaskiner, og demonstrer hvordan maskinen virker, ved at kryptere din besked. Redegør for matematikken i Enigmamaskinen og demonstrer forskellige sider af teorien for permutationsgrupper bl.a. ved at løse opgaverne i et antal selvvalgte opgaver. Diskuter ud fra permutationsteorien styrker og svagheder i krypteringen med Enigma, og forklar, hvorledes englænderne kunne anvende deres viden om maskinens opbygning til at bryde koden.
- Undersøg årsagerne til briternes sejr i Nordatlanten, herunder hvordan kryptering og dekryptering blev brugt og vurder hvilken betydning englændernes delvise dekryptering af koden havde for slagets udfald. Inddrag vedlagte tekster af Fauerholt (Bilag 1) og Keegan (Bilag 2)

Bilag 1: Fauerholt, Niels Ole: *Hvor stor betydning havde de allieredes brydning af Enigmatogrammerne for 2. verdenskrigs forløb?* Krigshistorisk tidsskrift, Årg. 45, nr. 2 (2009) s. 30-32

Bilag 2: Keegan, John: *Intelligence in War*, Hutchinson, London, 2003, s. 369-371 og 378-379

Fag: Matematik A og Historie A

Litteratur og materialer:

se den foregående variant: **Enigma i 2. Verdenskrig**

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Ukrainekrisen – analyseret med hjælp af spilteori

Præsentation:

Spilteori er en relativ ny matematisk disciplin, der blev udviklet for at kunne håndtere situationer, hvor en række rationelt handlende aktører har en række forskellige og konfliktende handlemuligheder. De har hver deres interesser i at optimere en evt gevinst, men samtidig, hvis tingene ikke udvikler sig gunstigt for dem, er de interesserede i at minimere tab. Man gambler ikke vildt, da meget står på spil. Du kan søge på "fangernes dilemma", og her få et arketyrisk eksempel på en situation, hvor spilteori er et egnet analyseredskab som grundlag for en beslutning. I studiet af internationale konflikter, som konflikten om Ukraine, kunne en spilteoretisk analyse være et interessant supplement til en udredning af de politiske, økonomiske og historiske og en diskussion af effekten af økonomiske og politiske sanktioner.

Skitse til srpformulering:

- Undersøg årsager til Ruslands annektering af Krim og USA's reaktion herpå.
- Konflikter som Ukrainekrisen kan ofte analyseres med anvendelse af matematisk spilteori. Giv en præsentation af den grundlæggende tankegang og metode i spilteori, og redegør for nogle af de centrale resultater, først og fremmest indholdet i *minimax-sætningen*. Illustrer indholdet i minimax-sætningen med nogle selvalgte eksempler, hvor aktørerne kan vælge blandede strategier.
- Opstil en spilteoretisk model for Ukrainekrisens forløb, og anvend din model til at diskutere parternes optimale handlemuligheder
- Diskuter med udgangspunkt i ovenstående spilteoretiske model og teorier fra international politik om politiske og økonomiske sanktioner kan forventes at medvirke til at få Rusland til at ændre politik i forhold til Ukraine.

Fag: Matematik A og Samfundsfag A

Litteratur og materialer:

- Mads Leth: *Spilteori og Dilemmaregning*, 2016, Rysensteen Gymnasium,
- Erik Bennelke, note til spilteori
- Thomas S. Ferguson, *Game Theory, Part II. Two-Person Zero-Sum Games*, University of California at Los Angeles, kan hentes her: [GAME-THEORY-Thomas-S.Ferguson.pdf \(mina.moe\)](#)
- Mira Scarvalone, *GAME THEORY AND THE MINIMAX THEOREM*, [Scarvalone.pdf \(uchicago.edu\)](#)
- Nikolaj de Fries: *Cuba-krisen og matematiske spil*, oplæg til srp fra KU, se oversigten s. 8ff
- Branner, Hans: ***Global Politik*** (2011)
- Richard E. Ericson, Lester A. Zeager, *Ukraine Crisis 2014: A Study of Russian-Western Strategic Interaction*, Peace Economics Peace Science and Public Policy, 2015, kan hentes her: [\(PDF\) Ukraine Crisis 2014: A Study of Russian-Western Strategic Interaction \(researchgate.net\)](#)
- Dean Lacy og Emerson Niou: *A Theory of Economic Sanctions and Issue Linkage: The Roles of Preferences, Information, and Threats*, THE JOURNAL OF POLITICS, Vol. 66, No. 1, February 2004
- Peter A G van Bergeijk and Charles van Marrewijk, *Why do sanctions need time to work? Adjustment, learning and anticipation*, Economic Modelling, Vol. 12, 1995. (Et omfattende historisk materiale). Kan hentes her: [Pii: 0264-9993\(94\)00003-N \(psu.edu\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Oldtidens græske samfund – argumentation og diskussion træder ind på historiens scene

Præsentation:

Oldtidens græske samfund frembragte gennem 800 år - fra omkring 600 fvt. (med bla. Pythagoras) til omkring 200 evt (med bla. Ptolemaios) – talrige fremragende kunstnere, videnskabsmænd og filosoffer. Ikke mindst Perikles' Athen i 400-tallet, i årene efter sejren i Perserkrigene og Alexandria i 300-tallet opviser en koncentration af talentfulde frembringelser inden for kunst og videnskab, som vi stadig vender tilbage til. En af årsagerne er utvivlsomt, at vi her for første gang i verdenshistorien oplever, at argumentet og diskussionen træder ind på scenen. Det gælder i alle aspekter af samfundets liv. Der er mange konflikter, ikke mindst med Sparta, men i Athen selv og siden i Alexandria formår filosoffer og matematikere – der ofte er samme person – at fastholde argumentets rolle. Platon og Euklid er to af de store skikkelser, hvis tanker kom til at præge Europa lige siden. I et studieretningsprojekt kunne man dykke ned i forskellige af samtidens kilder, undersøge den rolle diskussionen og argumentet spiller og studere nogle elementer fra Euklids matematik, hvor det logiske argument er rendyrket. Det var Euklid, der ifølge overleveringen fastholdt matematikkens demokratiske karakter, her er alle lige, idet kun argumentet tæller – ”der er ingen kongevej til matematikken” skulle han have svaret den ægyptiske konge, der mente, der måtte være en lettere vej.

Skitse til srpformulering:

Fag:

Litteratur og materialer:

Man kan orientere sig i *Hvad er matematik? C*, kapitel 10 om Matematik og kultur. Kapitlet, der især handler om den græske tanke, er udgivet som selvstændig bog under titlen *Hvad er matematik? – Og kulturfag*.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Racismen i USA – en analyse og diskussion af dens systemiske karakter |
| Præsentation: |
| I dette projekt vil vi undersøge <i>racefordomme</i> i USA: Bliver de sorte diskrimineret i forhold til de hvide? Fx har det været påstået at retssystemet ikke er så farveblindt som det måske burde være. For at undersøge dette har man kigget på dødstallene for 326 retssager, hvor den anklagede risikerede dødsstraf |
| Skitse til srpformulering: |
| |
| Fag: |
| Litteratur og materialer: |
| Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 2, Projekt 9.15 Racefordomme i USA og Simpsons paradoks Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: Hvad er matematik? 2, Projekt 9.13 Chi-i-anden fordelingen |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Billeder og mønstre i den muslimske tradition – med særligt fokus på vægudsmykningen i Alhambra

Præsentation:

