

Biologi og matematik i studieretningsforløbet på HTX og STX

Samling af posters med eksempler på undervisningsforløb fra afslutningskonferencen

Claus Michelsen (red.)



Forfattere: Michelsen, Claus (red.)

De synspunkter og holdninger som udtrykkes i denne publikation, er forfatterens og afspejler ikke nødvendigvis synspunkter og holdninger i LSUL.

LSUL Skriftserie, Volume 20, 1. udgave 2017

Forsidefoto: Colorbox

Copyright: Laboratorium for Sammenhængende Undervisnings og Læring (LSUL) og forfatterene

ISBN 978-87-92321-21-3

Publikationen er tilgængelig via hjemmesiden www.lsul.dk

Indhold

Biologi og matematik i studieretningsforløbet.....	1
Claus Michelsen, centerleder for LSUL.....	
Arvelighedslove og χ^2-test - Biologiske forsøg og simulering i GeoGebra.....	5
Bo Vagner Hansen og Grete Christiansen (Nykøbing Katedralskole).....	
Basketball kast - Betingelserne for at score	6
Axel Gadegaard og Kirsten Justiniano (Kalundborg Gymnasium og HF)	
Cellevækst	7
Janne Højholt-Nielsen og Mia Jungberg Mathiesen (Hasseris Gymnasium)	
Ebola-epidemi - Vestafrika 2014-16.....	8
Torben Hviid og Stig Poulsen (Marselisborg Gymnasium)	
Eksponentiel vækst	9
Morten Vinther og Iben Rønbøg (Nørresundby Gymnasium og HF).....	
Enzymkinetik - Eksperimenter til SRO.....	10
Heidrun Weise Aldrich og Mogens Ellebæk (Roskilde Katedralskole).....	
Enzymkinetik - Hvad sker der lige for Michaelis-Menten?.....	11
Adnan Silajdzic og Jesper Lauridsen (Kalundborg Gymnasium og HF)	
Fælles fagsprog - Sproglig oversættelse i skriftlige biologiopgaver.....	12
Rikke Bom Poulsen og Vibe Skibdal Schimdt (Hjørring Gymnasium og HF)	
Genetik og sandsynlighedsregning - Hardy-Weinberg. Arvelig angioødem (HAE)	13
Nikolaj Hess-Nielsen og Nino Toft Romanini (Aalborg Katedralskole)	
Grafanalyse med vægt på biologi	14
Jette Andersen og Gitte Jensen (Himmelev Gymnasium)	
Gødskning i landbruget - Modellering og optimering.....	15
Bo Vagner Hansen og Grete Christiansen (Nykøbing Katedralskole)	
Gødskning i landbruget - vækst af alger.....	16
Kurt Jensen og Lis Ravnsted-Larsen (Nykøbing Katedralskole)	
Kroppens proportioner	17
Jette Heron Kobberbøl, Kirsten Koch Lægaard og Henrik B. Dahl (Roskilde Katedralskole)	
Lineære sammenhænge i fotosyntese og respiration.....	18
Heidi Venstrup Nielsen og Marie Antonsen (Vesthimmerlands Gymnasium og HF)	
Matematisk modellering	19
Kurt Ringkøbing og Mai Bjerg Hagens (Himmelev Gymnasium)	
Matematiske modeller i kemisk ligevægt	20
Lone Møller Nielsen og Henry Berthelsen (Viborg Gymnasium & Hf)	

Menneskers mål og undersøgelse af kastanjer	21
Hanne Gerlach og Marianne Bangsø (Brønderslev Gymnasium og HF)	
Muskeldimension og kraft.....	22
Alice Petersen og Claus G. Holm-Bonde (Greve Gymnasium).....	
SRO om blodtyper i BI og Ma.....	23
Annette Gleerup Madsen, Martin Ulrich Christensen og Henrik B. Dahl (Roskilde Katedralskole)	
Store dyr – Hvordan?	24
Hanne Gerlach og Marianne Bangsø (Brønderslev Gymnasium og HF)	
Vitalkapacitet og lineære sammenhænge.....	25
Malene Harboe og Hanne Krogh (Marselisborg Gymnasium)	
Vækst og gærceller.....	26
Kirsten Hjemsted og Kenneth Beri Ploug (Greve Gymnasium)	
Vækst og Mikrobiologi	27
Christopher Buur (Vesthimmerlands Gymnasium og HF)	
Vækst.....	28
Mette Søby Nielsen og Jan K. Pedersen (Nørresundby Gymnasium & HF).....	
Vækstforløb	29
Herning Gymnasium	

Biologi og matematik i studieretningsforløbet

I have deeply regretted that I did not proceed far enough at least to understanding something of the great leading principles of mathematics; for men thus endowed seem to have an extra sense

— Charles Darwin¹

Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring (LSUL) udbød i skoleårene 2015/16 og 2016/17 i samarbejde med Danske Science Gymnasier (DSG) det skolebaserede kompetenceudviklingsforløb *Biologi og matematik i studieretningsforløbet* med det formål at styrke elevernes kompetencer i både biologi/bioteknologi og matematik gennem et fagligt samarbejde mellem disse fag i studieretninger med biologi A eller bioteknologi A. I skoleåret 2015/16 deltog 37 lærere fra 8 gymnasier i Region Syddanmark i kompetenceudviklingsforløbet, mens der i skoleåret 2016/17 var deltagelse af 68 lærere fra 20 gymnasier i Region Nordjylland, Region Midtjylland og Region Sjælland. På hvert gymnasium blev der etableret udviklingsteams, og hvert team bestod af mindst en biologilærer og en matematiklærer med LSUL som sparringspartner. Udviklingsteamets opgave var at udvikle og implementere forløb på tværs af biologi og matematik. Undervejs mødtes alle deltagere i kompetenceudviklingsforløbet til fire workshops med fagfaglige og fagdidaktiske oplæg, ide- og erfaringsudveksling og debat om fagsamspil. De udviklede biologi-matematikforløb er efterfølgende gjort tilgængelige på DASGs hjemmeside². I forbindelse med 2016/17 kompetenceudviklingsforløbet blev alle de udviklede forløb præsenteret ved en postersession ved den afsluttende workshop på Syddansk Universitet den 2. maj 2017. Posterne er alle udfærdiget af de deltagende lærere, og 25 af dem bliver med denne publikation, i LSULs skriftserie, tilgængelig for undervisningspraksis i gymnasiet. De kan forhåbentlig tjene som inspiration og medvirke til at sprede og videreudvikle de mange gode ideer til at styrke samspillet mellem biologi og matematik.

Baggrunden for kompetenceudviklingsforløbene er, at der ved den skriftlige studentereksamen i biologi nu optræder opgaver med matematisk indhold. Typisk er der tale om et biologisk datasæt, der enten ved en regressionsanalyse skal repræsenteres ved en kendt matematisk funktion eller ved en statistisk test, fx χ^2 -test, skal testes for, om de stemmer overens med de forventede værdier for data. Dette stiller biologilæreren, der ofte ikke har matematik som fag, overfor både faglige og didaktiske udfordringer. Det er her værd at bemærke, at der i matematik er langvarig tradition for anvendelsesorienterede opgaver ved de skriftlige eksamener i Matematik B og Matematik A. Der imidlertid fortrinsvis tale om rene matematikopgaver indlejret i anvendelseskontekster, fx fra biologi. Således tager en eksamensopgave udgangspunkt i at sammenhængen mellem en bestemt ørreds længde x (målt i cm) og dens årlige længdeforstørrelse y (målt i cm/år) kan beskrives ved $y = -x + 21,8$. Opgaven går så ud på, at bestemme den årlige længdeforstørrelse for en ørred på 10 cm, at bruge modellen til at bestemme x når $y = 0$ samt at give en fortolkning af dette tal³. Det er ikke en opgave, der kræver større biologisk indsigt om ørreden hos eleven, der skal løse opgaven. Derfor er opgavens bidrag til, at eleverne oplever en forbindelse mellem matematik og biologi sandsynligvis yderst begrænset.

Samspillet mellem de centrale fag i en studieretning var en af hjørnestenene i reformen af de gymnasiale uddannelser i 2005. Her blev fagsamspillet gjort obligatorisk i alle gymnasiale uddannelser, og en bevægelse fra den traditionelle fagopdelte undervisning til kombination af enkeltfaglig og interdisciplinær

¹ Darwin F, red. (1905) The life and letters of Charles Darwin. New York: Appleton.

² Se <https://science-gym.dk/>

³ Opgaven blev stillet til den skriftlige eksamen i MAT B den 15. august 2012

undervisning blev igangsat. Den seneste reform af de gymnasiale uddannelser bibeholder studieretningsgymnasiet, og fagsamspillet adresseres eksplicit i de enkelte fags beskrivelser. Således indgår det i biologifagets faglige mål og faglige indhold, at eleverne skal kunne bearbejde data fra kvalitative og kvantitative eksperimenter og undersøgelser og dokumentere eksperimentelt arbejde hensigtsmæssigt, samt at anvende relevante matematiske repræsentationer, modeller og metoder til enkle beregninger, beskrivelse og analyse. Der er altså en eksplicit reference til matematiske repræsentationer, modeller og metoder. Og dermed også til den del af matematikfagets beskrivelse, hvor der peges på, at den udbredte anvendelse af matematik og matematiske metoder til modellering og problemløsning bunder i fagets potentiale til at indfange og beskrive, hvordan mange vidt forskellige fænomener grundlæggende opfører sig ensartet⁴.

De formelle rammer for undervisningen lægger således op til et fagsamspil mellem biologi og matematik på studieretninger med de to fag. Der findes ingen undersøgelser af omfanget af det faglige samarbejde mellem de biologi og matematik, men der kan fx på EMU Danmarks læringsportal⁵ findes både fagfagligt og fagdidaktiske interessante forslag til opgaver, projekter og forløb, der involverer de to fag. Men der er næppe tvivl om, at den kendsgerning, at kun en begrænset del af biologilærerne har matematik som andet fag, og tilsvarende at kun en begrænset del af matematiklærerne har biologi som andet fag. Dette skaber nogle forhindringer i forhold til at den enkelte skoles mulighed for at arbejde målrettet og kvalificeret med samarbejdet mellem biologi og matematik. En sådan indsats vil naturligvis som forudsætning have, at der udover de rent formelle krav om fagsamspil også er fagfaglige, såvel som fagdidaktiske, argumenter for at styrke samspillet mellem de to fag.

Hvad angår videnskabsfaget matematiks relationer til andre fag, så peges der af gode grunde først og fremmest på de tætte relationer til fysik, men både historisk og, i høj grad, i aktuel forskning er der talrige eksempler tætte videnskabelige relationer mellem biologi og matematik. Matematikere er blevet og bliver inspireret af biologiske problemstillinger, mens anvendelse af matematiske resultater, metoder og argumenter har ført til og fører til ny biologisk erkendelse. Med henvisning til bl.a. Charles Darwin, Rene Descartes og William Harvey⁶ fremhæver professor i populationsbiologi Joel E. Cohen fra Rockefeller University i en interessant artikel med titlen *Mathematics Is Biology's Next Microscope, Only Better; Biology Is Mathematics' Next Physics, Only Better*⁷, at matematik kan synliggøre ellers usynlige elementer af biologiske data. Dette fører hos flere og flere biologiske forskere til en erkendelse af, at passende matematik kan bidrage til at fortolke en hvilken som helst form for data. Omvendt vil matematik i stigende stadig stigende grad drage fordel af dets involvering i biologi. Cohen illustrerer dette ved at liste 23 historiske eksempler på relationerne mellem biologi og matematik, fx Verhulst logistiske model fra 1838 og von Neumanns og Morgensterns spilteori fra 1953, og peger herefter på at de aktuelle komplekse biologiske problemstillinger fra det molekylære til det globale niveau tilbyder den matematiske forskning nye og udfordrende muligheder. Sidstnævnte opfattelse deles af den verdensberømte britiske matematiker Michael Atiyah, der i forordet til bogen *Mathematics: Frontiers and Perspectives*⁸ reflekterer

⁴ Se <http://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017>

⁵ Se <http://www.emu.dk/>

⁶ William Harvey (1578-1657) var en engelsk læge og anatom, der opdagede, at blodet cirkulerer rundt i kroppen. Harvey målte mængden af blod, som hjertet pumpede rundt i kroppen og fandt ud af, at der dagligt blev pumpet mere blod rundt, end den mængde mad, man spiste, og i mængder, der oversteg personens vægt. Disse mængder ville leveren ikke kunne nå at producere, hvorfor det måtte være det samme blod, der blev genbrugt. Harveys matematisering af blodmængden førte således til en biologisk erkendelse om blodcirkulation.

⁷ Cohen, J. E. (2004) *Mathematics Is Biology's Next Microscope, Only Better; Biology Is Mathematics' Next Physics, Only Better*. PLoS Biol 2(12): e439

⁸ Arnold, V.I., Atiyah, M., Lax, P., Mazur, B. red. (2000) *Mathematics: Frontiers and Perspectives*. American Mathematical Society

over den matematiske forskning udvikling i det 21. århundrede og forudser et tæt videnskabeligt samspil mellem matematik og biologi bl.a. i bestræbelserne på at nå til en forståelse af den menneskelige hjerne og håndteringen af den enorme datamængde i the Human Genome Project.

The Mathematical Association of America udgav i 2005 *Math and Bio 2010: Linking Undergraduate Disciplines*⁹, hvor en række matematikere, biologer, fagdidaktikere og universitetsundervisere forholder sig til de uddannelses- og undervisningsmæssige relationer mellem biologi, matematik og datalogi. Bogens budskab er, at den moderne biologi bliver mere og mere interdisciplinær og afhængig af matematik og datalogi – og fysik. En naturlig konsekvens heraf og, ikke mindst, med henblik på at sikre fødekæden til biologi argumenteres der for en nytænkning af biologiundervisningen. Først og fremmest på videregående biologiuddannelser, men også på niveauerne under. Som en af de største forhindringer for en nytænkning af biologiundervisningen peges der på biologis rygte som en sikker havn for naturvidenskabsinteresserede studerende med aversion mod matematik. Fraværet af undervisningsmæssige relationer mellem biologi og matematik er imidlertid udtryk for en misfortolkning af den aktuelle biologiske forskning, og der er behov for mere matematik i biologiundervisningen baseret på et problemløsningsorienteret curriculum. En af initiativtagerne til publikationen, professor i teoretisk biologi ved University of Delaware John Jungck, argumenterer for, at i stedet for at fokusere på, hvordan matematik kan inddrages i biologi og biologi i matematik, skal nytænkningen initieres gennem udvikling af undervisningsforløb centreret omkring matematisk modellering og biologiske modeller, som let kan integreres i undervisningen i biologi og matematik¹⁰. Den matematiske modelleringskompetence, som bl.a. handler om at bringe matematik i spil og anvendelse til behandling af anliggender uden for matematikken selv, udpeges således som et didaktisk redskab til at understøtte samspillet mellem biologi og matematik.

Netop modelleringskompetencen efterlyses i aftagerundersøgelsen i rapporten *Udredning af den gymnasiale matematiks rolle og udviklingsbehov*¹¹ udført efter opdrag af Undervisningsministeriet. Her fremhæves det bl.a., at det er meget vanskeligt for studerende ved de videregående matematikholdige uddannelser at opstille modeller. De studerende har meget sværere ved at opstille en differentialligning end ved at løse den. I forbindelse med denne efterlysning er det værd at bemærke, at der i den fagdidaktiske forskningslitteratur findes bidrag, der fremhæver, at modelleringsaktiviteter i en tværfaglig kontekst understøtter konceptuel udvikling og forståelse¹². I de to kompetenceudviklingsforløb har modellering og modeller sammen med udvikling af et fælles fagsprog på tværs af de to fag været de didaktiske redskaber lærerne har gjort brug af i forbindelse med udviklingen af forløb. I flere af de udviklede forløb fungerer det biologiske eksperiment som en platform for fagsamspillet mellem biologi og matematik. Eleverne indsamler i forbindelse med eksperimentet deres egne data, som efterfølgende matematiseres i form af en matematisk model. Eleverne kan således i matematikundervisningen arbejde med autentiske data, og ikke som det ellers er tilfældet konstruerede data. Dette indbyder også til at rette elevernes opmærksomhed mod, hvad der i henholdsvis biologi og matematik anses for at være gode data. Arbejdet med data fra det biologiske eksperiment giver også mulighed for at sætte fokus på variabelbegrebet, der i den internationale fagdidaktiske litteratur beskrives som et meget vanskeligt begreb at tilegne sig. Undersøgelser viser, at selv på gymnasialt niveau er der elever med et meget snævert

⁹ Steen, L.A. red. (2005) *Math and Bio 2010: Linking Undergraduate Disciplines*. The Mathematical Association of America

¹⁰ Se også Jungck, J.R. (2011) *Mathematical Biology Education: Modeling Makes meaning*. *Math. Model. Nat. Phenom.* 6(6), 1-21

¹¹ Jessen, B.E., Holm, C. & Winsløw, C. (2015) *Udredning af den gymnasiale matematiks rolle og udviklingsbehov*. Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

¹² Se fx Michelsen, C & Iversen, S. (2009) *Samspillet mellem matematik og de andre fag i gymnasieskolen*. *MONA* 5(2), 21-36

variabelbegreb, som fx at en variabel er et symbol for en ubekendt i en ligning¹³. Det biologiske eksperiment giver eleverne mulighed for selv at identificere variabler og parametre, matematisere dem med matematiske repræsentationer og undersøge sammenhænge mellem variabler på baggrund af såvel biologiske som matematiske overvejelser. Herved får eleverne mulighed for både at udvikle et mere fleksibelt variabelbegreb – og funktionsbegreb - samt et fælles fagsprog på tværs af biologi og matematik. Sluttelig bør det også nævnes, at elevernes arbejde med egne og autentiske data har et motivationsaspekt.

Selvom der siden gymnasiereformen i 2005 har været fokus på fagsamspillet i studieretningerne er det stadig for mange lærere en udfordring at skulle bringe sit fag i samspil med andre fag. Lærerne er uddannet inden for deres fag, og der mangler didaktiske redskaber og gode eksempler på forløb, hvor begge fag indgår på lige fod. *Kompetenceudviklingsforløb Biologi og matematik i studieretningsforløbet* viser imidlertid, at der er muligt at udvikle forløb med biologi og matematik, hvor ingen af fagene optræder som hjælpefag. De forløb, der præsenteres i denne publikation viser, at lærerne har været i stand til både at arbejde med fagfaglige og fagdidaktiske fællesmængder og det særegne for de to fag biologi og matematik. Der er forløb om modellering, vækst, kastanjer, evolution, ligevægt, arvelighedslære, gødskning, kroppens proportioner og meget mere, og både det fagdidaktiske og fagfaglige potentiale i et tæt samarbejde mellem biologi og matematik er tydeligt. Forhåbentligt vil denne publikation inspirere både deltagerne i kompetenceudviklingsforløbene og deres kollegaer rundt omkring på gymnasierne til at udfolde disse potentialer til gavn for først og fremmest de to fag og eleverne, men også for et arbejdsmarked, der efterspørger tværfaglige kompetencer, og et samfund, hvor store udfordringer kalder på tværfaglig indsigt.