Alhambra ("Det røde slot") er en borg sydøst for Granada i Andalusien. Slottet er bygget af maurerne mellem 1248 og 1354. Siden 1984 har det stået på UNESCOs verdensarvliste og er Spaniens største turistattraktion. Borganlægget er enormt stort, og er ikke mindst berømt for sine vægudsmykninger med geometriske mønstre. Om disse er på papir eller direkte på væggen, så kalder man dem for *tapeter*, idet de skal kunne sættes sammen vandret og lodret, så det fremstår som ét billede. Dvs det skal opfylde regler for parallelforskydninger, spejlinger, drejninger på 180 grader og kombinationer af disse. I moderne matematik kan man vise, at der findes 7 principielt forskellige friser og 17 principielt forskellige tapeter. Den matematik, har de mauriske kunstnere naturligvis ikke kendt, men der har tydeligvis været en omfattende empirisk viden blandt dem, for Alhambra-fliserne indeholder næsten alle, hvis ikke alle, de sytten matematisk mulige tapetgrupper. Der er en diskussion om ikke en af dem mangler. Men det er en unik bedrift inden for kunstens verdenshistorie. M. C. Eschers besøgte stedet i 1922 og hans undersøgelse af den mauriske brug af symmetrier i Alhambra-fliserne inspirerede hans efterfølgende arbejde med "fliseoverdækninger".

Skitse til srpformulering:

1. Redegør kort for baggrunden for maurernes århundredlange tilstedeværelse i Spanien, samt for hvordan dette satte et markant præg på den arkitektoniske stil i denne periode.
Gør i særlig grad rede for Alhambras tilblivelse, udformning og funktion gennem tiden. herunder den særlige udsmykning med vægmønstrene i paladset.
Analyser udsmykningen set i relation til den muslimske kulturkreds' holdning til billedgengivelser,
2. Beskriv de grundlæggende principper i gruppeteori. Kom bl.a. ind på en gruppes virkning på en mængde samt andre relevante egenskaber ift. resten af opgaven. Gennemgå beviset for Burnside's lemma.
3. Redegør for hvordan Burnside's lemma kan anvendes til at afgøre, **hvor mange** principielt forskellige kombinationer med gentagende mønstre i 2D, der findes. Illustrer metoden ved at anvende den på en lignende, men mere simpel situation
4. Diskuter, hvordan geometriske mønstre kan have en betydning for menneskers forståelse af og forsøg på beherskelse af deres omverden

Fag: Matematik A med Historie A, eller med Religion eller Billedkunst

Litteratur og materialer:

Johan P Hansen, *Symmetri grupper. Burnside's lemma*. Århus Universitet 1993.

Ivan Koswara, Patrick Corn, Samir Khan, *Burnside's Lemma*, [Burnside's Lemma | Brilliant Math & Science Wiki](#)

Burnside's lemma: counting up to symmetries

Miroslav Olsak: [Burnside's lemma: counting up to symmetries - YouTube](#)

Jenny Jin, *Analysis and Applications of Burnside's Lemma*, MIT-kursus, [Jenny Jin paper.pdf \(mit.edu\)](#)

Wiki: [Wallpaper group - Wikipedia](#) (præsenterer alle 17 tapetmønstre)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Da mennesket kom i centrum – opdagelsen af centralperspektivet i renæssancen

Præsentation:

I de første årtier af 1400-tallet udvikler kunstnere, videnskabsmænd og arkitekter i Firenze i Norditalien en helt måde at male og gengive virkeligheden eller deres egne indre billeder, så beskueren så billedet, som om han så motivet for første gang. I kirken Santa Maria Novella i Firenze maler Masaccio en fresco med Jesus på korset, og den blev beskrevet som at man så direkte ind gennem murværket. Centralperspektivet, som er den tekniske betegnelse for metoden, sætter beskueren i centrum: Kunstneren, eller jeg der ser det samme som kunstneren gjorde, ved at stille mig et bestemt sted i forhold til billedet, vi gør os til centrum af verden. Det er os, der ser, og fx ikke Gud, der ser os. Dette udtryk for det selvbevidste menneske, der her træder ind på verdenshistoriens scene, fanger i et glimt, den nye periode, som eftertiden har kaldt renæssancen. Der er mange varianter af srp'er mellem historie og matematik om dette emne. Matematik giver indsigt i, hvorfor og med hvilke midler centralperspektivet virker. Der er en meget righoldig litteratur om emnet, og du kan dels orientere dig i afsnittet i jeres historiebog, dels i *Hvad er matematik? 2*, projekt 7.16, som rummer den indledende fortælling fra *Hvad er matematik? A*, kapitel 5

Skitse til SRP-formulering:

- Der ønskes en redegørelse for renæssancen i Italien som periode med særligt fokus på økonomisk, kulturel og kunstnerisk udvikling.
- Med udgangspunkt i vedlagte kilde ønskes en undersøgelse af synet på individet og kunstnerens rolle i renæssancen, og demonstrer med selvvalgte billeder og fresker fra første del af 1400-tallet, hvilken betydning opdagelsen og anvendelsen af centralperspektivet fik for denne udvikling.
- Redegør for perspektivtegningens grundlæggende begreber, sætninger og metoder, herunder specielt distancepunkt-konstruktionen og synsvinkel-konstruktionen. Analyser de to vedlagte billeder, Lorenzettis "Den gode regering" fra omkring 1340, og Rafaels "Skolen i Athen" fra omkring 1510, og diskuter ud fra dem styrker og svagheder ved centralperspektivet.
- Vurdér, om renæssancen som periode - med særligt fokus på kunst og menneskesyn - kan ses som et udtryk for kontinuitet eller brud.

Fag: Matematik A sammen med Historie A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? A*, kapitel 5, især afsnit 1: *Mennesket i centrum – opdagelsen af centralperspektivet*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, projekt 7.16 *Perspektivgeometri*
- Andersen, Kirsti. *Geometrien Bag Perspektivet*. København: Matematiklærerforeningen, 1993.
- Bryld, Carl-Johan. *Verden Før 1914: I Dansk Perspektiv*, især kapitlet *Renæssance Og Reformationen 1400 - 1648*. Systime, 2010.
- Danielsen, Kim Beck. *Fra Antikken Til Reformationen*. 2nd ed. Vol. 1. Gyldendal 2009.
- Frederiksen, Hans Jørgen. *Den Gode Og Den Dårlige Regering. Den Store Danske*. Gyldendal, [http://denstoredanske.dk/Kunst_og_kultur/Billedkunst/Hovedv%C3%A6rker - europ%C3%A6isk billedkunst/Den gode og den d%C3%A5rlige regering](http://denstoredanske.dk/Kunst_og_kultur/Billedkunst/Hovedv%C3%A6rker_-_europ%C3%A6isk_billedkunst/Den_gode_og_den_d%C3%A5rlige_regering)
- Hvidt, Kristian. *Europa: 1000 års Historie*. Gyldendal, 2007.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik- Dansk

Formidlingsopgaven (forsk og fortæl)

Der er mulighed for – i et samarbejde mellem dansk på den ene side og matematik / sciencefag på den anden side – at gennemføre en noget anderledes SRP, hvor der lægges stor vægt på evnen til at formidle et interessant emne inden for matematik eller science. Opgaven vil have nogenlunde denne form:

- (Opgavens titel / emne).
- Du skal redegøre for (et interessant / spektakulært matematisk emne)
- Med udgangspunkt i din matematiske udredning, skal du udarbejde en artikel om (Opgavens titel / emne). Artiklen skal rumme en behandling af (en udspecificering af kravene til hvilke matematiske emner der skal inddrages, herunder evt ukendt bilagsmateriale). Artiklens målgruppe er den typiske læser i et populærvidenskabeligt tidsskrift (som Illustreret Videnskab).
- Din besvarelse skal med inddragelse af retoriske og argumentationsteoretiske overvejelser begrunde den valgte formidlingsform i relation til målgruppen. Du bestemmer selv, om begrundelsen indleder eller afslutter besvarelsen.

Eksempler på dette:

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A lady Tasting Tea - starten på den moderne statistik |
| Præsentation: |
| A LADY declares that by tasting a cup of tea made with milk she can discriminate whether the milk or the tea infusion was first added to the cup: We will consider the problem of designing an experiment by means of which this assertion can be tested. Sådan indleder en af det 20. århundredes mest berømte statistiker, Ronald Fischer den artikel, hvor han grundlagde den moderne statistiks fundamentale begreber: Nulhypotese, randomisering, signifikansniveau mv. Projektet er en guided læsning af skriftet hvorigennem alle centrale begreber i statistikken repeteres |
| Skitse til srpformulering: |
| |
| Fag: Mat A, Dansk |
| Litteratur og materialer: |
| Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: <i>Hvad er matematik?</i> 3, Projekt 9.12 <i>A lady Tasting Tea</i> |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kryptologi svært at forstå, men umuligt at undvære i det moderne samfund |
| Præsentation: |
| |
| Skitse til srpformulering: |
| <ul style="list-style-type: none">– Redegør for hvorfor primtal er så interessant som værktøj i kryptologi. Giv en kort og koncentreret fremstilling af RSA-systemet, hvor du selv vælger nogle enkelte elementer som bevises, eller hvor beviser skitseres.– Skriv en artikel, hvor du sætter nutidens kryptosystemer ind i et historisk perspektiv, med eksempler fra oldtidens samfund og hvor Bluetooth er et af de nyeste skud på stammen, med brugen af elliptiske kurver til at lave det "handshake", der gør, at vi trådløst kan forbinde os sikkert til bilen eller til computeren.– Artiklens målgruppe er en typisk læser af Illustreret Videnskab.– Endelig skal du reflektere over og diskutere de gennemæssige overvejelser i forbindelse med udarbejdelse af den populært formidlende opgave, både mht. indhold og selve formidlingen. |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Omfang: 20-25 sider foruden bilag, data og et evt større illustrerende billedmateriale |
| Fag: Matematik A og Dansk A |
| Litteratur og materialer: |
| Peter Landrock: <i>Kryptologi med brug af primtal</i> , samt: Peter Landrock: <i>Kryptologi med elliptiske kurver</i> . Begge Film i serien: <i>10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger</i> Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: <i>Hvad er matematik?</i> 3, kapitel 0 afsnit 3 og tilhørende projekter. |

Eksempler på spektakulære fortællinger

Formidlingsopgaven giver muligheder for at skrive srp om spektakulære emner indenfor matematik og science, som man er meget optaget af, men hvor det er svært at finde et andet fag som naturlig partner. Udfordringen er, at man både skal kunne gå videnskabeligt i dybden med det valgte emne, og skrive en god formidlende artikel om emnet, samt at kunne gennemføre en danskfaglig refleksion over formidlingsdelen.

Der er **mange matematiske emner**, der kan være udgangspunkt for formidlingsopgaven. Fx:

- Uendelighed. (Materiale: indledning til *Hvad er matematik?* 3, kap 7, indledende fortælling)
- Ubrydelige koder. (Materiale: *Hvad er matematik?* 3 kap 0, afsnit 3, samt tilhørende projekter)
- Fejlkorrigerende koder – hvordan når signaler fra Mars sikkert frem. (*Hvad er matematik?* 3 kap 0, afsnit 2, samt tilhørende projekter)
- Eulers polyedersætning. (Materiale: *Hvad er matematik?* 1, projekt 0.2 *Eulers polyedersætning – Hvad er et matematisk bevis*, samt: *Hvad er matematik – og kulturfag?*, afsnit 2.4 om Lakatos' *Proofs and Refutations*)
- Regnbuens matematik (Materiale: *Hvad er matematik?* 2, kap 1, indledende fortælling)
- Terningens fordobling, Vinklens tredeling og cirkelns kvadratur – oldtidens tre uløste problemer (Materiale: *Hvad er matematik?* 2, Projekt 3.7 *Tredeling af en vinkel*, samt *Hvad er matematik?* 3, Projekt 0.7 *Vinklens tredeling og konstruerbare tal*)
- Da Danmarkskortet blev til – om Caspar Wessels opdagelse af de komplekse tal i arbejdet med at opmåle Danmark (Materiale: *Hvad er matematik?* 1, kap 8, indledende fortælling, samt tilhørende projektmaterialer)
- Challengerulykken – hvordan matematikken afslørede den katastrofale fejl (Materiale: *Hvad er matematik?* 3, projekt 8.22 *Challenger-ulykken*)
- Kaosteori – hvordan en sommerfugls vingeslag i Mexico kan skabe en tornado i Colorado (Materiale: *Hvad er matematik?* 2, kapitel 0, afsnit 1, samt Projekt 0.4 *Iteration og kaos*)
- Primtal – er der et system? – og hvorfor er de så interessante (Materiale: *Hvad er matematik?* 1, Projekt 7.9 *Euklids algoritme, primtal og primiske tal*, samt Peter Landrock: *Kryptologi med brug af primtal*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*)
- De fem platoniske legemer – hvorfor der lige er fem – og deres rolle i Keplers model over solsystemet (*Hvad er matematik?* 1, kapitel 0, afsnit 3, samt: projekt 0.6 *Keplers verdensbillede og de regulære polyedre*)
- Euklids Elementer - Den aksiomatiske opbygnings påvirkning af vestlig kulturhistorie (Materialer: *Hvad er matematik?* 3, kap 2, Projekt 2.20. *Struktur og sammenhæng i Euklids Elementer*, samt: *Hvad er matematik – og kulturfag?*, afsnit 1.3, *Euklids matematik*)
- Poul la Cours eksperimenter med vindenergi på Askov Højskole (Materiale: *Hvad er matematik?* 2, kap 5A, indledende fortælling)
- Det kan ikke være tilfældigt – statistik og intuition illustreret med bomberegningen over London (Materiale: *Hvad er matematik?* 2, kap 9, indledende fortælling)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

- Den falske Vermeer – afsløret med matematiske metoder (Materiale: *Hvad er matematik?* 3, kap 3A, indledende fortælling)
- Cirkelns kvadratur – symbolet på hvad der er umuligt (Materiale: *Hvad er matematik?* 3, kap 2, indledende fortælling)
- Tidevandets musik – afsløret af Kelvins mageløse maskiner (Materiale: *Hvad er matematik?* 3, kap 1, indledende fortælling)
- Sæbeboblers matematik (Materiale: Steen Markvorsen: *Skumstrukturer og minimalflader*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*)
- Googles algoritmer udkonkurrerede alle andre søgemaskiner (Materiale: Søren Eilers: *Googles algoritmer*, Film i serien: *10 danske matematikere – 10 matematiske fortællinger*)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Den mystiske sag om hunden i natten

Præsentation:

En roman af Marc Haddon om en Asperger-drengs forhold til og brug af matematik i håndtering af sit kaotiske liv. Flere aspekter af matematik kan sættes i fokus, i dokumentet, der linkes til er der mest fokus på primtallenes egenskaber, men der kan skrives lige så interessante opgaver med inddragelse af fx kaos-teori og fraktaler.

https://www.math.ku.dk/formidling/gymnasiet/studieretningsprojekter/files/Autisme_ny.pdf

Skitse til SRP-formulering:

Analyser Mark Haddons roman, *Den mystiske sag om hunden i natten*, med særligt henblik på kompositionsprincip, personkarakteristik og sprog og stil.