Claus Michelsen, centerleder for LSUL

¹³ Se fx Schoenfeld, A.H. & Arcavi, A. (1988) On the Meaning of Variable. *The Mathematics Teacher*, 81(6), 420-427 og Michelsen, C. (2001) Begrebsdannelse ved domæneudvidelse. Elevers tilegnelse af funktionsbegrebet i et integreret undervisningsforløb mellem matematik og fysik. Syddansk Universitet

Arvelighedslove og χ^2 -test

Biologiske forsøg og simulering i GeoGebra
Bo Vagner Hansen* og Grete Christiansen

*bv@nykgyim.dk (skriv, hvis du ønsker projektoplægget tilsendt)
Nykøbing Katedralskole

Introduktion

Forløbet er anvendt i 2.g i en klasse med matematik på B-niveau og biologi på A-niveau. χ^2 -test hører under kernestoffet i både biologi A og matematik B. Det er derfor et oplagt samarbejdsområde. Eleverne udplantede et større antal majsplanter med to let genkendelige og uafhængige karaktertræk: Hvide/grønne blade og dværgvækst/normal vækst. De fire mulige kombinationer af karaktertræk forventes at forekomme i forholdet 9:3:3:1 ifølge Mendels arvelighedslove. Efter optællingen af de dyrkede planter foretages en χ^2 -test for repræsentativitet af en stikprøve (GOF-test), for at kontrollere, om planterne følger de forventede udspaltningsforhold.



Kilde: scandiact.dk

Ud over dyrkningen af majsplanterne foretog eleverne også en blodtypebestemmelse. Dette gav et statistikmateriale for hele klassen, hvorved det var muligt at teste, om elevernes blodtyper var repræsentative for hele Danmarks befolkning.

Teori

Biologi: Ifølge Mendels arvelighedslove vil afkommet fra forældreplanter der er heterozygot med hensyn til to karaktertræk give anledning til en 9:3:3:1 fordeling i den følgende generation, som illustreret i nedenstående skema.

	LD	Ld	ID	Id		
LD	LLDD	LLDd	LIDD	LIDd	9/16	Grøn / Normal
Ld	LLDd	LLdd	LIDd	Lidd	3/16	Grøn / Lav
ID	LIDD	LIdd	IIDD	IIDd	3/16	Hvid / Normal
Id	LIDd	Lidd	IIdd	Iidd	1/16	Hvid / Lav

Matematik:

Ved statistiske test fastlægges en nulhypotese, som i dette tilfælde er:

Fænotyperne for de dyrkede majsplanter forekommer i forholdet 9:3:3:1

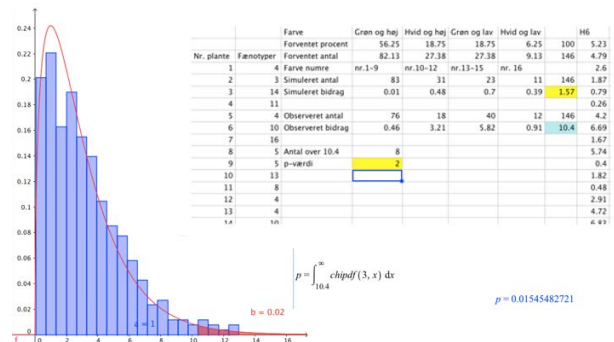
For at teste en sådan hypotese beregnes på baggrund af de observerede og forventede værdier den såkaldte χ^2 -teststørrelse, der findes ved

$$\frac{(obs_1 - forv_1)^2}{forv_1} + \frac{(obs_2 - forv_2)^2}{forv_2} + \dots$$

Testen foretages ved at sammenligne en p -værdi med et fastlagt signifikansniveau, typisk 5%. p -værdien kan bestemmes enten ved at foretage en simulering eller ved beregning.

Eksempel

Herunder ses et eksempel fra en elevbesvarelse. I regnearket er nulhypotesen simuleret i GeoGebra ved at udtrække et tilfældigt tal mellem 1 og 16 for hver majsplante i forsøget, og lade tallene svare til en bestemt fænotype i forholdet 9:3:3:1. Herefter er antallet af planter med hver fænotype optalt og en teststørrelse er beregnet. Dette gentages et stort antal gange (her 400), som giver 400 simulerede teststørrelser. På baggrund af de simulerede teststørrelser kan en 'simuleret' p -værdi bestemmes som antallet af simulerede teststørrelser, der er større end den 'observerede' teststørrelse. Tilsvarende kan en 'teoretisk' p -værdi beregnes som arealet under tæthedsfunktionen for χ^2 -fordelingen med tre frihedsgrader fra teststørrelsen til uendeligt. I dette tilfælde må nulhypotesen forkastes på et 5% signifikansniveau.



Læringsmål

I besvarelsen forventes det, at eleven:

- Kan sætte genotyper på udvalgte fænotyper.
- Kan sige hvilken genotype forældreplanterne har.
- Kan kende forskel på et- og to-gens spaltninger.
- Kan sammenligne eget forsøg med det forventede.
- Har viden om hvornår det er relevant at benytte en chi-i-anden test.
- Kan foretage en (teoretisk) chi-i-anden test for repræsentativitet af en stikprøve på de indsamlede forsøgsresultater under lødig anvendelse af statistiske begreber som observerede værdier, forventede værdier, teststørrelse, frihedsgrader, nulhypotese, p -værdi og signifikansniveau.
- Kan foretage en simulering af eksperimentet på computeren og kan derigennem bestemme en simuleret p -værdi.
- Kan diskutere fordele og ulemper ved de to metoder til bestemmelse af en p -værdi, herunder principielle metodiske forskelle samt metodernes nøjagtighed og effektivitet.

Materiale

Følgende to youtube-videoer demonstrerer hvordan en nulhypotese om repræsentativitet af en stikprøve kan simuleres i GeoGebra:

Simulering af farvefordeling i en pose M&M's i GeoGebra:

<https://youtu.be/pcFqU4XxW3A>

Beregning af p -værdi for farvefordeling af M&M's i GeoGebra:

<https://youtu.be/I9V8f5kXkc>

Eleverne havde forinden arbejdet med videoerne, i første omgang ved selv at taste med. Undervejs i projektet kunne eleverne gense videoerne og tilpasse indholdet til den nye situation.

Basketball kast

Betingelserne for at score

Axel Gadegaard og Kirsten Justiniano, AG@kalgym.dk

Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring, Kalundborg Gymnasium og HF

Introduktion

Ved at træne intensivt kan man blive god til at score i Basketball. Spørgsmålet er hvilke betingelser der skal være opfyldt, for at bolden følger en bane der ender med scoring?

Teori

Matematik - kasteparabel

Den matematisk fysiske beskrivelse af boldens bane, hvor vi ser bort fra luftmodstand, er kasteparablen med ligningen.

$$y = -\frac{g}{2 \cdot (v_0 \cdot \cos(\alpha))^2} \cdot x^2 + \tan(\alpha) \cdot x$$

Her er α kasteretningens vinkel med vandret ved start og v_0 er begyndelsesfarten.

Biologi – neurale netværk

Biologien kan forklare, hvordan kroppen finder ud af at kaste i en passende vinkel og med med passende begyndelsesfart, så basketball bolden går i kurven: Kastet skal trænes mange gange. Nervesystemet modtager herunder tilbagemelding fra sanserne om, hvordan scoringen lykkes. På grundlag af tilbagemeldingerne forbedrer nervesystemet sin koordination af den sammensatte bevægelse, og forbedrer aktiveringen af den rette muskelstyrke, så der opnås scoring. Bevægelsesmønstret lagres, og opdateres, overordnet set som programmer i kroppens neurale netværk. Kroppen har lært at score i basketball.

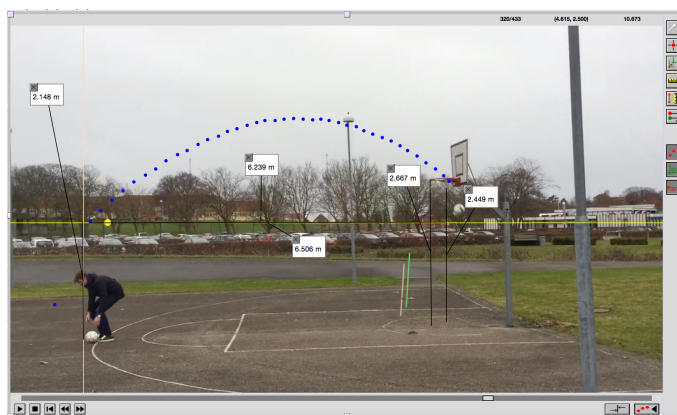


Kontekst

Undervisningsforløbet er gennemført i DASG regi som et forsøg på at opnå bedre læring gennem fagligt samspil mellem biologi og matematik.

Som produkt skulle klassen skrive en SRO (studieretningsopgave) i biologi (A-niveau) og matematik (B-niveau).

Resultater og analyse



- 1) Boldens bane blev opmålt ved brug af videoanalyse. Ud fra videoanalysen kunne banen modelleres med en parabel i overensstemmelse med kasteparablen, den teoretiske model vi har fra fysik. Ved at sammenholde konstanterne i modellen, bestemt ud fra videoanalyse, med konstanterne i kasteparablen kunne kastevinkel og begyndelsesfart bestemmes.
- 2) Med kendskab til kasteparablen blev det nu også muligt, for situationen vist på fotoet ovenfor, at bestemme de kastvinkler og begyndeshastigheder der ville føre til scoring.
- 3) For at forstå de biologiske / motoriske betingelser for scoring læstes en del lærebogstekst og især artiklen nævnt nedenfor under litteratur.

Konklusion

Projektets fysiske aktiviteter havde umiddelbar appeal til eleverne. Videooptagelsen af basketball kastet med tilhørende videoanalyse i programmet LoggerPro forløb uden at volde problemer. Den matematiske modellering og sammenligning med den teoribaserede model fra fysik var for de fleste en stor mundfuld. Det viste sig i studieretningsopgaverne ved, at det er svært at skrive om modeller med korrekt matematisk terminologi og notation. Beskrivelsen af muskler og nervesystem optog de fleste sider i elevernes opgaver. Hvilket kunne tyde på, at dette var det nemmeste for eleverne at forholde sig til. Elevernes opgaver viste ikke helt tydeligt, at der fandt et ønsket faglige samspil sted, med en ønsket bedre læring som resultat, specielt om modeller.

Litteratur

"Hjerne og motorik – styrk hjernen – brug kroppen."
Af Ann-Elisabeth Knudsen.
Artikel som frit kan downloades fra ann-e-knudsen.dk.

Tak

Til 2.c (2016/2017) på Kalundborg Gymnasium.

Cellevækst

Janne Højholt-Nielsen & Mia Jungberg Mathiesen,
jh@hasseris-gym.dk & mm@hasseris-gym.dk
Hasseris Gymnasium

Faglige emner, herunder referencer til fagenes læreplaner

Matematik:

Ekspontentiell vækst. Fra læreplanen: "Anvende funktionsudtryk (og afledet funktion) i opstilling af matematiske modeller på baggrund af datamateriale eller viden fra andre fagområder". Ekspontentiell vækst er kernestof.

Bioteknolog:

Eleverne skal lære at -relatere observationer, model- og symbolfremstillinger til hinanden, -foretage kvantitative beregninger, -tilrettelægge og gennemføre kvantitative og kvalitative eksperimenter og undersøgelser, samt -opsamle, efterbehandle og vurdere resultater fra eksperimenter og undersøgelser under hensyntagen til fejlkilder, usikkerhed og biologisk variation. Kernestoffet er pro- og eukaryote cellers opbygning, funktion og vækst.

Undervisningsforløbets mål

At eleverne arbejder med autentisk datamateriale fra bioteknologi og får erfaring med at opstille en matematisk model (og introduktion af ekspontentiell vækst). Opleve, hvordan anvendelse af matematik kan bidrage til en ny/bedre forståelse af naturen. Opfyldelse af ovenfor nævnte mål fra læreplanen.

Særlige overvejelser

Matematik: Overvejelser omkring, hvor meget introduktion klassen skulle have til ekspontentiell vækst inden arbejdet med datamaterialet. Valgte at eleverne selv skulle finde frem til sammenhænge i data og først efterfølgende fik sat flere matematiske fagbegreber på modelleringsarbejdet. Matematik: Eksperimenterende/induktiv tilgang til arbejdet med datamateriale (men guidet vha. arbejdsspørgsmål).

Kort beskrivelse af undervisningsforløbet

Forløbet omhandler cellevækst og ekspontentiell vækst

Først forsøg i biotek. Fokus på de eksperimentelle/tekniske aspekter ved at lave forsøget; pladespredning, spektrofotometrisk måling af optiske densitet i væstkultur, samt tælling af celler i tællekammer. Ud fra en stamkultur og en fortyndingsrække fremstilles en standardkurve, med tilhørende lineær forskrift, til at omregne fra OD til cellekoncentration.

Herefter udleveres et datasæt med OD målinger fra en væstkultur af gærceller, som eleverne efterfølgende skal analysere matematisk for at finde frem til en vækstmodel.

I en lektion med begge fag/lærere arbejdede klassen med datasættet uden forudgående at være præsenteret for ekspontentiell vækst, men efter et forløb om lineær vækst. Ikke-lineære sammenhænge blev indgangen til matematik. Undersøgte procentvise stigninger i datamaterialet (i vækstfasen), opstillede formler til at beskrive denne vækst.

Med afsæt i lektionen arbejdede klassen videre med ekspontentiell vækst. Som afslutning på forløbet arbejdede klassen igen med datamaterialet og modellering vha. ekspontentiell regression.

Biotek understøtter matematik ved at levere datamateriale til modellering. Matematik understøtter biotek ved at levere værktøjer til grundig databehandling.

Evaluering af undervisningsforløbet

I forbindelse med, at vi i fagene, på et senere tidspunkt, vender tilbage til kernestoffet, vil vi evaluere på hvorvidt det fællesfaglige forløb har bidraget til en bedre forståelse af stoffet i begge fag.

Som undervisere mener vi, at vi gennem arbejdet med forløbet, har indset at fagsproget i de to fag ikke altid er enslydende, hvilket gør det vanskeligt for eleverne at overføre læring mellem fagene.

Ved at have deltaget i undervisningen i hinandens fag, har vi opnået et fælles fagsprog og en bedre forståelse af hvordan stoffet formidles i de forskellige fagtraditioner.

Ebola-epidemi

Vestafrika 2014-16
TORBEN HVIID* & STIG POULSEN

*th@marselisborg-gym.dk
Marselisborg Gymnasium, Birketinget 9, 8000 Aarhus C



Introduktion

Vi har lavet et SRO-projekt om ebola i en 2g klasse med en studieretning i biologi og matematik. Forløbet har været placeret i februar-marts med 9 moduler (af 1.5 time) i biologi og 6 moduler i matematik.

Teori

Elevernes teoretiske baggrund består af immunforsvarets opbygning og funktion. De har desuden gennemgået en øvelse omkring bakterievækst, hvor en matematisk model blev introduceret og hvad der forstås ved en epidemi samt hvordan den udvikles. De har også læst om virus og hvordan virus kan formeres, samt hvor svært det kan være at lave vacciner, der er effektive mod alle virustyper. Vi har flere gange i forløbet lavet mindre forsøg, de kunne arbejde matematisk med, f.eks. Regressionsanalyse, så de kan se koblingen mellem biologi og matematik.

Kontekst

Biologi

SRO-opgaven er en del af immunologiforløbet, der generelt gennemgår immunforsvaret, virus, bakterier, fødevarerhygiejne, vaccination, multiresistente bakterier og epidemier.

Matematik

Forud for SRO-opgaven har klassen arbejdet med forskellige typer funktioner, som anvendes til modelbeskrivelse. De har ligeledes arbejdet en del med differentiation, men har ikke tidligere arbejdet med differentialligninger.

Problemformulering for SRO

Til forløbet er anvendt følgende problemformulering:

SRO-projekt: Ebola

Anvendelse af matematik til beskrivelse og fremskrivning af en epidemi. Vi tager udgangspunkt i ebola-epidemien i 3 vestafrikanske lande: Sierra Leone, Liberia og Guinea.

I skal beskrive ebola-virussen og gøre rede for dens livscyklus.

I skal analysere, hvordan virus angriber kroppen, og hvorfor den er dødelig, hvorfor der er tale om en epidemi samt beskrive smitteveje.

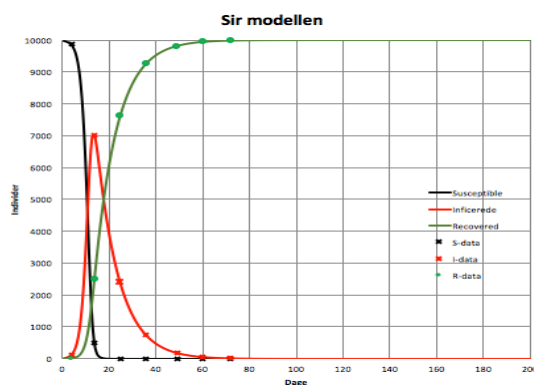
I skal beskrive udbruddet ved en matematisk model, som I får udleveret/hjælp til at opstille. Her er I bruge de data, som I har om ebola-epidemien, til at beregne konstanter i modellen.

Diskuter den matematiske models anvendelighed til beskrivelse og fremskrivning af epidemier.

Forløbet

Fagene har kørt parallelt i det meste af forløbet – der har været enkelte fælles timer, bl.a. med introduktion af SRO-opgaven. Vi har været udfordret på placeringen af timer i forhold til de to fag, så det ikke har været muligt at holde så mange fællestimer.

Anvendt model



Konklusion

Forløbet er endnu ikke evalueret, men det overordnede indtryk blandt eleverne er, at det har været interessant at arbejde i begge fag. De har været udfordret i forhold til at finde data, som kunne bruges til deres matematiske model. Men det er lykkedes de fleste at lave pæne og sammenhængende opgaver.