I din analyse af hovedpersonen Christopher og hans forhold til omverdenen skal du inddrage begreberne *orden* og *kaos*, og i den forbindelse give en matematisk redegørelse for disse begreber, illustreret med Feigenbaum-systemet.

Forklar, hvad det var for et mønster, Feigenbaum opdagede i de iterative systemer, og diskuter, hvad dette har med begreberne orden og kaos at gøre.

Fag: Matematik A og Dansk A

Litteratur og materialer:

- *Hvad er matematik?* B, kapitel 6, især afsnit 1 om *kaosteori*
- *Hvad er matematik?* 2, kapitel 0, *Iteration og kaos*
- *Hvad er matematik?* 2, projekt 0.2 *Supertiltrækkende cykler*, og projekt 0.4, *Iteration og kaos*
- Famous Authors: Mark Haddon. <http://www.famousauthors.org/mark-haddon>
- Gleick, James. *KAOS – En ny videnskabs tilbliven*. Munksgaards Forlag, 1990
- Haddon, Mark: *Paintings*. <http://www.markhaddon.com/artwork/paintings>
- Haddon, Mark. *Den mystiske sag om hunden i natten*. Rosinante, 2003
- Jakobsen, Kurt. *Fra Lineær Vækst til Kaos*. Lademann Læremidler A/S, 1989
- Astington, Janet Wilde: *The Development of Theory of Mind in Early Childhood*, <http://www.child-encyclopedia.com/sites/default/files/textes-experts/en/588/the-development-of-theory-of-mind-in-early-childhood.pdf>
- Lars Peter Rømhild: *dannelsesroman i Den Store Danske*, Gyldendal. <http://denstoredanske.dk/index.php?sideId=61309>
- Lorenz, Edward: *Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?: The American Association for the Advancement of Science*, 1972.
- Mullan, John. *Letters Patent*, <http://www.theguardian.com/books/2004/may/08/markhaddon>
- Peitgen, Jürgens og Saupe: *Fractals for the Classroom*. New York: Springer-Verlag, 1992
- Wikipedia: *Butterfly Effect*. https://en.wikipedia.org/wiki/Butterfly_effect#History
- Wikipedia: *Chaos Theory*. https://en.wikipedia.org/wiki/Chaos_theory
- Wikipedia: *Mark Haddon*. https://en.wikipedia.org/wiki/Mark_Haddon

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

The Imitation Game – Turings kamp for at bryde Enigma

Præsentation:

Skitse til SRP-formulering:

- Der ønskes en analyse af filmen "The Imitation Game" med særligt henblik på genre, komposition, fortælle-teknik og personkarakteristik af den filmiske person Allan Turing. Giv en vurdering af, hvad der er filmens centrale tema.
- Filmens baggrundsfortælling er historien om de engelske matematikeres arbejde med brydningen af Enigma-koden. Giv en kort redegørelse for, hvordan enigmamaskinen virkede og analysér, hvorfor tyskerne opfat-tede enigmakoden den som ubrydelig. Giv en kort fremstilling af den centrale ide bag den historiske Allan Turings arbejde med at bryde koden.
- Filmens titel er et citat fra en artikel af Allan Turing skrevet i 1950 om det begreb, vi i dag kalder en *Turing-test*. Forklar, hvad dette begreb går ud på, analyser hvilken rolle det spiller i filmen, og diskuter, i hvilken for-stand dette kunstneriske greb fører os længere væk fra den historiske Allan Turing eller om det omvendt gi-ver os et værktøj til bedre at forstå den historiske Turings kamp med sine maskiner. Inddrag vedlagte uddrag af en artikel, et brev og en rapport i din analyse.
- Den historiske Allan Turing skjulte ikke sin homoseksualitet, men der er ikke noget historisk belæg for, at dette var et issue for dem, der arbejdede i Bletchley Park under krigen. Diskuter, hvorfor filmens instruktør vælger at eksponere dette, og hvilken virkning dette har for den samlede oplevelse af filmen.

Bilag 1: http://www.alanturing.net/turing_archive/archive/index/tunnyreportindex.html

Bilag 2: <http://www.turingarchive.org/browse.php/K/1/43>

Bilag 3: Turing, A.M. (1950). Computing machinery and intelligence. Mind, 59, 433-460

Fag: Matematik A og Dansk A

Litteratur og materialer:

- Hinsley, Harry, The Influence of ULTRA in the Second World War, En samtale med Harry Hinsley, der arbejdede i Bletchley Park under krigen. <http://www.cix.co.uk/~klockstone/hinsley.htm>

- se iverdigt litteraturlisterne til de øvrige Enigma – projekter under 'Matematik-Historie'

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Det moderne gennembrud – forestillinger om arv og miljø i perioden 1850-1914

Præsentation:

På bunden af *Det moderne gennembrud* ligger nye tanker om forholdet mellem arv og miljø, som voksede frem i denne periode. Disse tanker kom til at påvirke litteratur, kunst, religion, samfundsdebat og videnskab. Hvert fag, man arbejder sammen med, kan bidrage righoldigt til emnet. I begyndelsen af perioden præsenterer Darwin sin evolutionsteori med princippet om *naturlig selektion*. Danmark var et af de første lande, der fik en oversættelse til eget sprog – af forfatteren IP Jacobsen. Den litterære og i et vist omfang kunstneriske strømning *naturalismen* var stærk påvirket af Darwins tanker om at *udvikling* er en helt fundamental kategori. . Gennem de sidste årtier af 1900-tallet opstår tanker om, at vi kan og bør styre arveprocesser, for derved at udrydde uønskede egenskaber. *Eugenik* blev opfattet som noget positivt, og mange samfundstænkere, politikere og videnskabsfolk, som eftertiden har sat højt, var tilhængere af eugenik. Som fx den danske grundlægger af den eksperimentelle biologi, Wilhelm Johannsen, der er ophavsmand til begreber som *gen*, *genotype* og *fænotype*. Men få år efter løfter Hardy og Weinberg teorien om recessive og dominante gener op på et nyt niveau og påviser, at man ikke via styring af forplantning kan udrydde uønskede egenskaber.

Skitse til srpformulering:

- Det centrale i Darwins hypoteser og teorier.
- Udviklingstanken contra skabelsesforestillingen. Hypoteser og teorier.
- Litterære værker med temaer om arv og miljø og med fokus på udvikling af det enkelte menneske
- Mendels love og den eksperimentelle metode.
- Hardy Weinberg og populationsgenetikken – udviklingstanken og eugenikkens oprindelse.