Litteratur

Litteratur biologi

- Bodil Blem Bidstrup m.fl. Fysiologibogen Nucleus 2006: s. 105-123
- Det Farmaceutiske Fakultet: Det medicinerede menneske: s. 138-154
- Søren Freisleben: Immuninflammatoriske sygdomme. FADL 2010: s. 53-56
- DANISCO Tina Mygind– kompendium om Nisin: s. 2 – 11 (kan fremsendes elektronisk)
- Torben Skou og Gunnar Søgaard Jensen: Mikrobiologi i teori og praksis Systime 2007: s. 34-46, 159-166.
- Københavns Universitet: Biotechnologisk Forskning 2013: s. 116-133
- Aktuel Naturvidenskab 2 2012: s. 10-13
- Aktuel Naturvidenskab 5 2014: s. 42-44

Litteratur matematik

- Mat A2 (e-bog) fra Systime – kapitlet De mindste kvadraters metode.
- Notat om SIR-modellen

Tak

Tak til vores vejleder Hanne Møller Andersen (fra Aalborg Katedralskole)

Eksponentiel vækst

Morten Vinther og Iben Rønbøg

mvi@ngfh.dk iro@ngfh.dk

Nørresundby Gymnasium og HF

Introduktion

I introduktionen af eksponentielle sammenhænge tager man ofte udgangspunkt i rentetilskrivning og kapitalformlen. I dette forløb har vi forsøgt, at introducere med en kobling til biologi i stedet.

Forløbet om eksponentiel vækst er afprøvet i efteråret i en 1g klasse, hvor biologi er en del af deres NV. Deres studieretning er BI/Id/Ma. De er med andre ord meget nystartede i forhold til at arbejde med gymnasie matematik og – biologi!!

I biologi har de på forhånd arbejdet med cellers opbygning, og i matematik har de forinden arbejdet med lineær vækst.

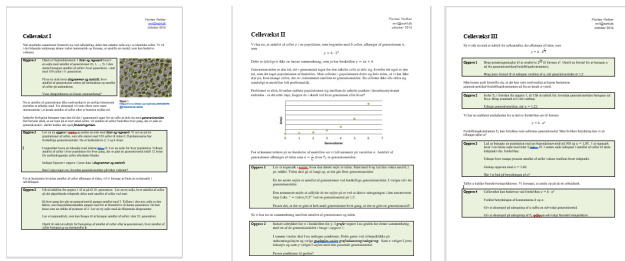
Forløbet svarer til ca. 6 lektioner per dag

Forløbsbeskrivelse

Overvejelser inden forløbet

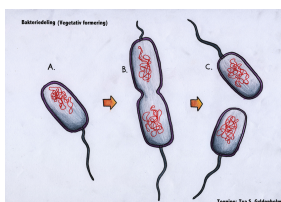
- Afstemning af begrebsanvendelse: Fordoblingstid = generationstid
- Afstemning af beregningsværktøj: Nspire

Matematik introducerer den eksponentielle vækst og de matematiske værktøjer i den forbindelse. Cellevækst anvendes som konkret eksempel og udgangspunkt for modellen. Der arbejdes med udgangspunkt i simpel tælling af celleantal pr. generation og afbildning i koordinatsystemer, over $y = b \cdot 2^n$ og $y = b \cdot 2^{\frac{t}{T_2}}$ til $y = b \cdot a^t$ med udgangspunkt i en serie af arbejdsark. Særligt lægges vægt på, at denne væksttype ikke er lineær.



Inden forløbet har de i biologi arbejdet med cellers opbygning og funktion, så de er klar til at arbejde med cellevækst. De startede med at et oplæg om betingelser for vækst og betydningen af forskellige generationstider hos f.eks. sygdomsfremkaldende bakterier. De arbejdede selv med at analysere de fire faser i en bakteriekultur: lag-, eksponentiel vækst-, stationær- og dødsfasen. Desuden har de lavet to små for-forsøg: bakterievækst i vandflasken samt skimmelsvamp på brød under forskellige betingelser.

Vækst af bakterier kan være meget abstrakt for dem. De kan ikke konkret se en celle, der deler sig og bliver til to osv. Derfor var det vigtigt at opgaven i matematik konkret handlede om cellevækst, og de to forsøg skulle også visualisere væksten.



Eksperimentelt arbejde

I selve eksperimentet vækst af bakterier i et flydende medie måler de væksten vha. absorbansen – som stadig er en ret abstrakt størrelse – men de kan trods alt se, at væsken bliver stadig mere uklar i takt med at antallet af bakterier vokser. Der er dobbeltbestemmelse ved hhv. stuetemperatur og ved 35 grader. Der laves en standardkurve for sammenhængen mellem antal bakterier og absorbansen.

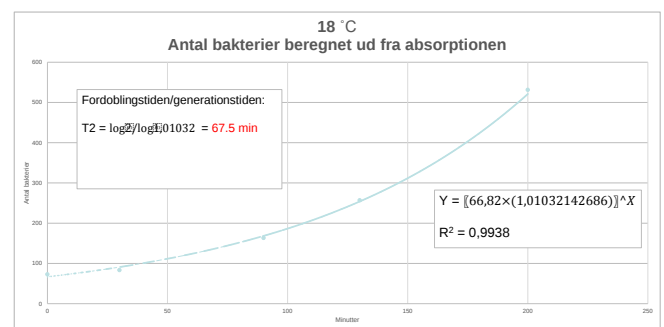
Formålet med biologiføvelsen:

- At undersøge om bakterierne vokser eksponentielt ved de to temperaturer
- Grafisk fremstilling af eksponentiel vækst – med forskrift og R^2 -værdien vha. de værktøjer de har arbejdet med i matematik
- Bestemme fordoblingstiden/generationstiden og se forskellen for de to temperaturer vha. Nspire

Fordoblingstiden

18 °C: 67,5 min.

35 °C: 42 min.



Konklusion

I biologi virkede de mere sikre i at skulle arbejde med eksponentiel vækst og anvende den eksponentielle funktion på vækstkurverne og beregne generationstiden for bakterievækst ved forskellige temperaturer.

Introduktionen ved hjælp af arbejdsarkene gik i de første to lektioner rimeligt smertefrit, men abstraktionsspringet fra det konkrete antal celler til en matematisk model gav som forventet nogle kvaler. Men de fleste elever havde en god fornemmelse for betydningen af generationstid og forbindelsen til fordoblingskonstanten.

Litteratur

Materiale til biologi:

L. Egebo: Mikroskopisk Liv, Nucleus 2006, s. 35-38

Øvelsesvejledninger:

Er der bakterier i drikkevandet og i vores omgivelser?

Vil der altid vokse skimmelsvamp frem på gammelt brød?

Måling af E.coli-vækst i et flydende medium

Tak

Tak til kantinerne på Aalborg Gymnasium og Nørresundby Gymnasium og HF for god mad.

Og for god sparring til vores arbejdsgruppe.

Enzymkinetik

Eksperimenter til SRO

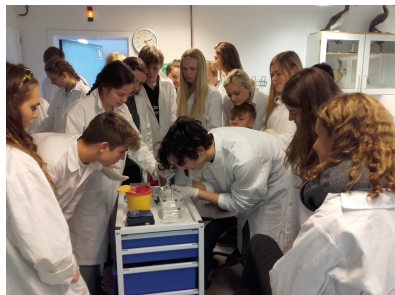
Heidrun Weise Aldrich og Mogens Ellebæk

rkal@rks-gym.dk rkme@rks-gym.dk

Roskilde Katedralskole

Introduktion

I dette tværfaglige samarbejde vil vi styrke elevernes evne til at inddrage matematiske kompetencer i løsningen af bioteknologiske problemstillinger. Produktet indgår i den kommende SRO opgave. Vi har valgt det bioteknologiske centrale tema enzymkinetik, idet der indgår relativ meget matematik, der ligger indenfor fagets læreplanen.



Undervisning

Matematiske emner er valgt ud fra tilpasning til biokemiske parametre i forløbet, f.eks. væksthastighed koblet til reaktionshastighed og eksponentiel vækst koblet til proteins bevægelse gennem gel.

Matematik	BT-ke	BT-bi
	Proteinernes struktur og funktion Enzymer som katalysator (6 moduler)	Proteinstruktur, protein kvalitet i fødevarer og produktion Fødevareanalyseforsøg:
Differentialregning: Grænseværdi Sænkthædning Tangenthædning Væksthastighed Ligning for en tangent (10 moduler)	Stofmængdekonzentration Reaktionshastighed Fortyndinger Påvirkning af reaktionshastighed Katalysator/inhibitor (4 moduler)	DNA, replikation, proteinsyntese Mutationer, resistens, Resistensforsøg: Mikroorganismer - Gærrelle/Svampe/bakterier opbygning og stofskifte Industriel udnyttelse
Anvendelse af modeller til bestemmelse af proteiners molekylmasse (1 modul)	Lambert-Beers lov og farvestoffer (2moduler)	Proteinelektroforeseforsøg: Bestemmelse af proteiners molekylmasse (2 moduler)
Enzymkinetik: Udledning af Michaelis-Menten modellen Aflæsning i matematik: Udledning af modellen Udledning af Lineweaver-Burk plot Inhibitors indflydelse (3 moduler: 3 moduler BT-ke, 1 modul MA)		Enzymatisk nedbrydning af proteiner, aktive centres funktion, 3D analyser
	Ekskursion til KU BIOLink-øvelse: Tema: antibiotikaresistens 1. Proteinoprensning 2. Enzymkinetik 3. Test din egen medicin	
Databehandling til eksperimentet. Væksthastighed og reaktionshastighed. (1 modul)	Anvendelse af Michaelis-Menten modellen Eksperiment: Enzym katalase som katalysator for spaltning af hydrogenperoxid Efterbearbejdning Aflæsning: Databehandling (2 moduler)	

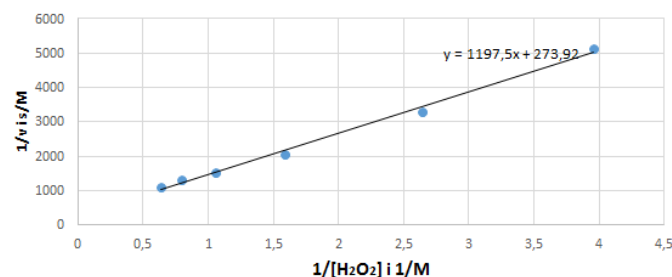
Resultater og analyse

Eleverne skrev overordnet set gode studieretningsopgaver, men de eksperimentelle værdier varierede meget. Den teoretiske værdi for Michaelis-Menten konstanten er 1,1 M. Eleverne fik resultater mellem 1,3 M og 8,8 M.

Efterfølgende fik eleverne forståelse for, at Lineweaver-Burk plottet er meget følsomt over for fejl, især fejl i sammenhæng med måling af initialhastighed ved små koncentrationer.

I skriveprocessen blev der lagt vægt på, at eleverne tegner ordentlige diagrammer og gennemfører beregningerne med enheder.

Lineweaver-Burk plot



Konklusion

Samspelet kræver at de to fag bøjer sig mod hinanden, både tidsmæssigt og indholdsmæssigt. Det traditionelle timeforbrug til gennemgang af emnerne på hele tiden tilrettes.

Proteinelektroforeseforsøget blev afviklet i 2 færdigstøbte kamre, den enkelte elevs afpipettering har derfor egentlig ikke nogen konsekvens for det samlede resultat. Modsat katalaseforsøget, hvor opstillingen er selvstruktureret. Her skal de enkelte grupper benytte hinandens resultater. Katalaseforsøget kræver derfor meget grundig instruktion og lærerovervågning.

Eleverne synes at have fået en øget forståelse af matematikkens betydning for bearbejdning af bioteknologiske data, bl.a. set ud fra de efterfølgende SRO-rapporter

Litteratur

Bruun: Grundbog i Bioteknologi 2, Gyldendal
Mygind: Basiskemi B, Haase & Sønns Forlag
Mygind: Basiskemi A, Haase & Sønns Forlag
Girnth-Diamba: Gærforsøg, Nucleus
Egebo: Mikroskopisk liv, Nucleus
Gyldendals Gymnasie matematik, Grundbog B2

BIOLink Øvelse på KU:

<http://www1.bio.ku.dk/formidling/gymnasium/ovelses/>



Enzymkinetik

Hvad sker der lige for Michaelis-Menten?

Adnan Silajdzic & Jesper Lauridsen

*jl@kalgym.dk

Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring, Kalundborg Gymnasium og HF



Introduktion

Enzymer

Enzymer spiller en kolossal rolle for vores biologiske forståelse af verden. Enhver stofskifterelateret reaktion som finder sted i kroppen, er således forbundet med ét eller flere specifikke enzymer.

I industriel sammenhæng, spiller enzymer ligeledes en vigtig rolle for en lang række virksomheder indenfor fødevarer, tekstil og medicinal produktion.

I bioteknologifaget er der mulighed for at arbejde praktisk med enzymer på en række didaktiske niveauer.

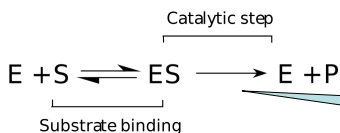
Fra kvalitativ til kvantitativ

En stor gruppe elever (og i nogle tilfælde undervisere) oplever en række udfordringer når man begynder at kvantificere biovidenskaben. Denne erfaring danner grundlaget for nærværende samarbejde mellem bioteknologi A og matematik A.

Teori

Enzymreaktion

Elevens læringsmål

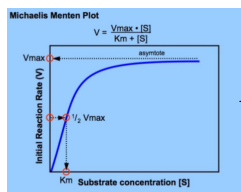


Hvordan kvantificerer vi en enzymatisk reaktion?

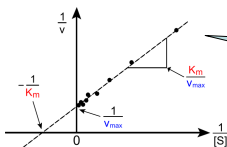
Michaelis-Menten ligningen og Lineweaver-Burke plot

$$V_0 = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

Udledning af MM-ligningen samt betydningen af Lineweaver-Burke plottet



Indsamling af data og efterfølgende bestemmelse af V_0 for en række forskellige substratkoncentrationer



Bestemmelse af K_M og $V_{\max}$
Vurdering af praktisk optimering af enzymatiske reaktioner (evt i produktionsmæssig kontekst)

Kontekst

Projektet er en del af samarbejdet mellem DASG (Danske Science-gymnasier) og LSUL (Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring).

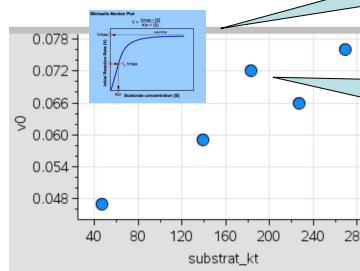
Det valgte forløb indgår som et tværfagligt element i elevernes studieretningsopgave (SRO) i 2g, med fagene bioteknolog A og matematik A.

Resultater og analyse

Om forsøget/forløbet

Forløbet forventes at give eleverne praktisk erfaring med behandling af biologiske data. Dette medfører en stillingtagen til kvaliteten af data, samt en vurdering og afprøvning af mulige sammenhænge (sammenhængen mellem substratkoncentrationen og initialhastigheden).

Kontrasten mellem den matematiske og biologiske virkelighed



Hvordan kan elevens matematiske forståelse implementeres i en biologisk forståelse af verden?

"Hvad gør man, når resultaterne fra 'den virkelige verden' ikke ligner den matematiske model?" (Line 2b)

Konklusion (ønsket vs oplevet udbytte)

Bioteknologi

- Relatere observationer, modeller og symbolfremstillinger til hinanden
- Foretage kvantitative beregninger
- Tilrettelægge og gennemføre kvantitative og kvalitative eksperimenter og undersøgelser.
- Opsamle, efterbehandle og vurdere resultater fra eksperimenter og undersøgelser under hensyntagen til fejlkilder, usikkerhed og biologisk variation.

Matematik

- Praktisk anvendelse af matematisk modellering
- Indsigt i matematiske muligheder i forbindelse med databehandling

- De faglige mål vurderes kun delvist indfrie.
- Eleverne virkede til tider frustrerede og opgivende. Årsagerne til dette vurderes at være:

- Nyt og komplekst emne
- Tidspress
- Forventningspres ("mini-srp" / "årskaracter")

logistiske udfordringer
Didaktiske udfordringer
Fagspecifikke udfordringer

- Oplevelse af manglende samarbejde mellem fagene efter forsøget.
- Matematik var således kun i spil i timerne før forsøget.
- Langt størstedelen af eleverne formåede ikke at integrere deres matematiske udledning i deres biologiske forklaring.
- K_m og $V_{\max}$ blev bestemt (ud fra LB-plot) men kun i enkelte tilfælde inddraget i diskussionen.
- Eleverne havde særdeles svært ved at vurdere kvaliteten af deres data. I den sammenhæng opleves udtryk som: "uheldige data" "forkerte resultater"

Litteratur

Grundbog i Bioteknologi, Gyldendal.

Tak

Tak til eleverne fra 2b på Kalundborg Gymnasium og HF samt Claus Michelsen (SDU)

FÆLLES FAGSPROG

SPROGLIG OVERSÆTTELSE I SKRIFTLIGE BIOLOGIOPGAVER

Rikke Bom Poulsen* og Vibe Skibdal Schimdt



*RB@HJ-GYM.DK

Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring og Hjørring Gymnasium og HF

Introduktion

I råd og vink for skriftlig eksamen i biologi 2015 står der blandt andet, at elever skal kunne anvende CAS værktøj til kvantitativ databehandling, herunder analysere og vurdere datasæt samt forholde sig til matematiske modeller. Dette indebærer, at eleverne direkte skal kunne anvende deres matematiske viden i biologiopgaver til at argumentere for en biologisk sammenhæng. Problemet i dette for eleverne er oftest fagenes sproglige udformninger. De to fag taler ikke samme sprog og derfor får elever ikke altid maksimalt udbytte af deres viden fra matematik i deres besvarelser af biologiopgaverne.

Undervisningsforløbets mål

At blive endnu mere fortrolig med og identificere regressionsopgaver
 At kunne bestemme en bedst mulig model over forsøg
 At kunne identificere hvornår de i biologi skal bruge matematik
 At kunne oversætte det biologiske problem til et matematisk problem
 At kunne oversætte den matematiske løsning til et biologisk svar eller til en del af det biologiske svar

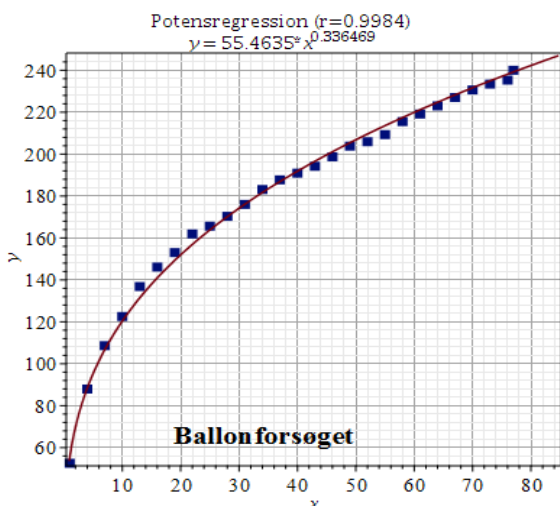
Kontekst

Matematik indleder med en gennemgang af *den typiske eksamensopgave i regression*. Herigennem lærer eleverne at identificere netop regressionsopgaver. Desuden snakkes med eleverne om, hvad man gør, når man ikke på forhånd kender funktionstypen. Eleverne undersøger to forsøg for funktionstype (ballon er potens, mens Barbie er lineær) ved at lave regression på egne data. De to forsøg skrives nu om til to eksamensopgaver med a), b), c) spørgsmål, som eleverne desuden selv svarer på.

Biologi indleder med forsøg om kimfald, måling af vitalkapacitet samt gæring. Alle tre forsøg er beskrevet i skriftlige eksamensopgaver. Ideen er, at ved at lave deres eget forsøg, forstår de bedre forsøget beskrevet i eksamensopgaven, og er derfor bedre i stand til at give et godt biologisk svar på opgaven med inddragelse af matematik.

Resultaterne fra de fem forsøg blev brugt matematisk til at bestemme bedst mulig model. Resultaterne fra de tre biologiforsøg blev indsat i eksamensopgaverne i stedet for opgavernes oprindelige data.

I matematik gennemgås en biologiopgave og hvordan man skal bruge matematik til at svare på spørgsmålene. I biologi og matematik snakkes om, hvad der er et matematisk svar og hvad der er et biologisk svar.



Evaluering

Elevevalueringen:

Godt:

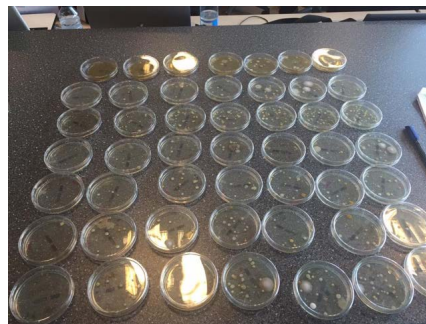
SUPER relevant for en biologiklasse som os
 Godt med forsøg der indledte os til at bruge matematikken i biologien. Det gav en bedre forståelse af matematiske modeller
 Vi synes det har været en god øvelse, fordi det kan gøre arbejdet med opgaver i biologi, hvor der kan indgå matematiske metoder, mere overskueligt. Det var lettere at forstå, når man selv regnede på opgaverne, efter at have fået fremlagt et eksempel.
 Vi blev mere klar over hvor stor forskel der er på konklusionerne i henholdsvis mat og bio
 Fagene var relevante i forhold til hinanden, de hang godt sammen

Mindre godt:

Vi havde for lang tid til at arbejde med opgaverne. (vi er bedre/hurtigere end i tror hehe)
 Opgaverne var meget ensformige, stort set samme princip/udførelse
 Det kunne dog godt være forvirrende, når man skulle lave en matematikopgave ud fra et biologiforsøg, da det ikke, som vi forstod, var sådan vi skulle bruge metoden med "biologi-matematik-biologi".
 Vi følte ikke det var så anderledes end det vi er vant til at lave i biologi og matematik. Det var dog interessant, at finde biologiske begrundelser for de matematiske usikkerheder.
 Matematikken fyldte meget lidt i forhold til biologien
 Måske forsøg man selv måtte finde på?

Lærerevalueringen:

Eleverne arbejdede meget seriøst med begge fag. Det er bestemt vores indtryk, at eleverne er blevet meget bevidste om både hvad matematisk modellering er, samt hvordan og ikke mindst hvornår de kan/skal bruge



Konklusion

Elevernes tilgang til eksamensopgaverne i biologi har ændret sig meget. De har efter forløbet meget lettere ved at tyde, hvornår CAS værktøjer skal bruges til løsningen af opgaverne, og de ved nu godt, hvornår der skal inddrages matematik i løsningen.

Litteratur

Eksamensopgaver fra biologi

Tak til

Eleverne fra 2.y, Hjørring Gymnasium og HF
 Hans Micheelsen og Lene Nielsen, Hjørring Gymnasium og HF

Introduktion

I biologi er det en stor fordel at kunne kvalificere arbejde med kernestof ved inddragelse af matematik, og i matematik kræver forståelse af abstrakte begreber en intuition opnået via kendskab til vigtige anvendelser.

Dette forløb om genetik og sandsynlighedsregning bidrager til begge dele.

Uddybning af emne

Biologi: Populationsbiologi og – genetik, herunder Hardy-Weinberg-loven, arvelige sygdomme, modellering, eksempler på statistisk resultatbehandling.

Matematik: Sandsynlighedsregning, matematisk modellering, ræsonnement og bevisførelse, matematikkens vekselvirkning med videnskab og teknologi.

Den indledende sandsynlighedsregning var gennemgået på forhånd. Tilsvarende var grundlæggende genetik gennemgået. Grupperne var dannet på forhånd.

I de første lektioner blev forløbet præsenteret, og matematikken og biologien bag Hardy-Weinberg blev gennemgået.

Derefter arbejdede de efter den instruktion, der er anført under *Tilrettelæggelse*.

Arbejdet mandede ud i en aflevering.

Inddragelse af en konkret sygdom beroede på vores personlige kendskab til en familie, hvor sygdommen forekommer. Dermed aktualiseres emnet for eleverne, således at motivationen øges. Anvendelsen af et spil (*The Mating Game*) havde ligeledes til formål at fremme motivation og interesse. Desuden er spillet yderst velegnet som model.

I og med at den konkrete sygdom (HAE) er meget sjælden (330 kendte tilfælde i Skandinavien), ville det spil, som eleverne skulle udvikle et udkast til, ikke kunne spilles i praksis, men det var underordnet, fordi de nødvendige overvejelser var de samme, som hvis det havde været et praktisk anvendeligt spil.

Ideal Hardy-Weinberg		Surviving Genotypes				Number of Surviving alleles		
Generation		AA	Aa	aa	Total individuals	A	a	Total alleles
Initial Class Frequencies						$p =$	$q =$	
Class Data	F1							
	F2							
	F3							
	F4							
Final Class Frequencies						$p =$	$q =$	

Eksempel fra spillet *The Mating Game*. Eleverne spillede fire versioner af spillet:

1. Den ideelle Hardy-Weinberg-fordeling (alle starter som heterozygoter; tilfældig parring; Tilfældig videregivelse af alleler; 100% overlevelse; Fem generationer)
2. Selektion (alle recessive homozygoter dør)
3. Heterozygot fordel à la seglcelleanæmi (50% af de dominante homozygoter dør, alle recessive homozygoter dør)
4. Genetisk drift (klassen opdeles i tre fra hinanden isolerede grupper, hvor al parring foregår inden for den enkelte gruppe)

Kontekst

Klasse: 1g med studieretningen Biologi A, matematik B

Placering: Januar

Omfang: 6 lektioner à 95 minutter, heraf to med dobbeltlærer.

Produkt: Grupperapport. 5 elevtimer.

Tilrettelæggelse

Udgangspunkt:

1. Redegør kort for forskellen på genetik på individniveau og på populationsniveau.

Hardy-Weinberg:

2. I skal redegøre for matematikken og biologien bag forudsætningerne for Hardy-Weinberg-ligevægten.
3. I skal skrive en matematisk udledning af Hardy-Weinberg-ligevægten.
 - Dvs. følge noterne, men tilføje ekstra forklarende tekst. I skal forklare matematikken bag sandsynlighederne og forklare, hvor forudsætningerne for Hardy-Weinberg bliver brugt.
4. I skal kommentere og forklare spillet, der simulerer den ideelle Hardy-Weinberg situation.

Arvelig angioødem (HAE) - www.haescan.org

5. Beskriv sygdommen og dens genetik.
6. Lav selv et udkast til et spil, som simulerer sygdommens genetiske udvikling på populationsniveau. Kommenter de valg, I træffer, og de fakta om sygdommen og dens udbredelse, som valgene er baseret på. Det gør ikke noget, hvis spillet bliver så kompliceret, at det ville være svært at spille i praksis. Det vigtigste er jeres kommentarer til de valg, I har truffet.

Konklusion

Forløbet fungerede fremragende.

Mundtlig evaluering viste, at eleverne havde godt udbytte og var glade for forløbet.

Litteratur

Matematik: Gyldendals Gymnasiematematik, Grundbog B2, afsnit 5.1 og 5.2 om indledende sandsynlighedsregning
Gyldendals Gymnasiematematik, Arbejdsbog B2, afsnit 5.1 og 5.9 om betingede sandsynligheder, uafhængige hændelser, Mendels eksperimenter og Hardy-Weinberg

Biologi:

Biologi i udvikling – kapitlet På opdagelse i generne.

Biologisk Forskning – fra molekyle til menneske – s. 645-648

Introduktion

Det er vores oplevelse, at elever har svært ved at læse grafer i biologi på trods af, at grafanalyse fylder meget og er centralt i biologi og bioteknologi – også til den skriftlige eksamen.

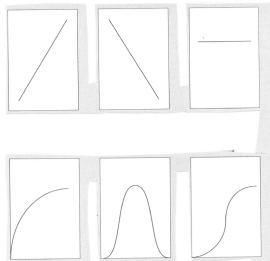
Det præsenterede forløb lægger op til en styrkelse af mundtlighed omkring grafanalyse.

I matematik indgår grafer naturligt, og det er en fordel at få elevernes viden fra andre fag i spil. I forløbet er der særligt fokus på monotoniforhold og væksthastigheder.

Forløbsoversigt

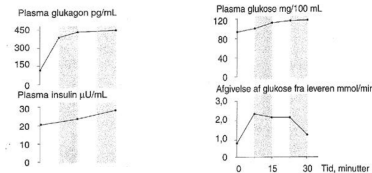
Kombinere grafer og grafoverskrifter

- Kropstemperatur som funktion af omgivelsestemperatur.
- Arbejde og puls
- Bakterievækst i en kolbe
- Tilvækst hos svin fra fødsel og frem
- Vægten af et tændt stearinlys som funktion af tiden
- Sammenhæng mellem pH og enzymaktivitet



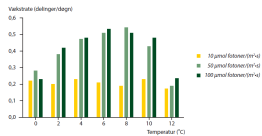
Forstå sammenhæng mellem fire grafer og genskab dem efter hukommelsen

3 ng glukagon/kg/min er indsprøjet hos raske forsøgspersoner gennem 30 minutter.



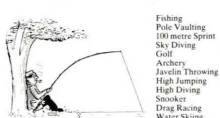
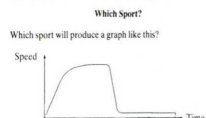
Overvej repræsentationer og lav dem mere hensigtsmæssige i to tilfælde

Figur 3 viser resultaterne af et eksperiment, hvor vækstrater hos en arktisk pieco-alge, *Micrococcus*, er bestemt. Vækstretene er bestemt under kontrollerende forhold ved forskellig temperatur og lysintensitet.

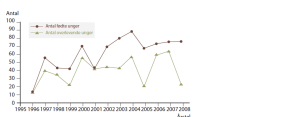


Figur 3. Vækstret for *Micrococcus* som funktion af temperatur ved tre lysintensiteter.

Find overskrift til graf



Forklar komplekse sammenhænge vha. flere diagrammer



Figur 1. Antal helde og antal overlevende ung i ulvepopulationen i Yellowstone nationalpark, 1996-2008.



Figur 2. Antal ulve og antal vægthjerte i Yellowstone nationalpark, 1995-2008.



Figur 3. Den procentvis sammensætning af forskellige fiske i Yellow Sea nationalpark.

Opgave: Forklar udviklingen i ulvepopulationen

efter genintroduktion. Inddrag alle tre figurer.

Kontekst

Egnet til biologi- og bioteknologi-klasser.

Aktuelle hold: 8 elever i 3.g.

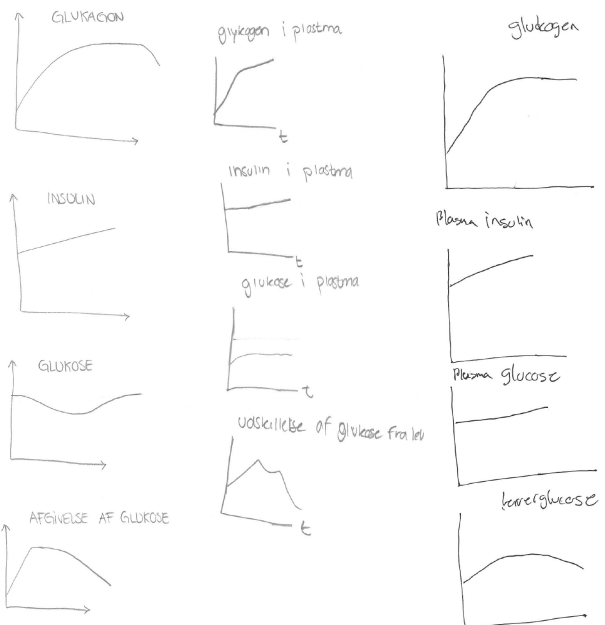
Ca. fire moduler af 50 minutters varighed, men ikke i et samlet forløb. Grafanalyse er blevet diskuteret løbende i forbindelse med forskellige delemer.

Resultater og analyse

De enkelte grafopgaver har dannet udgangspunkt for gode samtaler i klassen.

Her ses tre elevtegnede grafer genskabt efter hukommelsen.

Eleverne har parvist diskuteret sammenhængen mellem graferne, mens de tegnede.



Konklusion

Det var en fordel, at læreren løbende kunne henvise til grafforløbet. Det har skabt en fælles referenceramme.

Det er et ønske, at eleverne bliver bedre til at svare på hvad de faktisk spørges om i biologi- / bioteknologi-eksamen. Det må stå sin prøve til den kommende eksamen.

Litteratur

Eksamenssæt fra biologi A: 6. juni 2012 og 3. juni 2014.

Marker, H., m. fl. (2006). *Naturvidenskabeligt grundforløb*. Malling Beck.

Swan, M. (red.) (1985). *The language of functions and graphs*. Shell Centre for Mathematical Education, University of Nottingham.

Tak

Tak til vejleder John Schou, UNIVERSITY COLLEGE LILLEBÆLT, for inspiration og input.

Gødskning i landbruget

Modellering og optimering
Bo Vagner Hansen* og Grete Christiansen

*bv@nykgym.dk (skriv, hvis du ønsker projektoplægget tilsendt)

Nykøbing Katedralskole

Introduktion

Gødskning med kvælstof er af stor samfundsmæssig relevans, og noget som mange aktører må forholde sig til, heriblandt landmænd, politikere og naturbeskyttelsesaktivister. Der er dermed også et emne, som den enkelte borger må kunne forholde sig til. Med sin store samfundsmæssige relevans og mange betragtningsskinder er det dermed et oplagt emne at tage op i undervisningen i en tværfaglig sammenhæng. I dette forløb er problemstillingen belyst via biologi og matematik, for at få forståelse for:

- Konsekvenser af over- og undergødskning.
- Beregning af (økonomisk) optimale kvælstofmængder.

Resultaterne af beregningerne anvendes direkte ved fastsættelsen af normerne for kvælstofudledningen og har således stor politisk betydning.

Teori

Biologi: Undergødskning kan begrænse udbyttet i henhold til Liebigs lov. Overgødskning kan derimod føre til udvaskning og medføre øget algevekst og i værste fald iltsvind i vores indre farvande.

Proteinindholdet i kornet har betydning for kornets salgsspris, og for dets kvalitet når det anvendes som f.eks. foderkorn, maltbyg eller brødhvede. Det er i denne forbindelse muligt at diskutere protein og dets biologiske betydning, og hvorledes tilførslen af gødning influerer på proteinprocenten.

Matematik: Forløbet giver anledning til, at elever kan prøve kræfter med den svære disciplin at foretage matematisk modellering. Dette sker gennem regressionsmodeller med anden- og tredjegradspolynomier samt logistiske funktioner. Ud fra disse regressionsmodeller skal der bestemmes maksima. Endvidere skal der opstilles udtryk for overskuddet ved dyrkning af den enkelte afgrøde, hvorved den økonomiske mest rentable gødningsmængde bestemmes. Disse fundne optimale mængder kan sammenlignes med de optimale mængder angivet i kapitlet om gødskning i rapporten 'Oversigt over landsforsøgene 2015'.



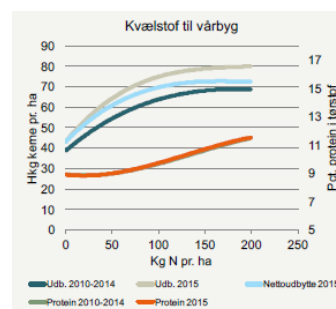
Læringsmål

I besvarelsen forventes det, at eleven:

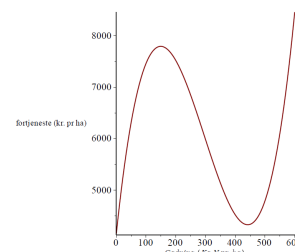
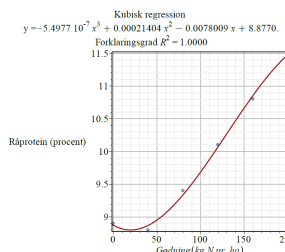
- Har kendskab til betydningen af kvælstof for planter vækst.
- Har kendskab til proteinindholdets rolle for korns anvendelse som foderkorn og i industrielle anvendelser.
- Kan diskutere over- og undergødskning og konsekvenser heraf.
- Kan afbilde data i et koordinatsystem med etiketter på akserne.
- Kan foretage regression vha. anden- og tredjegradspolynomier samt logistiske funktioner.
- Kan vurdere gyldigheden og rækkevidden af de valgte regressionsmodeller.
- Kan opstille funktionsudtryk og kan optimere givne funktionsudtryk vha. differentialregning.
- Skriftligt kan formidle undersøgelser, overvejelser og konklusioner med klar og korrekt sprogbrug.

Eksempler

Eksempler på hvordan udbyttet og proteinprocenten varierer med den tilførte mængde kvælstof. Graferne nedenfor er fundet i rapporten, hvor der også forefindes talmateriale for gennemsnittet af alle forsøg. Data fra enkeltforsøg kan skaffes via Nordic Field Trial System. Ud fra dette talmateriale kan eleverne selv forsøge at finde frem til de bagvedliggende funktioner.



Herunder ses et par eksempler fra en elevbesvarelse, hvor dels proteinindholdet er modelleret vha. et tredjegradspolynomium, dels fortjenesten ved salget af afgrøderne. Dette giver også anledning til at diskutere modellernes gyldighedsområde (rækkevidde) – er det f.eks. realistisk, at proteinprocenten og udbyttet begynder at falde når der gødes med over 200 kg N pr. ha.? Har vi belæg matematisk eller biologisk for at udtale os om dette? Er det overhovedet interessant? Skulle vi have valgt en anden funktionstype? Hvad betyder det for de svar vi får ud?