Fag: projekt med andre fag som biologi, religion, historie og dansk

Litteratur og materialer:

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 10.1 *Perioden: 1850-1914: Samspillet mellem den videnskabelige og kunstneriske udvikling og ændringerne i menneskesynet*. Projektet, der indholder et stort antal litteraturhenvisninger, kan hentes via dette projekt: [kap9 Projekt 9 5 om Darwins Mendels og Hardy Weinbergs arvelighedslove.pdf \(lr-web.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik-Engelsk

The Curious Incident of the Dog in the Night-Time

Præsentation:

En roman af Marc Haddon om en Asperger drengs forhold til og brug af matematik i håndtering af sit kaotiske liv. Flere aspekter af matematik kan sættes i fokus, i dokumentet, der linkes til er der mest fokus på primtallenes egenskaber, men der kan skrives lige så interessante opgaver med inddragelse af fx kaosteori og fraktaler.

https://www.math.ku.dk/formidling/gymnasiet/studieretningsprojekter/files/Autisme_ny.pdf

Skitse til SRP-formulering:

- Der ønskes en analyse og fortolkning af Mark Haddons roman, *The Curious Incident of the Dog in the Night-time (2003)* med særlig henblik på genre, komposition og personkarakteristik.
- I din analyse af hovedpersonen Christopher, hans forhold til omverden og hans udvikling skal du inddrage begreberne *orden* og *kaos*, og i den forbindelse give en matematisk redegørelse for disse begreber, illustreret med Feigenbaum-systemet.
- Inddrag Edward Lorenz artikel *Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?* (1972) i en perspektivering af din analyse. Bilaget er vedlagt.

Fag: Matematik A og Engelsk A

Litteratur og materialer:

- Bjørn Grøn, Bjørn Felsager, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* B, kapitel 6, især afsnit 1 om *kaosteori*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 2, kapitel 0, *Iteration og kaos*
- Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 2, projekt 0.2 *Supertiltrækkende cykler*, og projekt 0.4, *Iteration og kaos*
- Famous Authors: Mark Haddon. <http://www.famousauthors.org/mark-haddon>
- Gleick, James. *KAOS – En ny videnskabs tilbliven*. Munksgaards Forlag, 1990
- Haddon, Mark: *Paintings*. <http://www.markhaddon.com/artwork/paintings>
- Haddon, Mark. *The Curious Incident of the Dog in the Night-Time*. Jonathan Cape, 2003
- Jakobsen, Kurt. *Fra Lineær Vækst til Kaos*. Lademann Læremidler A/S, 1989
- Astington, Janet Wilde: *The Development of Theory of Mind in Early Childhood*, <http://www.child-encyclopedia.com/sites/default/files/textes-experts/en/588/the-development-of-theory-of-mind-in-early-childhood.pdf>
- Lorenz, Edward: *Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?*: *The American Association for the Advancement of Science*, 1972.
- Mullan, John. *Letters Patent*, <http://www.theguardian.com/books/2004/may/08/markhaddon>
- Peitgen, Jürgens og Saupe: *Fractals for the Classroom*. New York: Springer-Verlag, 1992
- Wikipedia: *Butterfly Effect*. https://en.wikipedia.org/wiki/Butterfly_effect#History
- Wikipedia: *Chaos Theory*. https://en.wikipedia.org/wiki/Chaos_theory
- Wikipedia: *Mark Haddon*. https://en.wikipedia.org/wiki/Mark_Haddon

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Flatland |
| Præsentation: |
| <p>I 1884 skrev den engelske forfatter Abott Abott en fortælling <i>Flatland</i> om en kugleformet verden, hvorpå der boede 2-dimensionelle væsner, vi kan kalde fladlændere. Hvis en fladlænder rejser vestpå i deres verden, vil han på et tidspunkt komme tilbage østfra, og det er helt ubegribeligt for dem, fordi de hverken forestille sig krumme rum eller rum med mere end 2 dimensioner. Tænksomme fladlændere, der ræsonnerer sig til, at de i virkeligheden lever i et 3-dimensionelt rum, bliver erklæret for kættere.</p> <p>Bogen satte med sin direkte fortælling fokus på <i>dimensionsbegrebet</i>. Vi bor i et 3-dimensionelt rum – eller gør vi? Måske er vi som fladlænderne, der blot ikke kan forestille sig en verden i 4 dimensioner eller et 3-dimensionalt krumt rum. For hvem kan forestille sig et rum, der krummer? Men overvejelserne fra trekanten på en kugle kan generaliseres. Hvis vi kunne finde en tilstrækkelig stor trekant i universet og måle vinkelsummen til at være forskellig fra 180°, så er det et argument for, at vores rum er krumt. Måske er det endda en del af en større verden. Bogen satte samtidig som en allegori fokus på det moralsk bornerte viktorianske samfund.</p> |
| Skitse til srpformulering: |
| |
| Fag: Matematik A, Engelsk |
| Litteratur og materialer: |
| <p>Du kan orientere dig om 'Flatland' i <i>Hvad er matematik? 1</i>, kapitel 0, afsnit 2 om <i>parallelaksiomet og Flatland</i>, og i projekt 0.1 <i>Flatland – A romance of many dimensions</i>. Via bogens website er der adgang til yderligere materiale, bla. et uddrag af filmen.</p> <p>Der er mange måder, hvorpå flatland kan indgå i et projekt. bla: https://www.math.ku.dk/formidling/gymnasiet/studieretningsprojekter/files/Flatland_nye.pdf_copy</p> |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik-idræt

Præstationsfremmende midler

Præsentation:

Præstationsfremmende midler anvendes både af elitesportsfolk og af sportsudøvere på lavere niveau samt af mange motionister. En lang række stoffer er forbudte dopingmidler som testosteron, blodtransfusion og EPO. Der findes mange midler, der er tilladte, men hvis virkning også er tvivlsom, fx koffein og kosttilskud. Stoffet kreatin skiller sig ud, idet det er tilladt og en række forsøg viser, at det fremmer præstationer i nogle discipliner.

Kreatin blev opdaget af den franske videnskabsmand Michel-Eugène Chevreul i 1835. Han fandt stoffet i kød og efterfølgende fandt man ud af, at det forekommer naturligt i musklerne i kroppen.

Kreatin har stor betydning for vores evne til at udføre kortvarigt, intensivt arbejde, og derfor er kreatintilskud efterhånden blevet meget populært. I dag er kreatin et af de populæreste supplementer til styrketræning grundet dets evne til at øge energiomsætningen i musklerne.

Matematisk anvendes statistisk analyse. Det kan fx være χ^2 -fordelingen, men man kan også inddrage andre metoder som t-test i analyse af, hvilken indflydelse kreatin-supplement har for præstationsevnen.

Skitse til SRP-formulering:

Kreatin som supplement

Gør rede for hvordan den tværstribede muskel er opbygget og herunder kreatins rolle i forbindelse med muskelkontraktion. Giv endvidere en detaljeret fysiologisk forklaring på hvorfor indtagelse af ekstra kreatin kan virke præstationsfremmende på en aktivitet som bænkpres.

Der ønskes en redegørelse for det statistiske begreb χ^2 - fordeling, inddrag variabelens måleniveau og korrelationskoefficienten Pearson r. Giv en grundig forklaring på formlen for teststørrelsen Q.

Med udgangspunkt i Bilag 1 ønskes en analyse af, hvilken indflydelse kreatinsupplement har for bl.a. bænkpres. Statistisk test skal inddrages.

Analyser på baggrund af bilagene hvordan indtagelsen af kreatin kan optimeres.

Diskuter fordele og ulemper ved at bruge kreatin som præstationsfremmende middel.

Bilag 1: Volek, S. et al. (1999) *Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training*, Medicine & Science in Sports & Exercise, Volume 31(8), pp 1147-1156, Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

Bilag 2: Hultman, E. et al. (1996) *Muscle creatine loading in men*, J Appl Physiol, Jul; 81(1), pp. 232-237

Fag: Matematik A og Idræt B

Litteratur og materialer:

Links

<http://news.bodylab.dk/artikler/909-det-neuromuskulaere-system> (d. 8 dec. 2013) (artikel af Jagd, Thomas)

http://www.denstoredanske.dk/Krop,_psyke_og_sundhed/Sundhedsvidenskab/Cellebiologi_og_almen_histologi/muskel (6 dec. 2013)

<http://maxer.dk/videoer/kreatin-og-dets-fysiologiske-virkning> (7. Dec. 2007) (artikel af Hvidtfeldt, Danni)

http://subsites.eqaagym.dk/nr/biologi/roholt/cellebiologi/cytoskelettet/side_4a.html (5. dec. 2013) (Figur, der viser de forskellige lag i en muskelfiber)

<http://www.netdoktor.dk/sport/doping/artikler/kreatin.htm> (13. Dec. 2013) (artikel af Møller, Marianne)

Bøger

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? C*, kapitel 9 om Chi-i-anden fordelingen.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Findes også som Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 2, projekt 9.13

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 8.10 *Hypotesetest med anvendelse af t-test*

William D. McArdle, M.fl. "*Exercise physiology - Energy, Nutrition & Human Performance sixth edition*". Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins: 2007.

Volek, S. "*Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training*". 1999 Lippincott Williams & Wilkins, inc.:599- 600,604: august 1999. Indeholder tabeller med talmateriale til statistiske test. (Vedlagt som **Bilag 1** i min problemformulering)

Hultman, E. M.fl. "*Muscle creatine loading in men*". The American Physiological society: 232-236 1996. (Vedlagt som **Bilag 2** i min problemformulering)

R. C., Harris. M.fl. "*Elevation of creatine in resting and exercise muscle og normal subjects by creatine supplementation*". 1992: 367-374

Birthe Møller Nielsen: "*Kroppen i fokus*", Nucleus Forlag 2012

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Styrketræning

Præsentation:

Skeletmuskulaturen styrkes både ved at indtage den rigtige kost og ved at gennemføre en bestemt type styrketræning. Kostens betydning kan fx undersøges ved at fokusere på proteintilskud, og samtidig sikre, at deltagerne stort set indtager samme kost over undersøgelsesperioden. I denne del af undersøgelsen er det vigtigt at foretage overvejelser, om undersøgelsen kan gennemføres som blindede test.

Hvilken type af styrketræning er den optimale, og er det samme svar for alle testpersoner. Der kan laves en aftale med brugere af et bestemt fitness-center, hvor deltagerne gennemfører forskellige programmer, som derefter sammenlignes ved statistiske metoder.

Det kan fx være χ^2 -fordelingen, men man kan også inddrage andre metoder som t-test i analyse af, hvilken indflydelse kreatin-supplement har for præstationsevnen.

Skitse til SRP-formulering:

Redegør for hvordan en skeletmuskel er opbygget og hvordan man skal træne for at opnå muskelhypertrofi samt beskriv kostens betydning for muskelhypertrofi.

Beskriv og begrund opbygningen af et træningsprogram der har til formål at skabe hypertrofi.

Redegør for brug af test i idræt og specifikt for hypotesetest ved hjælp af t-test for parrede observationer. Herunder skal du gennemregne opgaven i bilag 1.

Analyser artiklen "The Effect of Whey Isolate, Creatin and Resistance Training on Strength, Body Composition, and Plasma Glutamine". (Det forventes ikke at du redegør for statistiske metoder så som ANOVA test, Tuckeys test og SEM)

Vurder og diskuter hvilken indflydelse protein har på opbygningen af muskelmasse.

Bilag 1: Opgave om t-test

Bilag 2: "The Effect of Whey Isolate, Creatin and Resistance Training on Strength, Body Composition, and Plasma Glutamine. Paul J et. al. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2006, 16, 494-509

Fag: Matematik A og Idræt B

Litteratur og materialer:

Links

Aktiv Træning. (2013). Hvad går full range of motion ud på? Hentet 16. 12 2015 fra Aktiv Trænings hjemmeside: <http://aktivtraening.dk/traening/styrketraining/hvad-gaar-full-range-of-motion-ud-paa>

Brad Jon Schoenfeld, A. A. (2013). The effect of protein timing on muscle strength and hypertrophy: a meta-analysis. Hentet 15. 12 2015 fra Journal of the international society of sports nutrition: <http://www.jissn.com/content/10/1/53>

Elliott, D. (2010). Articles - Volume Vs. High Intensity: Which Style Of Training Is Best For Growth? Hentet fra Muscle and strength: <https://www.muscleandstrength.com/articles/volume-vs-high-intensity-which-style-training-best-growth.html>

Gebel, E. (Marts 2011). How the body uses carbohydrates, protein and fats. Hentet fra Diabetesforecast organisation: <http://www.diabetesforecast.org/2011/mar/how-the-body-uses-carbohydrates-proteins-and-fats.html?referrer=https://www.google.dk/>

Bøger

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? C*, kapitel 9 om Chi-i-anden fordelingen.

Findes også som Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik? 2*, projekt 9.13

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* 3, Projekt 8.10 Hypotesetest med anvendelse af t-test

Bidstrup, B. B., Mortensen, S., Nielsen, S. E., & Rasmussen, I. M. (2011). *Fysiologibogen - den levende krop* (1. udg.). Århus C: Nucleus - Foreningen af Danske Biologers Forlag ApS.

Howley, S. K. (2012). *Exercise Physiology - Theory and Application to Fitness and Performance*. McGraw-Hill Companies, Inc. .

Klausen, B. S. (2011). *Menneskets Fysiologi - Hvile og arbejde* (3. udg.). København: FADL's Forlag A/S.

Kristensen, L. B. (2013). *Matidræt* (1. udg.). Viborg: Systime.

Larsen, L. K. (2015). *Sportsernæring* (2. udg.). København: Forfatterne og Munksgaard, København.

Paul J. Cribb, A. D. (2006). *Effects of Whey isolate, Creatine, and Resistance Training on Muscle Hypertrophy*. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*.

William D. McArdle, F. I. (2015). *Exercise Physiology - Nutrition, Energy, and Human Performance*. Wolters Kluwer Health.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Det skrå kast |
| Præsentation: (identisk med tilsvarende under mat-fys) |
| <i>Det skrå kast</i> er meget velegnet til SRP og kan bruges i mange sammenhænge. Man kan filme forskellige typer af skrå kast og analysere dem bagefter. Desuden kan man prøve at modellere bevægelsen, så man kan sammenligne bevægelse og model. |
| Skitse til SRP-formulering: |
| <ul style="list-style-type: none">• Gør kort rede for teorien bag det skrå kast uden luftmodstand. Redegør for det skrå kast med luftmodstand ved at opstille de relevante differentialligninger.• Redegør for, hvordan man kan løse differentialligninger numerisk, kom herunder specielt ind på Runge-Kutta metoden.• Planlæg og udfør eksperimenter til undersøgelse af det skrå kast med og uden luftmodstand. Det kan fx være kast med en kuglestødkugle og et clearslag fra badminton. Løs de tilhørende differentialligninger numerisk.• Analysér og vurder dine eksperimentelle resultater, og sammenlign med de numeriske løsninger. |
| Fag: Matematik A sammen med Fysik A eller Idræt B |
| Litteratur og materialer: |
| Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: <i>Hvad er matematik?</i> 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5 |

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Det skrå kast – med luftmodstand og skru

Præsentation: (identisk med tilsvarende under mat-fys)

Beskrivelsen af det skrå kast (spark / slag) indgår i mange forskellige aktiviteter, som kuglestød, badminton, fodbold og golf. I alle praktiske sammenhænge indgår luftmodstand, og man ved også fra forskellige sportsgrene, at en bolds bane kan påvirkes betydeligt ved at give den skru.