Bemærkninger

Forløbet er anvendt i 2.g i en klasse med matematik på B-niveau og biologi på A-niveau. Problemstillingen er kompleks og sammensat og eleverne havde derfor vanskeligt ved at arbejde med stoffet på egen hånd, hvorfor de også fik en del timer i skolen til at arbejde med det. Undervejs i forløbet besøgte vi forsøgscenteret Sofiehøj ved Holeby, hvor der udføres markforsøg. Derved havde eleverne mulighed for på første hånd at opleve hvordan forsøgene blev udført.

Litteratur

Oversigt over landsforsøgene 2015, SEGES Planter & Miljø.
(Hvorfra billederne også er taget.)

Tak til

Olav Høegh, Forsøgsleder, DLS for rundvisning på Sofiehøj Forsøgscenter samt orientering om udførelsen af markforsøgene.
Leif Knudsen, Konsulent, SEGES Planter & Miljø.

Gødskning i landbruget - vækst af alger.

Kurt Jensen*, & Lis Ravnsted-Larsen

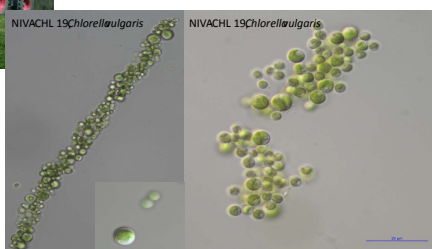
*kj@nykgym.dk, Li@nykgym.dk

Nykøbing Katedralskole

Introduktion

Hvert år laves der et utal af dyrkningsforsøg på danske marker med flere forskellige afgrøder. Dette giver anledning til et konkret optimeringsarbejde med henblik på at rådgive landmændene om at gøde med den optimale mængde kvælstof.

Planters vækst og deres relation til kvælstofgødning kan illustreres ved at følge vækst af encellede alger.



Rammerne

Forløbet har været afviklet i en delt studieretning MatA og biC/btA i november/december med et 25 – 30 timer i en delt studieretning på Nykøbing Katedralskole

Teori

Biotechnologi A Eleverne har fremstillet gødning og opstillet en serie med forskellig koncentration af gødning. Vækst af Chlorella er fulgt dels ved tællekammermetode, dels ved spektrofotometrisk måling. Relation til alger til teknisk brug, bioethanol, medicin og levnedsmidler

Biologi C Eleverne har læst om behovstilpasset gødning foruden kvælstofkredsløb, eutrofiering og spildevandsrensning.

Matematik:

Forløbet har givet anledning til at vi har arbejdet med modellering og optimering i en konkret og autentisk sammenhæng.

Det er sket ved regression med anden- og tredjegradspolynomier samt logistisk vækstmodel og optimering på disse med differentialregning.

Ovenstående model er en model for udbyttet som funktion af gødskning. Omkostningerne antages at være lineære. Optimeringen er konkret sket ved at man har søgt det sted på udbyttefunktionen, hvor den har samme hældning som omkostningsfunktionen. I den forbindelse har vi inddraget begrebet marginalvækst.

Forskellige vækstegenskaber for især logistisk vækst er behandling herunder konvekse/konkave kurver og den dobbeltafledte samt den relative væksthastighed. Dette er især behandlet på eksempelniveau.

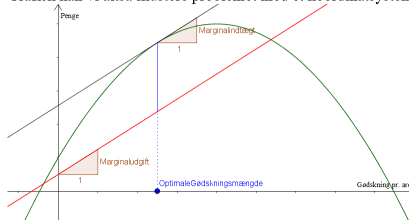
Læringsmål

- Kan afbilde data i et koordinatsystem.
- Kan foretage regression vha. anden- og tredjegradspolynomier samt logistiske funktioner.
- Kan vurdere gyldigheden og rækkevidden af de valgte regressionsmodeller.
- Kan opstille funktionsudtryk og kan optimere givne funktionsudtryk vha. differentialregning.
- Kan fortolke den afledte funktion som en marginal ændring.
- Har forståelse for væsentlige egenskaber ved den logistiske vækstfunktion.
- Skriftligt kan formidle undersøgelser, overvejelser og konklusioner med klar og korrekt sprogbrug.
- Forståelse for begrænsende faktorer og kvælstofkredsløb
- Indblik i alger som plantegruppe
- Design af forsøg
- Færdighed i brug af tællekammer og spektrofotometer

Eksempler på elevbesvarelse

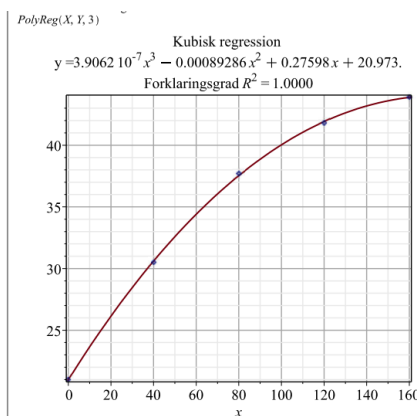
Elever beskriver hvordan den optimale gødningsmængde er fundet.

Grafisk kan vi altså illustrere problemet med et koordinatsystem således:



Det ses, at tangenthældning på den grønne indtægtskurve er lig hældningskoefficienten på den røde udgiftsgraf (tangenten er parallel med udgiftsgrafen), og at afstanden her er størst mellem de to grafer (med den naturlige betingelse, at vi kun ser på det område hvor indtægterne er større end udgifterne). Det blå punkt er fremhævet - her ses den optimale gødningsmængde.

Elever laver kubisk regression og finder den optimale gødningsmængde



Bestemmelse af den økonomisk mest favorable gødningsmængde:

Til at bestemme den økonomisk mest favorable gødningsmængde, bruger man sin viden ud fra de ovenstående afsnit, idet den gødningsmængde der giver anledning til den størst mulige fortjeneste, skal findes som værende det sted hvor udgiftskurven og udbyttekurven har den samme hældning.

Hvis hældningen på udgiftskurven skal være ml. 0,05 og 0,07 kan man finde den økonomisk mest favorable gødningsmængde ved blot at anvende differentialregning.

Man finder den x-koordinat der har hældningen 0,05:

$\text{fsolve}(g'(x) = 0.05, x) = 139.2806610, 1384.528863$

Konklusion

Modellering og optimering af autentiske situationer giver både pædagogiske muligheder og indsigt i anvendelse af matematik udenfor faget.

Algevækst i relation til gødningskoncentration kan let illustreres og korreleres til spektrofotometrisk måling.

Ekspertise med brug af tællekammer er tidsrøvende.

Litteratur

Biologibogen.
Biokemibogen
Introduktion til alger – Susse Wegeberg – Claus Felby
Hvad er matematik? B (specielt projekt 2.6 Optimering af landbrugets afgrøder fra hjemmesiden)

Tak

Alle de algefolk i DK, som er blevet bombarderet med spørgsmål. Og tak til centret i Norge, der kunne levere Chlorella.

KROPPENS PROPORTIONER

Jette Heron Kobberbøl, Kirsten Koch Lægaard, Henrik B. Dahl

rkjk@rks-gym.dk, rkkkl@rks-gym.dk, rkxbd@rks-gym.dk

Roskilde Katedralskole

Introduktion

Forløbet var et tværfagligt forløb med biologi og matematik i en 1.g klasse, der har studieretningen: Biologi A, matematik B og idræt B.

Forløbet indeholdt både teori fra biologi og matematik, foruden nogle praktiske måleøvelser. Teorien (fra antikken) om at mennesket er en guddommelig skabning der kan sættes på matematisk formel sættes op imod evolutionsteori.

Inden forløbet havde klassen arbejdet med Darwin's evolutionsteori i biologi og med den rette linje og lineær regression i matematik.

Forløbet blev afsluttet med et besøg på Københavns Universitets matematiske institut og Zoologisk Museum, hvor vi arbejdede med øvelsen; menneskedyret (denne øvelse kan også laves virtuelt).

Læringsmål

Forløbet skal give eleverne:

- Erfaring med måleusikkerhed ved at foretage målinger af samme størrelse gentagende gange.
- Forståelse for sammenhængen mellem rå data fra målingerne præsenteret i tabel og punkterne i et koordinatsystem.
- Erfaringer med at bruge databehandling i form af en graf til analyse og diskussion af sammenhænge i deres datamateriale.
- Træning i at overveje, hvad den rette regressionslinje i matematik kan betyde i en biologisk sammenhæng.



Teori



I biologi brugte vi evolutionsteori og arbejdede med menneskets evolution og morfologiske undersøgelser af menneskets kropsbygning. I matematik arbejdede vi med at finde gennemsnit og beregne funktionsudtrykket for den bedste rette linje gennem målepunkter. Vi arbejdede med regression og som CAS-værktøj benyttede vi Nspire. I forbindelse med kropsmålningerne arbejdede vi med usikkerhed på målepunkter.

Erfaringer

Projektet var et vellykket samarbejde mellem biologi og matematik kort efter studieretningsstarten i 1.g. Eleverne havde glæde af at projektet indeholdt både praktisk arbejde i forbindelse med opmåling af kroppens proportioner samt teoretisk arbejde i forbindelse med lineære regressioner og den biologiske udviklingsteori. Da projektet blev udført i begyndelsen af 1.g, havde vi også fokus på gruppearbejde som arbejdsform.



Opgaveformulering

Kan kroppen sættes på formel?

Findes der nogle konstante målbare sammenhænge i kroppens proportioner?

OPGAVE A

Forøvelse med det formål at opnå erkendelse omkring måleusikkerhed.

- Udfør målingerne vist på bilag 1. - Alle gruppemedlemmer skal lave alle målinger på hinanden, og I må ikke sammenligne jeres resultater før alle målinger er taget. Skriv resultaterne ind i et regneark.
- Sammenlign jeres målinger og analyser/diskuter ud fra forskellene, hvor stor spredning/usikkerhed der er på målingerne.
- Brug gennemsnittet af de enkelte målinger til at beregne de forskellige forhold for gruppens medlemmer, som I kan se på bilag 1.
- Skriv en sammenfatning af de vigtigste pointer fra opgave A.

OPGAVE B

Undersøgelse af menneskets proportioner.

- Undersøg nogle forhold/proportioner hos mennesket med udgangspunkt i Vitruvius' tekst om menneskekroppens proportioner. Mål disse på hele klassen, og skriv resultaterne ind i det fælles regneark.
- Find selv på nogle forhold/proportioner hos mennesket som I vil undersøge. Mål disse på hele klassen og skriv resultaterne ind i det fælles regneark.
- Analysér de fundne måledata ved brug af regression.
- Vurder og diskuter om der er en lineær sammenhæng vha. regressionsanalysen.

OPGAVE C

Diskussion.

- Skriv en diskussion på ca. 2 sider hvor I inddrager begrebet "ideale proportioner" og siderne om det gyldne snit (Da Vinci's "den vitruvianske mand") foruden artiklen "Mennesket til serviceeftersyn".
- Inddrag desuden jeres observationer fra besøget på det naturhistoriske museum i denne diskussion.

Produktkrav:

Skriftlig rapport til aflevering:

Hver gruppe skal udarbejde et skriftligt produkt i form af en rapport, som skal indeholde følgende:

- Konklusionen på jeres måleusikkerheder i opgave A.
- Vurdering af regressionsanalysen fra opgave B.
- Diskussionen i opgave C.
- Al data skal vedlægges som bilag.

Mundtlig fremlæggelse for klassen:

- I skal fremlægge de vigtigste pointer og resultater samt diskussioner og overvejelser i forbindelse med gruppearbejdet i opgave A, B og C.
- Oplæggets varighed må være max. 15 min.

Litteratur

Den Vitruvianske Mand:

http://www.sangreal.dk/Sangreal/Ordenen/Den_Vitruvianske_Mand.html

Menneskedyret, Statens Naturhistoriske Museum:

<http://snm.ku.dk/skoletjenesten/gymnasium/materialer/menneskedyret/flash/indexflash.html>

Karosseriets dimensioner (bilag 1):

Naturvidenskab for alle, nr. 3, 2006, side 2 (<http://www.nfa.fys.dk/>)

Mennesket til serviceeftersyn:

Natur og Museum, nr.3, 2009, Naturhistorisk Museum Århus.

Ophavsmaend til benyttede teorier

Marcus Vitruvius Pollio på dansk ofte blot Vitruv (ca. 75 f.Kr. - 25 f.Kr.)

Leonardo di ser Piero da Vinci (15. april 1452 - 2. maj 1519)

Charles Robert Darwin (12. februar 1809 - 19. april 1882)

Introduktion

I bekendtgørelsen for naturvidenskabeligt grundforløb står der at: "Hvis der parallelt med naturvidenskabeligt grundforløb læses matematik og/eller naturvidenskabelige fag, skal der ske en koordinering med disse. Der etableres samarbejde med matematik om analyse af mindst ét datasæt fra praktiske undersøgelser i naturvidenskabeligt grundforløb, som eleverne selv har gennemført. Ved gennemførelse af flerfaglige forløb under almen studieforberedelse bidrager det naturvidenskabelige grundforløb med perspektivering af naturvidenskabelig viden i relation til teknologisk og samfundsmæssig udvikling." Denne tekst er simplificeret i udkastet til den nye 2017 bekendtgørelse, men kravet til et samarbejde med matematik består.

Kort beskrivelse af undervisningsforløbet

I naturvidenskabeligt grundforløb har der været arbejdet med energiomsætning i levende organismer (biologi) og energiomsætning generelt (fysik). Som en del af forløbet har eleverne været på en 3 dages ekskursion til Livø i slutningen august.

I forbindelse med denne tur er der blevet målt respiration på en frø, samt målt fotosyntetisk aktivitetsoverskud og respiration på en plante (vejrbredblad). Samtidig er der også arbejdet med andre emner på turen.

Under databehandlingen i biologiundervisningen opstår der hos eleverne en forståelse for at visse dele af datamaterialet muligvis er lineært, og at de mangler noget matematik for at kunne færdig behandle disse data.

Derfor overgives datasættet til matematiklæreren, som derefter introducerer eleverne til lineære sammenhænge. I løbet af nogle lektioner lærer de om disse, og lærer hvad en regression er og hvordan man foretager denne.

Efter der er lavet regression overgår datasættet igen til biologi som arbejder med den biologiske fortolkning af de opnåede data og efterfølgende behandler dataene i en rapport.

Undervisningsforløbets mål

At give eleverne en større forståelse for matematik som naturvidenskabens sprog.

At give eleverne grundlæggende kendskab til energiomsætning i levende organismer i form af fotosyntese og respiration.

At lære eleverne hvad en lineær funktion er.

At lære eleverne hvad en regression er og hvordan den foretages og hvad den kan anvendes til.

At illustrere anvendelsen af residualplot til at bedømme hvornår data et lineære.

Særlige overvejelser

Det er vigtigt at eleverne får det korrekte udbytte i matematik da det jo bestemt ikke kan garanteres at de møder en "biologiopgave" til eksamen. Derudover at det vigtigt at sikre at eleverne forstår at den lineære model har begrænsninger.

Fagdidaktiske overvejelser

I matematik er det vigtigt at eleverne ikke kun får et billede af at regression kan bruges i biologi, men også i andre naturvidenskabelige fag. Dette opnås ved at supplere med opgaver baseret på problemer fra elevernes kemi og fysik undervisning (studieretningsfag)

Overvejelser omkring valg af læremidler

Det er vigtigt at der både i biologi og matematik anvendes det fælles datamateriale, men at dette hæftes op imod emner fra elevernes fagfagbøger. Således at sammenhængen mellem fagene bliver tydeligst mulig. Derudover kan det være en fordel at anvende elevernes vante matematikbog således at de ikke får det indtryk at det lærte kun vedrører biologi.

Lektionsplaner

Biologi:

Lektion	Materiale
1	Introduktion til det naturvidenskabelige grundforløb.
2	Opstart af energiemne.
3	Biologi til tiden: side 122-123
4	Biologi til tiden: side 165-169
5	Bearbejdning af de data der blev målt på Livø
6	Fortsætte med databearbejdning.
7	Lære forskel på % og ppm.
8	Arbejde med at afgrænse det område af data der er lineære.
9	Biologi til tiden: side 169-172
10	Foderudnyttelsen hos svin og vandmiljøplanen.
11	"Arbejde til at fylde tiden mens matematik arbejder med data"
12	Foderudnyttelsen hos svin og vandmiljøplanen fortsættes.
13	Der kigges på data fra Livø igen. Du med regressionen klar.
14	Hvad konstanterne a og b mon betyder biologisk set?
15	Betyder det noget at der er målt i to forskellige enheder? (ppm og %)

Matematik:

Lektion	Materiale
1	Træning i indtastning og afbildning af datasæt i Nspire
2	Der fortsættes med gruppearbejdet fra 1. lektion.
3	Hvad er matematik? C: side 39-44
4	Hvad er matematik? C: side 45
5	Om koordinatsystemet
6	Hvad er matematik? C: side 45-46
7	Arbejde med praksis når man afsætter en sammenhæng mellem variable i et koordinatsystem. Afhængig og uafhængig variabel.
8	Hvad er matematik? C: side 47-52
9	Arbejde med data fra fysikforsøg
10	Opgavetræning og residualplot
11	Arbejde med NV-data med CO ₂ og O ₂
12	Opgavetræning.

Evaluerings af forløbet

Generelt har eleverne udtrykt deres tilfredshed efter forløbet var afsluttet. Men undervejs især inden matematik for alvor kom på banen udtrykte eleverne at de synes at arbejdet var svært.

LÆS: "Det var svært, at komme til den erkendelse at det var noget matematik der manglede, for at kunne lykkes med opgaven"

Biologilæreren vurderer klart at det har styrket elevernes forståelse af biologien bag dataene, mens matematiklæreren mest vurderer udbyttet som en ekstra motivation for stoffet.

Elevernes oplevelse af forløbet er evalueret både gennem et spørgeskema ved forløbets afslutning og gennem en "klassenstime"

Litteratur

Egebo, L. A., Paludan-Müller, P., Torp, K. C., Ussing, S.; "Biologi til tiden"; 2. udg, 1. oplag; Nucleus Forlag Aps; ISBN: 87-90363-32-9

Grøn, B., Felsager, B., Bruun, B., Lyndrup, O.; "Hvad er matematik? C"; 2. udg, 1. oplag; Lindhardt og Ringhof; ISBN: 978-87-7066-596-4

Læreplanen til naturvidenskabeligt grundforløb

Læreplanen til biologi C

Læreplanen til matematik B

Tak

Claus Michelsen, LSUL Odense Universitet

Jakob Pilemand Ottesen, Erhvervsskolerne i Aars

Even Falk Magnussen, Erhvervsskolerne i Aars

Christopher Buur, Vesthimmerlands Gymnasium og HF

Matematisk modellering

Kurt Ringkøbing*, Mai Bjerg Hagens

*hgri@himgym.dk

Himmelev Gymnasium

Introduktion

Give eleverne en forståelse for modellens gyldighed (valg af model, regression, residualer, R^2).