I en modellering vil man ofte nå frem til differentialligninger, men ikke kan løse eksakt, men det er alligevel interessant at analysere problemet til bunds. Man kan forsøge at opnå eksakte løsninger ved at foretage tilnærmelser. Man kan gennemføre en løsning med numeriske metoder, hvor man fx går i dybden med de såkaldte Runge Kutta-metoder. Man kan filme forskellige typer af skrå kast og analysere dem bagefter. På mange golfbaner har de udstyr til at lave radarmålinger af de enkelte golfslag, hvor man får bestemt mange forskellige parametre og får kurverne ud direkte. Nogle opgaver kan have fokus på at optimere et bestemt spark i fodbold eller slag i golf. Du kan orientere dig i et materiale herom i *Hvad er matematik? A*, kapitel 11 (samarbejde mellem matematik og fysik). Kapitlet foreligger i en foreløbig version, der kan rekvireres

Skitse til SRP-formulering:

- Gør kort rede for forskellige golfkøllers udformning og betydningen for brugen, den mest optimale måde at ramme en golfbold på samt en golfbolds opbygning.
- Planlæg og udfør eksperimenter til belysning af forskellene på et udvalg af golfkøller. Undersøg herunder hvor meget energi, der overføres fra køllen til bolden.
- Redegør for kræfterne på en golfbold efter skuddet. Opstil differentialligninger for golfboldens bevægelse efter skuddet. Bestem banekurven ved hjælp af Runge-Kutta metoden for mindst et udvalgt tilfælde.
- Analysér og vurdér dine eksperimentelle resultater og sammenlign med teorien.

Fag: Fag: Matematik A, sammen med Fysik A eller Idræt B

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 5

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Får sorte fodboldspillere flere røde kort end hvide?

Præsentation:

En undersøgelse af, om fodbolddommerne er mere tilbøjelige til at give sorte end hvide fodboldspillere et rødt kort, viser, at forskellige statistiske analyser med det samme datagrundlag kan give vidt forskellige svar på samme spørgsmål. I sæsonen 2012-2013 blev der for 2.053 spillere i de bedste ligaer i England, Tyskland, Frankrig og Spanien indsamlet data om, hvor mange røde kort hver spiller modtog, og hvilke dommere der havde uddelt dem – suppleret med oplysninger om spillerens plads på holdet, højde og vægt samt en vurdering af spillerens hudfarve. Dette omfattende materiale blev stillet til rådighed for 29 forskningsgrupper. 20 af disse svarede efterfølgende ja til, at sorte spillere fik flest røde kort. De øvrige grupper fandt ikke, at der var statistisk belæg for denne påstand. To undersøgelser tyder endog på, at sorte spillere får færre røde kort, end hvide spillere gør. De statistiske metoder spænder vidt, fra **lineær regression, over sandsynlighedsregning og baysiansk statistik, odds-ratio metoder, binomialmodeller, simpel korrelationsanalyse, visuelle overvejelser over scatterplot og histogrammer, ANOVA og ANCOVA, chi-i-anden, Poisson-modeller, negativ binomialmodel, logistisk regression og endnu flere.**

Skitse til srpformulering:

- Giv en fremstilling af, i hvilke sammenhænge der uddeles rødt kort, og inddrag her overvejelser om, hvor præcis / upræcis reglerne er.
- Redegør for undersøgelsens overordnede resultat, som den fremstilles i ingeniørens artikel.
- Udvælg nogle af forskningsgruppernes analyser til en detaljeret granskning. Du skal vælge mindst to forskellige metoder, og vælge mindst to, der anvender grundlæggende samme metode. Kommenter ligheder og forskelle i konklusioner, og diskuter om forskel i resultater kan skyldes forskel i metoder.
- Diskuter om der i denne crowd-analyse ligger en særlig mulighed for at finde "rigtige" svar. Inddrag i din afsluttende diskussion en samtale / et interview med en professionel statistiker.

Fag: Matematik A, Idræt

Litteratur og materialer:

Jens Ramskov: *Statistikere dybt uenige: Får sorte fodboldspillere flere røde kort end hvide?* Artikel i Ingeniøren 8. nov 2015. Artiklen kan hentes her: [Statistikere dybt uenige: Får sorte fodboldspillere flere røde kort end hvide? | Ingeniøren](#)

Det omfattende materiale analyseres her: [PsyArXiv Preprints | Many analysts, one dataset: Making transparent how variations in analytical choices affect results](#)

Alle forskningsgruppernes materialer findes her: : [OSF | Many analysts, one dataset: Making transparent how variations in analytical choices affect results](#)

I Bjørn Grøn, Bodil Bruun, Olav Lyndrup: *Hvad er matematik?* kan du finde fremstillinger af *Regressionsmodeller* (Bind 1, kap 1), *Sandsynlighedsregning* (Bind 1, kap 9), *Beskrivende statistik* (Bind 1, kap. 2), *Binomialmodeller* (Bind 2, kapitel 9), *Normalfordelingsmodeller* (Bind 3, kapitel 8), *Regressions og korrelationsanalyse* (Bind 3, kap 9), *Chi-i-anden fordelingen* (Bind 2, projekt 9.13), *t-test* (Bind 2, projekt 8.10), *Estimationsteori* (Bind 2, projekter 9.2 og 9.4).

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik og musik

Fibonacci og gyldne snit i digtning og musik

Præsentation:

Det gyldne snit er et tal, der repræsenterer det snit, der skal lægges på en snor, for at de to stykker anvendt som sider i et rektangel, giver det mest harmoniske af alle rektangler. Det er jo ikke en særlig præcis definition, mest harmonisk defineres dernæst som et rektangel, der har den egenskab, at når vi skærer det maksimale kvadrat væk, så er det tilbageværende lille rektangel ligedannet med det oprindelige. Hermed er det givet en så præcis definition, at man kan beregne dets størrelse.

Det viser sig, at hvis man fortsætter denne proces med at fjerne kvadrater inden i stadig mindre rektangler, så tegner der sig for ens indre øje en kurve, der forbinder punkterne, hvor kvadraterne er snittet væk. Denne kurve er en logaritmisk spiral, som man i naturen finder i sneglehuse eller i solsikkefrøenes spiralmønstre.

Fibonacci-tallene er 1,1,2,3,5,8,13,21,... Det viser sig, at hvis man udregner forholdene mellem to efterfølgende tal i Fibonacci-talrækken, $1/1$, $2/1$, $3/2$, $5/3$, $8/5$, $13/8$, $21/13$... så vil disse forhold nærme sig tallet, vi har defineret som det gyldne snit. Tæller vi fx antallet af højrespiraler og antallet af venstrespiraler, som frøene i fx en solsikke eller en grankogle, så er det to efterfølgende Fibonacci-tal.

Tallene har fascineret digtere som Inger Christensen og Klaus Høeck og komponister som Per Nørgård – og måske Bach, Debussy og andre? Det strides forskerne om.

Skitse til srpformulering:

(Afhænger af hvad du vælger af musik – se ideerne i materialerne nedenfor)

Fag: Matematik og Musik A

Litteratur og materialer:

Du kan orientere dig om Fibonacci-tallene og det gyldne snit i *Hvad er matematik? 2*, Projekt 2.1 *Det gyldne snit og Fibonacci-tallene*.