Træne elevernes fortrolighed med forskellige værktøjer (Excel, CAS)

Resultater og analyse

Problemstilling

- hvilke variable indgår
- lav system-afgrænsning
- opstil en hypotese
- undersøg sammenhæng mellem de forskellige variable
- opstil en model og sammenlign med virkeligheden

Ud fra datamaterialet undersøges hvilke modeller, der giver den bedste beskrivelse af sammenhængene.

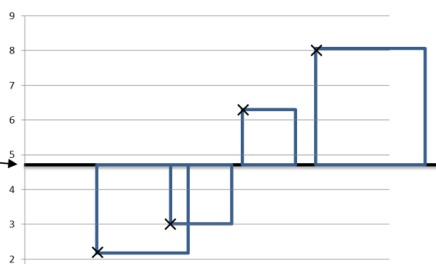
Eleverne skal overveje

- Systemafgrænsning
- Valg af model
- Rækkevidde af model

Teori

Arealet udregnes som summen af de viste kvadrater. Vi kalder dette areal for A_{middel}

middelværdi

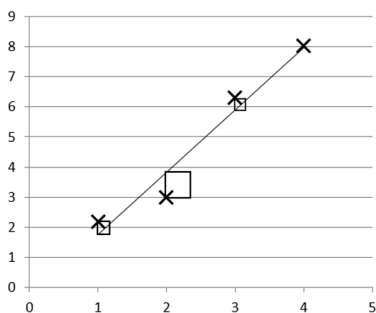


R^2 -værdien udregnes nu vha. flg. formel:

$$R^2 = 1 - \frac{A_{\text{tendens}}}{A_{\text{middel}}}$$

Det ses at R^2 er tæt på 1 når $A_{\text{tendens}} \ll A_{\text{middel}}$

Og at R^2 er tæt på 0 når $A_{\text{tendens}} = A_{\text{middel}}$



Konklusion

Ved at arbejde med egne data skabes forståelse for:

- Oversættelsen fra virkelighed til matematik (matematisering)
- Opstilling og vurdering af matematisk model
- Behovet for konklusion i forhold til den oprindelige problemstilling

Kontekst

Undersøgende tilgang hvor eleverne via div. Småforsøg skaber et datamateriale, der kan anvendes i forb.m. modellering

- Ølskum som fkt. af tiden
- Temperatur som fkt. af tiden

Introduktion

Forløbet omhandler kemiske ligevægte med udgangspunkt i bioteknologi. I forhold til dette er matematik et værktøjsfag til databehandling af data samt modellering. Forløbet er struktureret som en del af deres SRO.

Teori

Indenfor bioteknologi omhandler forløbet kemisk ligevægt som en overordnet proces, herunder spektrofotometri og tre forsøg:

- ligevægt for thiocyanationer og jern(III)ioner
- glykolysens aktiveringsenergi
- ligevægte til blodets dioxygenbindingsevne under forskellige forhold.

I forhold til matematik er det regression som en model kompetence, samt overvejelser ved brug af regression. Derudover beviser for logaritmetransformation af eksponentielle funktioner og evt. potensregneregler/definitionsområde ved løsning af ligevægtsligningen.

En introduktion til Excel som regneark ville være godt at få på plads før databehandlingen. Det matematiske beror på stof fra 1.g (lineær regression/lineære modeller).

På samme måde er teorien om kemisk ligevægt nødvendig som grundlag for forløbet her.

Projekt-periodens struktur se her:

UGE 3: Mandag den 16/1 i 2. modul: Fælles vejledning: Introduktion til opgaven og materialesøgning.

Tirsdag den 17/1 i 4. modul: Fælles vejledning - materialesøgning fortsat.

UGE 4: Tirsdag den 24/1 i 3. modul: Biotek/Biologi: Eksperimenter og individuel vejledning.

Torsdag den 26/1 i 4. modul: Formalia (sideantal, henvisning og lign.) og individuel vejledning.

UGE 5: Tirsdag den 31/1 i 4. modul: Individuel vejledning.

Torsdag den 2/2 i 1. modul: Individuel vejledning.

UGE 6: Onsdag 8/2, Torsdag 9/2 og fredag den 10/2: Skrive dage.

Kontekst

Forløbet er deres 2.g SRO, hvilket betyder det ordnede formål er træning mod SRP i 3.g. Nogle af de træningsmæssige mål er at kunne sætte sig ind i nyt stof/tekstmateriale samt skrive en længere opgave og kunne binde de to fag sammen i en formidlingsmæssig sammenhæng.

I dette forløb er bioteknologi det bærende fag i den forstand at der tages udgangspunkt i 3 forsøg om kemisk ligevægt. Ud fra disse forsøg bruges matematik som et værktøjsfag til at modellere dataene fra forsøgene.

En matematisk model i form af lineære funktioner bruges derefter af bioteknologi til at bestemme ligevægtskonstanten eller aktiveringsenergi. Dermed fortolker bioteknologi på den model matematik opstiller.

Opgaveformulering

Opgaven, som eleverne fik udleveret ses her.

"Du skal:

Bestemme ligevægtskonstanten for ligevægten mellem thiocyanationer og jern(III)ioner ved hjælp af en spektrofotometrisk metode.

- Brug regneark og lineær regression til at løse opgaven.
- Forklar hvad regression er, og hvilke faldgruber, der kan være, når man benytter dette værktøj.

Bestemme glykolysens aktiveringsenergi.

- Bevis at eksponentiel vækst bliver lineær hvis man tager logaritmen af y , således at $y = b \cdot a^x \Rightarrow \ln(y) = \alpha \cdot x + \beta$, hvor $\alpha = \ln(a)$ og $\beta = \ln(b)$.
- Dernæst skal du vise, at en konstant gange de oprindelige y -data kun har en indvirkning på værdien af β efter ovenstående transformation med logaritmen.

Måle et absorptionspektrum for hæmoglobin med og uden dioxygen.

- Kobl din viden om ligevægte til blodets dioxygenbindingsevne under forskellige forhold.
- Du kan i denne sammenhæng inddrage én eller flere potensregneregler samt begrebet definitionsområde."

Konklusion

Efterfølgende evaluering af produktet og elevsamtaler peger på at sammenkædning af 3 forskellige eksperimenter kan være svært at se som en overordnet problemstilling, der ligner noget man kunne få ved SRP.

Omvendt ser vi i mange besvarelser, at eleven har forsøgt at få de to fag til at hænge sammen i det skriftlige produkt der er udarbejdet - om end det til tider har været svært for dem.

Nogle giver udtryk for at det fag-faglige først skal på plads, før man som elev føler, man har overskud og overblik til at kunne skrive sig en sammenhæng mellem fagene. En god selv-indagt.

Litteratur

Der er anvendt deres grundbøger fra bioteknologi samt matematik. Derudover nogle lidt forskellige noter om logaritmisk transformation som en mulighed for eleverne at se en "anden" tekst, som skal danne udgangspunkt for deres eget bevis/rapport.

Tak

MENNESKERS MÅL

OG UNDERSØGELSE AF KASTANJER

Hanne Gerlach, Marianne Bangsø

hg@brslev-gym.dk

Brønderslev Gymnasium og HF

Introduktion

BIOLOGI I NATURVIDENSKABELIGT GRUNDFORLØB

Målgruppen for dette projekt er en 1g klasse med biologi A, matematik B og idræt B / kemi B i studieretningen. Projektet er afviklet imens klassen kun havde NV. Bio A startede først i forårs-semesteret.

For at udbrede brug af T-inspire til både biologi og matematik og for at sætte "hands-on" eksempler på anvendelse af lineær regression, valgte vi at lave en linearitets undersøgelse af forskellige kropsmål.

Forud for dette gik en træningsperiode, som bl.a. omfattede et forsøg med undersøgelse af sammenhæng imellem masse og volumen for kastanjer

Teori

INDUKTIV kontra DEDUKTIV

Vi ønskede en værktøjs-orienteret tilgang.

Uden forudgående teori, blev projektet anledning til for én gangs skyld at prøve en helt induktiv tilgang i måleserierne.

Klassen skulle "blot" finde ud af følgende:

KASTANJER

Findes der en matematisk sammenhæng imellem forskellige kastanjer's volumen og deres vægt? og hvis ja, hvilken sammenhæng?

Klassen fik desuden en række tænkespørgsmål de skulle overveje inden kastanje-målingerne.

MENNESKER

? Er der sammenhæng imellem halsomkreds og håndledsomkreds?

Er der sammenhæng imellem legemshøjde og armenes spændvidde?

Er der sammenhæng imellem personhøjden og højden fra gulv til navle?

Er der sammenhæng imellem personens højde med opstrakte arme og højden fra gulv til navle?

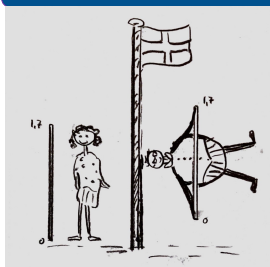
Er der sammenhæng imellem personhøjden og hoppehøjden

Menneske-målingerne foregik mere "lige på" en kastanje-øvelsen

Til måleserierne var der oprettet Google.doc fælles dokumenter til data.

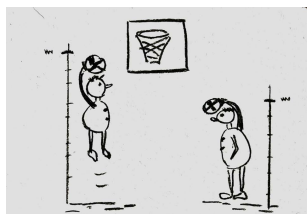


Kontekst



naturvidenskabelig
metode

data-typer



induktiv
grafregner

deduktiv

grundforløb i matematik og naturvidenskab

Resultater og analyse

KASTANJERNE

I introforsøget med kastanjer blev kastanjer inddelt efter størrelse i intervaller. Volumen blev målt ved nedsænkning i vand og massen bestemtes ved vejning.



I matematik var der arbejdet med uafhængige og afhængige variable. Arbejdssætningen blev "Hvad afhænger af hvad?" ... Hvilket ikke er helt indlysende i alle tilfælde.

Det var heller ikke indlysende for vore 1.g-ere at det vi finder via linjens hældning er kastanjer's massefylde

Der blev anledning til at diskutere

rimeligheden af at lade linjen gå igennem (0,0)

Vi fik også diskuteret, hvorfor / hvordan forskellige grupper kunne nå frem til forskellige massefylder

MENNESKENE

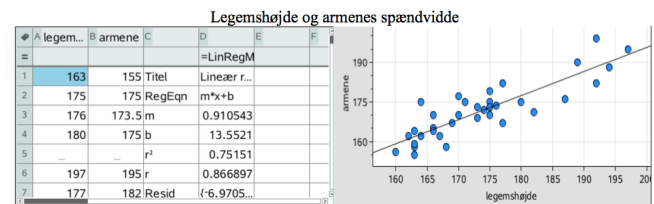
Der blev IKKE fundet lineære sammenhænge.

Ved afsløring af teorigrundlaget² måtte klassen igennem svære selvransagelser og bortforklaringer for at nå indsigt:

det at kende omtrentligt størrelsesforhold for et biologisk måleforhold er ikke ensbetydende med at have en lineær sammenhæng.

Afslutningsvist havde vi en dialog om, hvordan resultater SA kunne præsenteres:

Mål fx 35000 mennesker, udregn måleforhold og afbild hyppigheder af hvert måleforhold.....



Konklusion

Projektet blev afsluttet med succes. Klassen fik god individuel træning i brug af grafværktøj og lineære regression i T-inspire.

De opnåede forståelse for tolkning af egne data.

Der var frugtbare diskussioner om hvad man kunne udlede af data, om måleusikkerheder og forsøgsfejl.

Mange elever valgte at bruge dette arbejde til deres NV-prøve, og opnåede gode karakterer på grundlag af en fornuftig tilgang til arbejdet med data og tolkning af grafer.

PS: Læsning af Biofag, februar 2017 giver en bio-lærer anledning til at overveje, hvordan vi håndterer R^2 for kendte lineære sammenhænge, der måles med stor måleusikkerhed i biofaget (kastanjerne)

Litteratur

1. "Menneskekroppen som motor", Naturvidenskab for alle, 1. årgang nr. 3, 2006
2. http://masseeksperimentet.danishsciencefactory.dk/sites/default/files/files/maal_din_hoppehoejde.pdf

Tak

for hjælp, vejledning, materialer og inspiration til vejleder Hanne Møller Andersen og kollegerne fra Hjørring Gym



Muskeldimension og kraft

- ET TVÆRFAGLIGT FORLØB MELLEM MATEMATIK B OG BIOLOGI A

Alice Petersen* og Claus G. Holm-Bonde

*ggAPE@greve-gym.dk

Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring, LSUL

Introduktion

I biologiundervisningen udføres der ofte eksperimenter, der illustrerer nogle sammenhænge mellem nogle faktorer. Men disse sammenhænge vurderes ofte blot visuelt eller tendentiøst pga. manglende brug af matematiske værktøjer.

Matematisk modellering af eksperimentelle observationer er et meget brugt og nyttigt værktøj i naturvidenskaben. Flere modeller kan ofte benyttes til at beskrive det samme fænomen, men hvordan kan man så udvælge den model, der bedst beskriver det observerede?

Eleverne skal dels lære at opstille modeller for eksperimentelle data, men de skal også have et værktøj til at vurdere modellernes egnet.

Som optakt til en 2.g's SRO skulle eleverne prøve at vurdere sammenhænge mellem skeletmuskulaturens størrelse og den kraft, som musklerne kan præstere.

Teori

Når en skeletmuskel udfører et arbejde trækker den sig sammen og præsterer således en kraftudvikling. Dette sker ved dannelse af tværbroer mellem myosin- og aktinfilamenter. Des flere tværbroer der kan dannes og trække filamenterne sammen, des større kraft kan musklen præstere. Ved styrketræning kan man øge mængden af filamenter og dermed volumen af musklen. Denne forøgelse sker ikke i længden, men i stedet parallelt med de eksisterende filamenter.

Elevernes hypotese var derfor, at des større tværsnitsarealet af en muskel er, des større kraftudvikling kan den præstere, mens længden af musklen har mindre betydning. Eleverne skulle så vælge hvilke modeller der kunne komme på tale i dette forsøg og gøre rede for, hvilken model der bedst beskrev forsøgsresultaterne. Ud fra datapunkterne kunne eleverne se, at det enten var en lineær model eller en potensmodel. Dette gjorde de ved hjælp af regression og argumentation for hvilken model der var den bedste ud fra datapunkternes beliggenhed i forhold til regressionsgrafen og forklarelsesgraden. Desuden skulle de overveje om den valgte model også gav mening i fht. den biologiske teori.

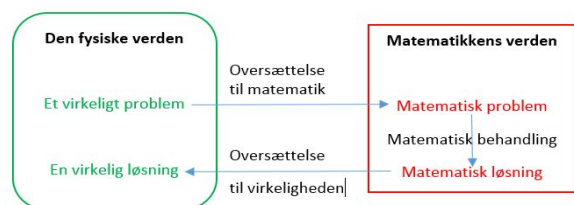
Didaktiske overvejelser

Det matematiske modelbegreb bliver tydeligere for eleverne, når de skal anvende forskellige modeller på deres eget datamateriale. I denne opgave skulle de også lære at tage stilling til hvilken model der var den bedste og begrunde hvorfor de netop havde valgt den model.

At skulle sammenholde den matematiske forklaring med en relativt konkret biologisk forklaring gør det matematiske mindre abstrakt.

Det er godt for eleverne at få nogle redskaber til at kunne vurdere deres egne data i biologi på en mere kvalificeret måde end blot visuelt eller gennem enkelte eksempler. De opnår også på den måde et lille indblik i, hvordan forskning bedrives.

Matematisk model



Forsøget

Eleverne målte omkredsen af deres højre og venstre overarm samt højre og venstre lår. Dette var til estimering af tværsnitsareal. Ved at måle på både højre og venstre arm/ben samt at lave isolerede øvelser på disse øgedes datamængden.

Desuden målte de længden af biceps ved en 90 grader sammentrækning samt længden af lårmusklen på lårets forside. Dette var til estimering af musklernes længder.

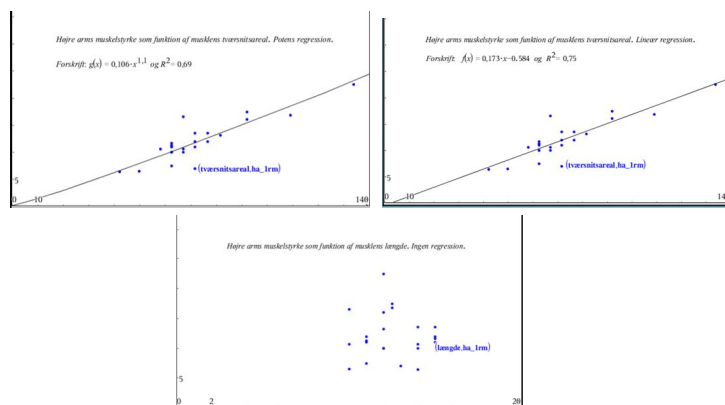
Derefter bestemte de 1RM (1 Repetition Max), for hhv. højre og venstre biceps ved siddende biceps curl samt for hhv. højre og venstre ben ved enkeltbens benpres.

1RM blev bestemt ved at de fandt en belastning, som de maks kunne løfte 10 gange og ud fra denne tabel kan 1RM så udregnes.

RM (gentagelser)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% af maks.	100	94	91	89	86	84	81	79	76	74

Resultater og analyse

Eleverne anvendte et CAS-værktøj til at samle resultaterne og udførte lineær regression og potensregression på datamaterialet. Ud fra datapunkternes beliggenhed i forhold til regressionsgrafen og ved anvendelse af forklarelsesgraden kom de frem til, at modellen for sammenhængen mellem en muskels kraftudvikling og dens tværsnitsareal var lineær. Desuden fandt de ud af, at der ikke var en tydelig sammenhæng mellem en muskels kraftudvikling og dens længde. Nedenfor ses de ovenfor nævnte sammenhænge.



Konklusion

Det ser ud til, at eleverne, efter denne opgave, har fået bedre styr på modelbegrebet i matematik blandt andet ved, at det ikke er nok at udføre en regression på nogle datapunkter, men man skal også være kritisk overfor hvilken model man vælger.

I biologi har de fået et værktøj til dels at beskrive nogle sammenhænge, men også til at vurdere, hvilken beskrivelse der objektivt set passer bedst og giver mest mening.

Det har også været en god øvelse i at se begrænsninger og muligheder i de matematiske beskrivelser af biologiske fænomener, f.eks. i fht. hvordan man skulle udføre målingerne af musklernes dimensioner, fejlene omkring knogler og fedt etc. Det giver mening og forståelse for eleverne at arbejde med og måle på deres egen krop også i forbindelse med at gennemskue hvor svaghederne ved øvelsen ligger.

Litteratur

Bidstrup, B.B. et al.: "Fysiologibogen", Nucleus, 2009.
Bojsen-Møller, J. et al.: "Styrketræning", Danmarks Idrætsforbund, 2006.
Clausen Flemming m fl.: Gyldendals Gymnasie matematik Grundbog B2. 2006
Clausen Flemming m fl.: Gyldendals Gymnasie matematik Grundbog B1. 2005
Per B. Brockhoff et al.: Brugen af R^2 i gymnasiet; 2017, uddrag.

SRO om blodtyper i BI og Ma.

Annette Gleerup Madsen, Martin Ulrich Christensen, Henrik B. Dahl
rkmd@rks-gym.dk, rkmuc@rks-gym.dk, rkhbd@rks-gym.dk
 Roskilde Katedralskole



Introduktion

Projektet var et tværfagligt forløb mellem biologi og matematik i en 2.g klasse, med studieretningen: Biologi A, matematik B og idræt B, skoleåret 16/17.

Forløbet skulle forberede eleverne til at skrive studieretningsopgave (SRO) i de 2 fag. Opgaven omhandlede populationsgenetik, blodtypegenetik og -immunologi samt statistik og sandsynlighedsregning.

I ca. 2 mdr. op til opgaven blev der undervist i relevant teori og løst opgaver. Klassen lavede en blodtypeundersøgelse på (næsten) alle elever samt et eksperiment med majs og 2-gensspaltning, hvor på der kunne laves chi-i-anden test.

Overordnede læringsmål for SRO

Tværfaglige læringsmål:

- forbinde viden fra de to fag til at besvare en opgaveformulering.
- forstå, hvorfor/hvordan de to fag er relevante ift. opgaveformuleringen.
- anvende viden fra de to fag til at forklare og analysere opgaveformuleringens emne eller spørgsmål.
- anvende materiale fra undervisningen til at forklare, analysere og diskutere opgaveformuleringen med.

Derudover de alm. læringsmål for skriftlig fremstilling (SRP).

Særfaglige læringsmål

Eleverne skal kunne forklare og anvende **biologisk** teori og arbejdsmetode indenfor flg. kernestof:

- Genetikens molekylære og cellulære grundlag
- Nedarvningsmønstre, herunder blodtyper og multiple alleler
- Evolutionsteori, herunder betydningen af samspillet mellem arv og miljø
- Populationsbiologi og populationsgenetik, herunder Hardy-Weinberg-loven
- Eksempler på undersøgelses- og analysemetoder samt statistisk resultatbehandling inden for genetik og evolution

I **matematik** skal eleverne kunne flg.:

- Anvende simpel sandsynlighedsregning
- Opstille hypoteser
- Udføre chi-i-anden test på måledata ((både GOF test og uafhængighedstest)
- Analysere og konkludere på udførte test's
- Løse ligningssystemer bestående af flere ligninger med flere ubekendte



SRO: Problemformulering

Blodtypefordelinger og Hardy-Weinberg ligevægt på RKS, Danmark og globalt.

Gør kort rede for AB0-blodtypesystemet og dets genetiske baggrund, samt det overordnede princip for hvordan blodtype bestemmes og hvilken betydning blodtyper har.

Undersøg om blodtypefordelingen i en stikprøve, sammensat af to 2.x klasser (for at få en rimelig mængde data), er repræsentativ for blodtypefordelingen i Danmark.

Test derefter om der er forskel på blodtypefordelingen hos forskellige nationaliteter. Vælg i bilags tabellen over blodtypefordelingen i forskellige populationer et land, du vil sammenligne med Danmark. Der skal være en fornuftig begrundelse for valget, eksempelvis relationer som bunder i fx. menneskets kolonisering, verdensdele, ø-populationer eller andet.

Undersøg om populationen "2.x" er i Hardy-Weinberg ligevægt. Kom i den forbindelse ind på anvendelsen af Hardy-Weinberg-beregninger og brug af statistiske test's til biologiske formål.

Analysér desuden om der er Hardy-Weinberg ligevægt i de nationaliteter du har arbejdet med, og bestem derefter hvor mange generationer det vil tage at opnå Hardy-Weinberg ligevægt for hver nationalitet.

Diskuter og vurder resultaterne af analyserne.

Bilag:

Resultater for blodtype i 2x (2014) og 2x (2016)
 Hansen, Thorkild, AB0 blodtypernes globale fordeling, Donor Nyt 2003
 Website: <http://www.aboblood.com/>

Erfaringer og konklusion

De overordnede læringsmål for SRO er opfyldt. Det er blevet synligt for eleverne, at der var en sammenhæng mellem de to fag og at matematik kunne anvendes på biologiske måledata, samtidigt med at det gav god mening for eleverne, at de i matematik regnede på egne data.

Det blev tydeligt, at traditionerne for beregningsmetoder er forskellige i biologi og matematik. Det er en udfordring, at afgøre hvor meget der skal arbejdes i Nspire, og hvor meget der skal regnes, som traditionelt i biologi.

Processen og arbejdet i fagene samt skrive dage var spændende og udbytterige.

Efter at have læst SRO'erne kan det konkluderes, at der særligt i matematikundervisningen skulle have været arbejdet mere med at opstille hypoteser, samt arbejde med analyse og konklusion af testresultat.

Litteratur og materialer

Egebo, Lone Als, Genetikbogen B+A, Nucleus 2014, kap. 2, 4 og 5.
 Nielsen, Knud Erik m.fl., Vejen til matematik B2, Forlaget HAX 2006, Kap. IV
 Videnskab.dk, 10. oktober 2011: Hvorfor har vi forskellige blodtyper
 Videnskab.dk 17. nov. 2016: 5000 år gammel majs. Spiste vores forfædre popcorn.

STX Eksamensopgaver i matematik B-niveau:
 25. maj 2012 opg. 12, 22. maj 2014 opg. 12 / 27. maj 2014 opg. 12 / 5. december 2014 opg. 10 / 22. maj 2015 opg. 10 / 28. maj 2015 opg. 13

STX Eksamensopgaver i biologi A:
 August 1993 opg. 4 / August 2005 opg. 5 / August 2007 opg. 6 / 25. maj 2011 opg. 3 / 30. maj 2013 opg. 4 / 3. juni 2014 opg. 4 / 29. maj 2015 opg. 4.
 Derudover div. mindre nedarvningsopgaver fra bl.a. Mikkelsen, Th. Menneskets genetik, Nucleus 2005

Eksperimentelt arbejde:
 Blodtypebestemmelse med Eldonkort
 Scandiatid majs-korn – Forsøg over Mendels 2. lov med majs (uafhængighedsloven)
 Forsøg (papir, sugerør og terning): Variation og selektion hos den ægyptiske origami fugl (Avis papyrus)

STORE DYR - HVORDAN?

FYSIOLOGI OG TILPASNING
SKALERING OG MODELLER
Hanne Gerlach, Marianne Bangsø
hg@brslev-gym.dk
Brønderslev Gymnasium og HF

Introduktion

HVOR STORT KAN DYRET BLIVE?

En fysiologisk undersøgelse af store dyr i et evolutions- og et tilpasningsperspektiv.

Projektet udføres som et pixi-SRO i et samarbejde mellem biologi og matematik

I **matematik** arbejdes med modeller og skalering

I **biologi** arbejdes med **a)** det fysiologiske grundlag: diffusion – blodtryk og hjerte – ventilation og lunger **b)** tilpasning og selektion imod ydre miljø

Teori

MAT B SKALERING OG MODELLER

Mat B grundlag er 105 lektioner i grundlæggende regneteknik, indledende funktionsteori, lineære sammenhænge, trigonometri, eksponentielle udviklinger, potensudviklinger, kvadratsætninger, 2.gradsligninger, deskriptiv statistik og sandsynlighedsregning. I forbindelse med projektet ad hoc træning i brug af skalering og modeller.

BIO A GENETIK, EVOLUTION OG FYSIOLOGI

Bio A grundlag er 35 lektioner i genetik og evolution i 1g. I forbindelse med projektet læses og trænes diffusion, blodtryk og lungefysiologi. Der gives en række links til litteratur og film om giraffer. Der arrangeres besøg i Zoo skoletjenesten.

Diverse links og litteratur til brug for såvel intro som opgaven

Kan findes via vores upload på BioMatII sharepoint

VORES MÅLGRUPPE

Den samme klasse som udsattes for vort MatBio projekt 1. Klassen har Bio A, Mat B, og Idræt B / kemi B i studieretningen. Projektet er tiltænkt primo 2g

UDKAST TIL OPGAVER OG INSPIRATIONSMATERIALET kan findes på BioMat 2016 sharepoint

Kontekst

flerfagligt projektarbejde



perspektivering

brug af kilder

naturvidenskabelig
metode i SRO

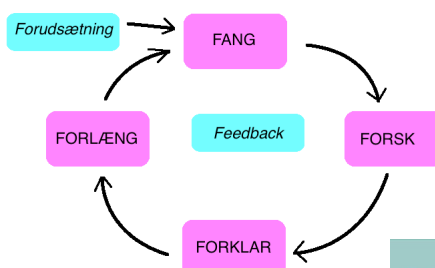
formidling

selvstændig beregning med modeller

Resultater og analyse

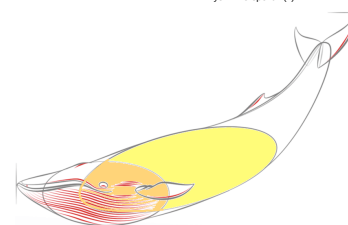
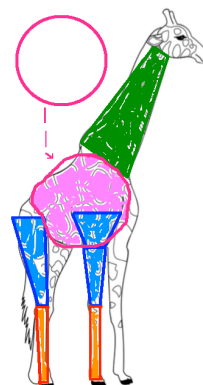
HAR VI IKKE

Men her et par figurer, der illustrerer idégundlaget



	AREAL, A	VOLUMEN, V	A/V
Kugle	$4\pi r^2$	$\frac{4}{3}\pi r^3$	$3r^{-1}$
Cylinder $L = 10r$	$22\pi r^2$	$10\pi r^3$	$2,2r^{-1}$
Rund skive $H = 0,1r$	$2,2\pi r^2$	$0,1\pi r^3$	$22r^{-1}$
Tyndt blad $B = \frac{1}{3}L$ $H = 0,005L$	$0,68L^2$	$0,0017L^3$	$402L^{-1}$
Tykt blad $B = \frac{1}{3}L$ $H = 0,1L$	$0,94L^2$	$0,033L^3$	$28L^{-1}$

KILDE: Fysik i Perspektiv (1)



Konklusion

Projektet er forestående...derfor

VORE FORHÅBNINGERNE ER

- at vi vil opleve, vores elever bliver bedre til at knække koden til, hvordan man som naturvidenskabelig elev tackler udfordringerne i
 - biologi-matematik samarbejder
 - i de større skriftlige opgaver
 - forståelse af naturvidenskabelige arbejdsformer
- at vi vil opleve denne klasse præstere lige så godt i AT og SRP som andre studieretninger. Erfaringer hidtil peger i retning af, at ikke-naturvidenskabelige studieretninger på vores gymnasium nurses bedre igennem til gode karakterer i de flerfaglige opgaver

Litteratur

- Fysik i Perspektiv, 3. Årgang nr. 2 / 2004 med følgende artikler:
 - Musen og elefanten - ens eller forskellige dyr?
 - Alle hjerter slår omkring 1,5 milliarder gange
 - Formvariation og livsstrategi
- Flere kilder på BioMatII sharepoint

Tak

for hjælp vejledning, materialer og inspiration til vejleder Hanne Møller Andersen og kollegerne fra Hjørring Gym



Vitalkapacitet og lineære sammenhænge

Et NV-forløb I 1g

Malene Harboe, Hanne Krogh

mh@mgym.dk, hk@mgym.dk

Marselisborg Gymnasium



Introduktion

Forløbet er gennemført som en del af et længerevarende NV-forløb med fagene biologi, fysik og matematik. Målet var at få et godt fagligt samspil mellem fagene og få eleverne til at se hvorledes fagene sammen kan bidrage til en større forståelse af stoffet.

Teori

Vi tog udgangspunkt i en eksamensopgave i biolog med matematisk indhold i form af en lineær regression. Formuleringen blev uddybet med flere matematiske elementer såsom forklaring af begrebet forklaringsgrad og tegning og tolkning af residualplot.

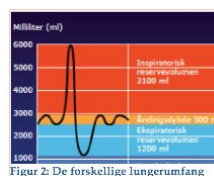
Forløbet havde flere faglige mål:

- Eleverne skal opnå en forståelse for vigtigheden af at bearbejde og fremstille data og at forholde sig kritisk til datamateriale og forsøgsdesign.
- I matematik skal eleverne se, at arbejdet med lineære modeller kan bruges i biologisk sammenhæng. Der skal være en kritisk stillingtagen til modellens begrænsninger og residualplot og forklaringsgrad introduceres som metoder til at vurdere modellens anvendelighed.
- De skal opnå kompetencer indenfor anvendelse af deres matematikværktøj (Maple) til at fremstille grafer og lave regression.
- Eleverne får bygget videre på deres viden om gasudveksling og iltforbrug i kroppen ved træning via teori og test udført på egen krop, herunder konditionstests og måling af lungevolumen. Lungedissektion vil bidrage til en større forståelse for lungens opbygning, diffusionsarealet og bruges desuden som motiverende øvelse.

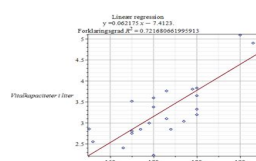
Kontekst

Forløbet er gennemført i en 1MB (1g MatA og bioA). Det er en fagligt dygtig og arbejdsom klasse. Forløbet indgik som omtalt i et nv-forløb, med en mundtlig prøve som evaluering.

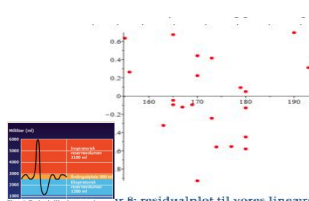
Resultater og analyse



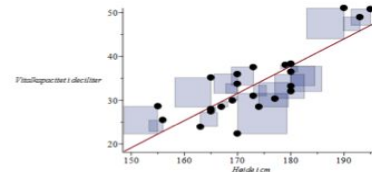
Figur 2: De forskellige lungevolumen



Eleverne skulle måle deres vitalkapacitet i biologilaboratoriet. Ved selv at være igenne mforstået fik eleverne en bedre fornemmelse for fejlkilderne, end hvis de blot havde fået udleveret data. Under evalueringen af forløbet viste det sig at eleverne faktisk havde en fin fornemmelse for modellens begrænsninger og usikkerhederne på målingerne. Ud fra de indhentede data tegnes punkterne og der laves lineær regression vha Maple. Forløbet havde som delmål, at eleverne blev i stand til at tegne punkter i Maple, sætte aksetitler på og lave regression.



Figur 4: De forskellige regressionsmodeller



Figur 5: Mindste kvadraters metode brugt på vores data

- Klassen fik forståelse for "Mindste kvadraters metode". Her ses de indhentede data med de indtegnede kvadrater fra metoden. Vha Geogebra blev metoden med minimering af summen af kvadraterne illustreret. I forløbet kom vi omkring beregningen af forklaringsgraden og dens betydning for vurdering af modellens værdi og residualplottene blev indført for at kvalificere vurderingen yderligere.

Konklusion

Forløbet afsluttedes med prøve i nv. Langt de fleste elever viste et stort overblik over koblingen mellem de 2 fag og var i stand til at bruge fagene i relevante sammenhænge. Fx kunne matematikken anvendes til at finde en lineær model og denne kunne bruges til at ekstrapolere og interpolere, mens biologien kunne give forklaringer på modellens begrænsninger. De fleste elever gav i den efterfølgende evaluering udtryk for, at forløbet havde givet dem enten samme forståelse eller større forståelse for stoffet i de enkelte fag ved det tværfagligt samarbejde. Eleverne er desuden tidligt i gymnasieforløbet blevet gode til at bruge deres matematikværktøj til at lave god formidling af grafisk materiale i biologi. Eleverne syntes generelt, at sværhedsgraden i matematikdelen var "lidt svært/meget svært", mens den overvejende var "passende" i biolog

Litteratur

YubioA s. 78-85, s. 95-96, s. 108-110.
Trips Matematike Grundbog 29-40+diverse noter.
Note skrevet ud fra af side 2-8 på linket: <http://www2.imm.dtu.dk/courses/02591/stat6-bind2.pdf>

Tak

Vækst og gærceller

- ET TVÆRFAGLIGT FORLØB MELLEM MATEMATIK A OG BIOTEKNOLOGI A
KIRSTEN HJEMSTED* OG KENNETH BERI PLOUG

*Kirsten.Hjemsted@greve-gym.dk

Introduktion

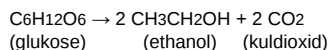
Eksponentiel vækst og logistisk vækst er to centrale begreber i både matematik og biologi/bioteknologi, og begrebernes betydning bliver endnu mere synlig i den nye læreplan for bioteknologi A.

Erfaringsmæssigt ved vi at elever generelt har svært ved at fortolke og behandle data fra biologiske vækstsørg, samt at anvende matematiske modeller til at forstå de vækstkurver man 'normalt' får ved vækst af mikroorganismer.

I forbindelse med at forberede en 2g klasse (2y BT) på at skrive studieretningsopgave (SRO) i marts 2017 med emnet 'vækst og gærceller' i et tværfagligt samarbejde mellem matematik og bioteknologi A, var det oplagt at intensivere samarbejdet mellem fagene med fokus på forståelsen af vækstmodeller.

Teori

Mennesket har i årtusinder udnyttet gærsvampenes evne til at anvende sukkerkilder som glukose til at producere alkohol og CO₂ i øl- og vinbrygning og ved dejhævning:



Denne såkaldte gæringsproces foregår under iltfrie forhold, og er en klassisk bioteknologisk metode. Kendskabet til gærsvampenes (og andre mikroorganismer) vækstmønstre er af stor industriel og økonomisk betydning, f.eks i produktionen af alkohol eller i gærcellers produktion af lægemiddelproteiner som insulin. Vækstmønstret er bestemt af de enkelte gærsvampes nærings- og miljøkrav, generationstiden samt begrænsende faktorer som næringsmangel, pladsmangel og giftige stofskefeprodukter.

Ved gæringsforsøg (se figur 1), vil vægttabet (CO₂-udslippet) være et mål for gæringsprocessen, og ved jævnligt over en passende periode at opsamle data for det akkumulerede vægttab (se figur 2) kan man bruge datasættet til at optegne en typisk vækstkurve ud fra egne simple forsøg.

Eleverne i 2y BT opsatte en række gæringsforsøg, og skulle ud fra de opsamlede datasæt dels analysere vækstkurverne, herunder beregne væksthastigheden og den øvre grænse for vækst, samt forklare hvordan forskellige parametre (f.eks. temperatur og pH) påvirker vækstmønstret for den anvendte gær (alm bagegær).