Jan Egballe: *Det gyldne snit i musikken*, projektoplæg kan hentes her: [Microsoft Word - Det gyldne snit i musik.doc \(ku.dk\)](#)

Jan Henrik Egballe, Thomas Meesenburg: *Anvendelse af det gyldne snit og Fibonacci-tal i nyere kunstmusik.*, projektoplæg kan hentes her: [Microsoft Word - Det Gyldne Snit Og Fibonacci-tal i musik.doc \(ku.dk\)](#)

Gert Uttenthal: *Hvad er matematik? 3*, kapitel 15, Fagligt samarbejde Matematik-Musik

Gert Uttenthals website: [MUSIK - GJ \(frborg-gymhf.dk\)](#)

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Tonesystemer og klaverstemninger, svingninger og fourieranalyse, gyldne snit og kædebrøker

Præsentation:

Samarbejdsmulighederne mellem matematik og musik er meget store. Den grundlæggende teori om musik er opstået ved en kombination af overvejelser om klang og matematiske beregninger. Det går tilbage til Pythagoræerne, men ikke mindst i barokken tog det form med bl.a. Bachs udforskning af de forskellige måder, man kan stemme sit instrument på. Matematisk støder man på en række "paradokser" i forsøget på med brøkgregning at løse spørgsmål om harmonier, og dette kan føre ind i kædebrøkernes verden. Bachs Wohltemperierte Klavier har haft afgørende indflydelse på den vestlige musik siden, og detailstudier kan også give anledning til at undersøge om han – eller siden andre som Mozart eller Debussy – direkte eller indirekte har været påvirket af forestillingen om det harmoniske gyldne snit. Man kan også gå en anden vej og studere lyden og klangen ud fra matematikken i harmoniske (sinus-)svingninger, og måske nå frem til fourieranalyse, hvor man analyserer hvilke rene svingninger en kompleks klang i virkeligheden består af.

Skitse til srp-formulering:

(afhænger af, hvilket emne du vælger)

Fag: Matematik A og Musik A

Litteratur og materialer:

- Gert Uttenthal: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 15, Fagligt samarbejde Matematik-Musik,
- Gert Uttenthals website: [MUSIK - GJ \(frborg-gymhf.dk\)](http://MUSIK - GJ (frborg-gymhf.dk))

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Synthesizeren og dens lyd og rolle i moderne musik.

Præsentation:

Når et band spiller, når lyden til os via svingninger i luften, der matematisk kan beskrives som bølgefænomener, og som modelleres med sinus og cosinus-funktioner. Først i 1800-tallet opdagede Fourier, at lyden fra en trompet eller et klaver, der bliver bedt om at spille et rent A fx, i virkeligheden består af en række toner, grundtonen med sin frekvens og så en række overtoner med frekvenser, der alle er et helt tal ganget grundfrekvensen. Med den indsigt nåede Fourier også frem til, at man kunne splitte en kompleks lyd op i dens bestanddele ved det, vi i dag kalder Fourieranalyse. Du kan orientere dig i et materiale herom i *Hvad er matematik?* 3, kapitel 15 (samarbejde mellem matematik og musik).

Skitse til SRP-formulering:

- Redegør for Fourieranalyse, og forklar sammenhængen mellem Fourieranalyse og de lyde, som en synthesizer kan frembringe. I din redegørelse for Fourieranalyse skal du både gennemføre en teoretisk udledning af Fourierkoefficienterne for en given kendt periodisk funktion, og demonstrere teorien gennem anvendelsen af den på en firkantfunktion samt mindst to andre selvvalgte funktioner.
- Med henblik på at undersøge forskellige roller, synthesizeren kan spille i elektronisk baseret musik, ønskes der en musikalsk analyse af Jean Michel Jarre: *Oxygène IV* (1976) og New Order: *Blue Monday* (1983) samt et selvvalgt nyere nummer. Analyserne skal i særlig grad fokusere på sound - andre parametre skal inddrages i det omfang det er relevant.
- Giv på baggrund af analyserne og med inddragelse af selvvalgte kilder en diskussion af perspektiverne for synthesizerens rolle i fremtidens musik.

Noder til de anvendte musikeksempler skal vedlægges som bilag.

Lyd til anvendte musikeksempler skal vedlægges som bilag eller som direkte links.

Bilag 1 Jean-Michel Jarre: *Oxygène. Part IV* (node)

Bilag 2 New Order: *Blue Monday*. (node)

Fag: Matematik A og Musik A

Litteratur og materialer:

- Gert Uttenthal: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 16, Fagligt samarbejde Matematik-Musik, afsnit 4
- Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11, Fagligt samarbejde Matematik-Fysik, afsnit 10
- Pinch, Trevor et al.: "Analog days", 1. Udgave, Harvard University Press, 2002
- Marstal, Henrik et al.: "Filtreringer – Elektronisk musik fra tonegeneratorer til samplere 1898-2001", Høst og søn, 2001
- Pedersen, Karl: "Når musikken er ude, spiller teknikken", systime, 1989
- Aare, Anders et al.: "Rockmusik i tid og rum", systime, 2000
- Russ, Martin.: "Sound Synthesis and sampling, Focal press, 2004
- + diverse websites

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Lyd - Harmoniske svingninger og digital kommunikation

Præsentation:

Når et band spiller når lyden til os via svingninger i luften, der matematisk kan beskrives som bølgefænomener, og som modelleres med sinus og cosinus-funktioner. Først i 1800-tallet opdagede Fourier, at lyden fra en trompet eller et klaver, der bliver bedt om at spille et rent A fx, i virkeligheden består af en række toner, grundtonen med sin frekvens og så en række overtoner med frekvenser, der alle er et helt tal ganget grundfrekvensen. Med den indsigt nåede Fourier også frem til, at man kunne splitte en kompleks lyd op i dens bestanddele ved det vi i dag kalder Fourieranalyse. Hele dette område rummer mange muligheder for at eksperimentere, og rummer en række overraskende matematiske indsigter, ikke mindst Shannons samplingsteorem, der siger, at hvis samplingsfrekvensen er tilstrækkelig lille – grænsen kaldes Nyquist frekvens - så kan et analog signal genskabes 100% ud fra et digitalt.

Skitse til srpformulering:

- Gør kort rede for den matematiske beskrivelse af lyd med sinussvingninger
- Forklar begreberne overtoner og undertoner samt hvordan den klassiske analoge gengivelse af lyd foregår, fx illustreret med grammofonplader
- Redegør for den grundlæggende ide i oversættelsen fra et analogt signal til et digitalt signal.
- Gennemfør et eksperiment, hvor du samler en lille stump af et stykke musik med forskellige samplingsfrekvenser. Forklar og demonstrer med brug af et værktøjsprogram, hvorledes fouriertransformationer kan oversætte empirisk fastlagte grafer og diskrete data til kontinuerte funktioner bestemt ved matematiske udtryk.
- Vis udvalgte dele af teorien for fourieranalyse, redegør for, hvad man forstår ved Nyquist frekvensen og forklar den grundlæggende ide i beviset for dette samplingsteorem.

Fag: Matematik A, Fysik A eller Musik

Litteratur og materialer:

Dorthe Agerkvist og Michael Olesen: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 11 (samarbejde mellem matematik og fysik)
Gert Uttenthal: *Hvad er matematik?* 3, kapitel 15 (samarbejde mellem matematik og musik).
Steen Albrechtsen, *Fourieranalyse*, ED-data, 1991, rummer detaljerede beviser for stort set alt, og fx en grundig gennemgang af Nyquist sætning.

Hvad er matematik?

Ideer til studieretningsprojekter med matematik

Matematik enkeltfaglig

Hvis en elev ønsker at skrive enkeltfagligt, og alle krav er snakket grundigt igennem, så kan man finde inspiration til emner i listen der er givet under opslaget: **Formidlingsopgaven (forsk og fortæl)**