Læringspillet kan være meget anvendelige til forståelsen af faglige begreber. Vi brugte et 'vækstspil' i 2y BT til at illustrere og diskutere begreberne logistisk vækst (begrænset mængde næring = M & M' slik) og eksponentiel vækst (ubegrænset mængde næring) inden eleverne udførte selve gæringsforsøgene til deres SRO.

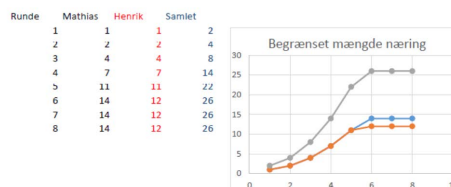


Figur 1. Forsøgsopstilling.

Tid (timer)	Vægt (g)	Akkumuleret vægttab (g)
0,0	360,74	0,00
1,0	360,74	0,00
2,0	360,27	0,47
3,0	359,81	0,93
4,0	359,18	1,56
5,0	359,01	1,73
6,0	358,24	2,5
7,0	357,14	3,6
8,0	356,67	4,07
9,0	355,95	4,79
10,0	353,80	6,94
11,0	353,51	7,23
21,5	353,43	7,31
24,0	353,40	7,34
25,0	353,38	7,36
26,5	353,35	7,39
27,5	353,35	7,39
28,5	353,31	7,43

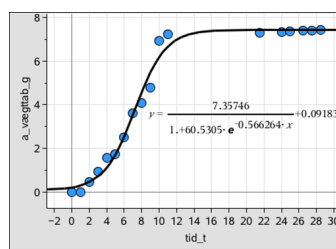
Figur 2. Resultaterne af eksperimentet.

Resultater og analyse



Figur 3. Vækstkurver optegnet fra datasæt efter et hold elevers udførsel af 'vækstspillet'.

Det ses tydeligt at datasættene kan bruges til at skelne mellem hhv logistisk vækst (øverste figur) og eksponentiel vækst (nederste figur).



Figur 4. Vækstkurve optegnet fra datasættet vist på figur 2, med akkumuleret vægttab som funktion af tiden.

Der ses et tydeligt logistisk vækstmønster, og datasættet kan bruges til at beregne væksthastigheden samt den øvre grænse for vækst.

Konklusion

Ved at intensivere samarbejdet mellem matematik og bioteknologi op til dette års SRO-skriveperiode, har eleverne uden tvivl fået en meget bedre forståelse for eksponentiel vækst og logistisk vækst, til gavn for begge fag.

Dels har eleverne givet os positive tilbagemeldinger, dels kunne vi mærke på typen af tvivlsspørgsmål under skriveperioden, at eleverne har været bedre rustet fagligt sammenlignet med tidligere år. Og det har været befriende nemt under elevernes skriveproces denne gang at kunne henvise til analogierne mellem vækstspillet og gæringsforsøgene.

Litteratur

Hansen, J. B. (1993) Gær og gæring. København: Industriens forlag.

Tak

Tak til John Kehlet Schou for udvikling af og introduktion til 'vækstspillet'.

Vækst og Mikrobiologi

Bio A og Mat B
Christopher Buur
vhgcb@vhim-gym.dk
Vesthimmerlands

Introduktion

Eleverne i en 2.g kasse med Bio A og Mat B i studieretningen har i matematik har haft et forløb om Funktioner og vækst, hvor de bl.a.

Har fået biologi opgaver som de så kun skulle lave den matematiske del af, med henblik på senere at aflevere den igen i biologi

I Biologi har de haft et forløb om mikroorganismers liv og herunder vækst og generations tid.

Forløbet dækkede i Mat B 23 moduler. Og i Bio A 12 moduler.

Følgende materialer blev brugt:

Resultater og analyse

Målet er at eleverne bedre og lettere forstår at anvende matematikken til at forklarer det biologiske vækstbegreb. Her under tegne grafer, lave og vurderer matematiske fits.

Det har ydermere været et mål at eleverne ikke skulle opleve at det var matematikken, der satte begrænsninger for hvor dybt ind i det biologiske stof, de kunne komme.

Eleverne har således afleveret et eksamens sæt som aflevering, først i matematik, fået rettelser på dette, og siden afleveret samme sæt i biologi og fået rettelser på dette.

Teori

Eleverne skulle gerne få følgende ud af forløbet:

I Bio a:

Skal de lærer at analysere og bearbejde data fra eksperimentelt arbejde samt bearbejde og formidle resultater fra biologiske undersøgelser.

Vækst og matematiske modeller.

klassifikation og livscyklusser for mikroorganismer.

mikrobiologiske processer og deres kommercielle anvendelse.

I Mat B:

Skal eleverne lære håndtere simple formler, herunder kunne oversætte mellem symbolholdigt og naturligt sprog, kunne redegøre for foreliggende symbolholdige beskrivelser af variabelsammenhænge og kunne anvende symbolholdigt sprog til at løse simple problemer med matematisk indhold.

Samt at anvende simple funktionsudtryk i modellering af givne data, kunne foretage simuleringer og fremskrivninger og forholde sig reflekterende til idealiseringer og rækkevidde af modellerne.

Eleverne skal endvidere være fortrolige med begreberne:

Fremskrivningsfaktor og vækstrate, fordoblings- og halveringskonstant. sammenhængen mellem a^x og e^{kx} for eksponentielle.

De skal kunne regneregler for logaritmefunktioner og bevis for disse

De skal have bevidsthed om absolut tilvækst og relativ tilvækst, samt forståelsen af den relative y-tilvækst, når der gives en x- tilvækst af en given størrelse (enten absolut eller relativ) og skaleringsprincippet for potensvækst.

De skal arbejde med modeller til beskrivelse af et talmateriale- herunder prognoser (fremskrivning) og regression.

De skal kunne lave matematisk ræsonnement. Dette skal bl.a. gøres ved at beskrive grafer forløb : monotoniforhold, maksimum, minimum, proportionalitet
Specielt med henblik på samarbejde i studieretningen inddrages procent, procentpoint, indekstal og renter.

Konklusion

Der var her efter meget færre elever end "der plejer at være" der har problemer i biologiske spørgsmål pga. manglende matematisk forståelse.

Også i efterfølgende aflevering har jeg observeret at eleverne husker enheder når de tegner grafer. De husker at angive tildenslinjer, kommenterer på r^2 værdier, kommenterer på konstanter betydning. Det vil sige at eleverne i mindre grad oplever at matematikken er en hæmsko, og i højre grad et værktøj når de skal uddrage biologisk viden af et forsøg eller et datasæt.

Litteratur

Følgende materialer blev brugt:

Bio a: her er klassens samlede pdf Bio A bog brugt, der hedder: "Yubio" (Skadhede, 2016)

samt uddrag af: "Mikroskopisk liv" (Egebo, 2008)

Mat B: Knud E. Nielsen m.fl : "Vejen til Matematik AB1"

og uddrag af Bjørn Grøn m.fl : "hvad er matematik"

Forløbet kan findes på lectio i studieplanen for 2k2015 i biologi:

https://www.lectio.dk/lectio/288/studieplan/forloeb_vis.aspx?phaseid=18224781136&prevurl=studieplan.aspx%3fdisplaytype%3dugeteksttabel%26klasseid%3d12616276941

Og i matematik:

https://www.lectio.dk/lectio/288/studieplan/forloeb_vis.aspx?phaseid=14418724138&prevurl=studieplan.aspx%3fdisplaytype%3dugeteksttabel%26holelementid%3d12622187846

Tak

Tak til matematiklærer: Dorthe Nielsen, Vesthimmerlands gymnasium & HF

Introduktion

Vi havde erfaret, at eleverne i 2.u havde helt lavpraktiske problemer med at afbilde data i Ti-nspire. Da klassen som lektie til en biologilektion skulle lave databehandling efter en øvelse med måling af blodsukker var meget få elever i stand til at afbilde data korrekt. Flere lavede pindediagrammer og ingen brugte Ti-nspire. Mange kom slet ikke i gang. De to fag har derfor samarbejdet i forbindelse med et introducerende økologiforløb – især i forbindelse med gennemgang af populationsvækst samt konkurrence. Forløbet blev afsluttet med at klassen arbejdede med og afleverede opg. 2 i det skriftlige eksamenssæt fra 30. maj 2016 (Andemad – se kontekst). Matematik hjælper her med at afbilde data i opg. 2. 2 og med de matematiske argumenter, der kræves i opg. 2.3.

Teori

Eksempler fra skriftlige eksamensopgaver skulle gerne gøre eleverne bevidste om, at de skal kunne afbilde biologisk data ved hjælp af deres matematikværktøjer og at de også kan afkræves matematiske argumenter i en biologipgave.

I matematik tales om væksttyper og logistisk vækst inddrages.

I biologi gennemgås populationsvækst og konkurrence.

Kontekst

Opgave 2. Andemad

Liden andemad, *Lemna minor*, og korsandemad, *Lemna trisulca*, er planter, der lever i vandoverfladen i nærtliggende søer. Liden andemad flyder på overfladen, mens korsandemad er dækket af vand, se figur 1.

1. Giv forslag til, hvorfor det kan være en konkurrencemæssig fordel at leve i vandoverfladen.

I et eksperiment blev væksten af liden andemad og korsandemad fulgt, når de voksede alene i et akvarium, og når de voksede sammen, se figur 2. Væksten blev målt som forøgelse af antal blade. Eksperimentet foretog udvalgte elever. Resultaterne ses på figur 3.



	Korsandemad og liden andemad, der vokser alene	Korsandemad og liden andemad, der vokser sammen
Tid (dage)	Akvarium 1 Korsandemad (antal blade)	Akvarium 2 Liden andemad (antal blade)
0	10	10
5	17	40
10	24	59
15	34	77
20	44	95
25	54	113
30	64	131
35	74	149
40	84	167

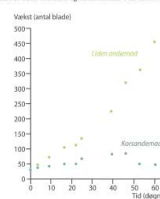
Figur 3. Resultater fra eksperimentet, hvor liden andemad og korsandemad voksede alene og sammen.

2. Afbild resultaterne for akvarium 1 og 2 med antal blade som funktion af tiden.

Det antages, at andemad vokser eksponentielt, når de vokser alene.

3. Værdier om antagelsen, at andemad vokser eksponentielt, når de vokser alene, er rimelig. Inddrag matematiske og biologiske argumenter.

Figur 2 viser væksten af liden andemad og korsandemad i akvarium 3.



Figur 2. Vægt af liden andemad og korsandemad i akvarium 3.

4. Forklar forskellen på væksten af liden andemad og korsandemad, når de vokser sammen, indlæg figur 2.

Andemad og andre vandplanter kan anvendes til:

- gødning til landbrugsgræs
- biogasproduktion
- oprensning af CO₂ fra atmosfæren.

5. Vælg en af ovenstående muligheder og forklar, hvordan andemad kan anvendes på den nævnte måde.

Resultater og analyse

Indledningsvis var der en del frustration over at skulle bruge matematik i biologii. "Det er unfair for os, der ikke kan finde ud af matematik". "Hvorfor handler en biologipgave om matematik? Det er da åndsvagt."

Frustrationen blev dog væsentlig mindre, da eleverne opdagede, at det slet ikke var så vanskeligt at inddrage matematik. "Skal vi bare lave plottet her?" "Ja – du bliver bare bedt om af afbilde". "Det er jo nemt."

Eleverne havde svært ved at se, at matematik havde nogen relevans for biologi og tænkte altså ikke håndtering af data som en del af biologien.

Konklusion

Efter biologilæreren har rettet opgaverne kan det konkluderes, at alle har lavet en afbildning. En lille gruppe laver dog regression allerede i opg. 2.2, hvor de egentlig blot skal afbilde data

Eleverne har dermed fået styr på deres matematikværktøjer og har – forhåbentlig – lært, at databehandling er en vigtig del af naturvidenskabelig metode. Og at biologi derfor er nødt til at samarbejde med matematik.

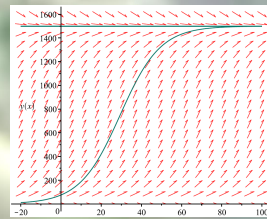
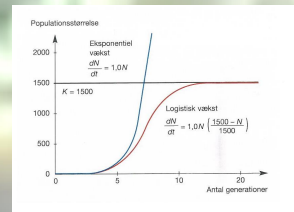
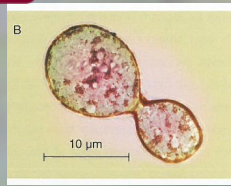
Litteratur

Yubio (2015-udgave) s. 1136-1138, 1141-1144

"Andemad" – skriftlig eksamensopgave fra 30. maj 2016

Tak

Kantinen på Aalborghus Gymnasium ☺



$$dN/dt = r \cdot N \cdot ((K-N)/K)$$

Introduktion

Vækstforløbet var med en 2g. klasse med matematik og bioteknologi på A-niveau. Forløbet tog udgangspunkt i væksten af gærceller, hvor eleverne igennem biotek arbejde med at forstå de forskellige biologiske faser i væksten, mens beskrivelsen af vækstfasen for cellerne blev beskrevet ved differentialligning.

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \cdot \left(\frac{K-N}{K}\right)$$

Som igen leder frem til logistisk vækst.

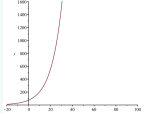
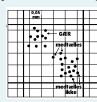
Der blev igennem hele forløbet lagt vægt på at forstå koblingen mellem de biologiske faktorer og opbygningen af differentialligningen, samt hvordan den logistiske vækst passede med resultaterne.

Mål for blokdagen

- Overordnet mål: at kunne oversætte biologiske problemstillinger til matematiske problemstillinger
- Delmål:
 - At kunne redegøre for mikrobiel vækst.
 - At kunne opstille en matematisk model, som kan beskrive en given vækst.
 - At kunne koble det de forventer sker med gærcellerne i kolben med til en matematisk model
 - At kunne opstille forsøg og aflæse resultater.
 - Tjekke om den matematiske model svarer til de data der er indsamlet.
 - Biotek analyse af grafen, hvad fortæller den?
 - Perspektivering, hvornår har man brug for at kunne udregne hvornår de forskellige faser i en vækstkurve indtræder?

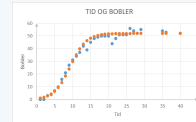
Forløbsplan

$$\frac{dN}{dt} = r \cdot N \cdot \left(\frac{K-N}{K}\right)$$

Lektion	læringsmål	lektier
1 MA	Jeg kan ved hvad en differentialligning er. Jeg kan undersøge om en funktion er en løsning Jeg kan tegne linjeelementer for en simpel differentialligning	Lærebogen i matematik 3 s. 39 - 43
2MA	Jeg kan tegne linjeelementer for en differentialligning Jeg kan benytte linjeelementer til at tegne løsningsforslag til differentialligningen Jeg kan teste om et løsningsforslag er en løsning til differentialligningen	
3. MA	Jeg kan redegøre for den logistiske ligning Jeg kender formelen for logistisk vækst Jeg kan redegøre for bæreevnen (maksimal værdi) betydning Jeg kan redegøre for grafen for logistisk vækst	
1 BT	Mikroorganismer og vækst Jeg kan redegøre for hvad mikroorganismer er Jeg kan redegøre for begrebet vækst. Jeg kan forklare vækst hos mikroorganismer	Mikroskopisk liv s. 36-41
2 BT	Vækst i økosystemer og vækstkurven Jeg kan redegøre for vækst i et naturligt økosystem og hvad der begrænser væksten. Jeg kan forklare de forskellige faser i vækstkurven.	Økologibogen s. 51-57 
3 MA/BT	Logistisk vækst Jeg kan forklare de enkelte faser i vækstkurven Jeg kan opstille en matematisk model der beskriver vækstkurven.	Biotek 2 Gyldendal s. 48-51 Logistisk vækst PP
4 BT	Rendyrkning af mikroorganismer aerob og anaerob energiproduktion Jeg kan bruge et tællekammer Jeg forstår at mikroorganismer har to energiproduktionsformer (aerob og anaerob) Jeg forstår vigtigheden af rendyrkning	Biotek 2 Gyldendal s. 47 og 51-52 
5 BT	Måling af vækst og fermentorer Jeg kan måle vækst i laboratorium Jeg forstår hvad en fermentor er og hvad der begrænser væksten i en fermentor	http://www.biotechacademy.dk Fermentering med cellefabrikker 
Blokdag 4 lektioner	Se program andet sted.	

Program for blokdagen (4 lektioner)

Lek.	Mål	Indhold
1.	At kunne koble det de forventer sker med gærcellerne i kolben med til en matematisk model	Starte med at løse en case om vækst. Eleverne introduceres til bobletælling og forsøget startes. Hypotese om udfald af forsøget Matematisk gennemgang af differentialligning med løsning til den biologiske problemstilling.
2.	At kunne opstille forsøg og aflæse resultater.	Forsøg med bobletælling og vækst af gærceller på vækstmedie.
3.	Tjekke om den matematiske model svarer til de data der er indsamlet. Perspektivering, hvornår har man brug for at kunne udregne hvornår de forskellige faser i en vækstkurve indtræder?	Gruppearbejde. Produkt: PP Eleverne arbejder med egne tal fra bobletælling og udleverede tal. Biotek analyse af grafen, hvad fortæller den?
4.	Opsamling, diskussion, evaluering	Gruppearbejde afsluttes. Fælles opsamling på klassen – 2 grupper fremlægger. Diskussion af begrænsninger ved modellen. Feedback på dagen /evaluering (10 min)

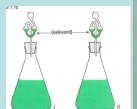


CASE

"Vi har 10 gærceller i en konisk kolbe, der er ideelle vækst betingelser, opskriv en differentialligning der beskriver væksten."

Materiale

Bioteknologi 2 (Gyldendal) s.48-52
Bioteknologi 2 (nucleus) 11-16
Mikroskopisk liv
Øvelsesvejledning og forsøgsmateriale
Eksempler på anvendelse af matematik i biotek- produktion
Hjemmeside biotechacademy:
Data fra tidligere forsøg.
Ark med spørgsmål til diskussion og perspektivering
PP om logistisk vækst.



Elevers evaluering efter blokdagen

Megasvært emne, matematik svært og Biologi let

"Svært at bruge excel og modelkurven og at fitte data til kurven"

"Godt at få de to fag sammen "

"Godt med en hel dag – i stedet for en time her og en time der."

"Det giver mere mening, når man får lov at bruge det"

"Det kan betale sig, at lærerne er der på samme tid"



Vores evaluering

Det var et godt samarbejde, som gav mening for både elever og lærere.

Især fik eleverne et løft i forhold til den matematiske forståelse af vækstkurven i biotek. Løftet i den rent matematikfaglige forståelse af differentialligninger var mindre, men i stedet fik eleverne en dybere forståelse for anvendelsen af matematik til beskrivelse af naturvidenskabelige problemstillinger.

Samlet set så har værdien i forløbet hovedsageligt ligget i, at eleverne har fået en dybere forståelse for samarbejdet mellem fagene.