

FORELESERENS HÅR

- En kuriøs korrelasjon mellom en foreleser, hans hårlengde og studentenes forståelsesgrad av faget



En rapport i regi av emnet TMA4101 ved fakultet for informasjonsteknologi og elektronikk, NTNU.

Produsert av:

Oliver Eek-Jensen (og bittelitt Elias (rart tysk mellomnavn¹) Alsos)

¹ Møinichen; norsk slekt med tysk opprinnelse. På denne lenken kan man se familietreet til Elias forfedre: <https://lokalhistoriewiki.no/M%C3%B8inichen>

Sammendrag

Det viser seg at enkelte elever finner langt mer interesse i obskure korrelasjoner enn faktisk faglig innhold. I en periode mellom uke 34-46 i 2024 reflekterte en referansegruppe over hvordan hårlengden til foreleseren i faget TMA4101 påvirket deres forståelsesgrad av emnet. Ved hjelp av empirisk data, nøye utvalgte og kvalitetssikrede metoder, samt en nøytral og objektiv tolkning av resultater, kan det konkluderes med at hårlengden til Morten A. Nome i stor grad påvirker hans pedagogiske evner. Det viste seg også at forståelsesgraden ikke kunne modelleres direkte etter hårlengden, men måtte også sees i sammenheng med tid forbigått siden forrige hårklipp.

Innledning

Allerede i første forelesning av emnet TMA4101 ble det klart for en gruppe studenter at de forstod fint lite av foreleser Morten A. Nome. I uke 36 2024 var Nome så heldig at han fikk en gratis hårklipp sponset av representanter fra linjeforeningen Omega©. En fascinerende sammenheng syntes å oppstå, da studentene faktisk forstod deler av den påfølgende forelesningen. Den eneste logiske slutning var at forståelsesgraden av emnet var avhengig av hårlengden til foreleseren. Derav begynte videre monitorering av nødvendige parametere for å sikre empirisk data.

Den påfølgende rapporten er en profesjonell og nøytral presentasjon av en elegant metode benyttet for å undersøke denne fascinerende hypotesen.

Teori

Teoridelen skal redegjøre for teori som er nødvendig for å forstå prosjektet. Jeg gidder ikke å forsøke en ny utgave av *Principia Mathematica*², og antar derfor at leseren har tilstrekkelig kjennskap til aritmetikk, differensiallikninger, lineær algebra og andre hverdagslige matematiske operatorer som de fleste av oss møtte allerede i barnehagen.

Hår

Hår er noe mennesker har på kroppen, mest nevneverdig på hodet (unntatt sivilingeniører eldre enn 25). I følge Store Norske Leksikon³ vokser hår ved noe celledeling, en prosess som er gitt det fine navnet *forhorningsprosess* og en programmert celledød. Det håret som stikker ut av huden er derfor dødt (er det da noe reell forskjell på en parykk som limes fast til hodebunnen med superlim og "ekte" hår?). Nok om det. Håret vokser (hos de fleste) i den anagene fasen omtrent 1cm i måneden.

² Et ærlig forsøk på vise at all matematikk kan sies å være bygget på logikk. De klarte det ikke, men etter 362 sider kunne de passelig berømt konstatere at $1+1=2$. (Encyclopaedia Britannica, 2024)

³ (Langeland & Holck, 2022)

Denne fasen varer 3-8år, så å diskutere hårvekst utover dette er meningsløst i denne rapporten, og det sparer meg masse arbeid.

Matematikk

Dette forsøket ble gjennomført som en del av emnet TMA4101 ved NTNU Trondheim. På alltungemål er emnet kjent som «matte 1». Slik nevnt tidligere antar jeg at du er innforstått med matematisk analyse alias kalkulus. Dersom dette ikke er tilfellet, finner du alt du trenger å vite på denne lenken: <https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematics>

Pedagogikk

I følge Store Norske Leksikon er pedagogikk "*læren om oppdragelse og undervisning*"⁴. Nå er jo det om oppdragelse et ganske sårt emne hos mange foreldre for tiden, så vi unngår å snakke om det. Pedagogikk er egentlig et ganske bredt begrep, så la oss videre belage oss på den fjonge setningen: "*kunnskapen om tilsiktet og utilsiktet innvirkning på individers identitet og mestringsevne*". Takk til Tjeldvoll.

Nome fører selv en særegen pedagogikk i sin undervisning. Eksempelvis frekventerer hyperintelligente barnehagebarn i pensummateriell, obskure matematiske fenomener refereres til i hytt og pine, studenten må beregne vinkler på en rønne uten kalkulator med arctan funksjoner og historiske fun facts får mer oppmerksomhet enn det faktiske pensum.

Metode

I avsnittet Metode skal man presentere hvordan prosjektet ble gjennomført, samt hvilke utstyr som ble brukt. Dette er for sikre at prosjektet kan gjenskapes. Følgelig oppstår et problem dersom Nome bestemmer seg for å bli Heavy Metal Rockestjerne og aldri igjen oppsøker frisøren.

Utstyrsliste

- 1 stk. Morten A. Nome – objektivisering av mennesker er greit, så lenge man objektiverer begge kjønn (dersom noen blir fornærmet over at jeg skriver "begge", så går det faktisk an å velge å lese "alle". Du er et selvtenkende individ med fri vilje.
- En gruppe studenter – helst med varierende kompetansenivå. Dette gir bredere data av forståelsesgrad. Det er også veldig inkluderende – det gjør ingenting om du har 60 i IQ (selv om enkelte vil hevde at du ikke vil fungerer optimalt i samfunnet). Faktisk mener noen (smått upålitelige) kilder at det kreves 50-80IQ for å åpne en dør... da bør du kanskje ikke stille i Nomes forelesninger...

⁴ (Tjeldvoll, 2018)

Metodebeskrivelse

Dette prosjektet belager seg utelukkende på sanser og kognitive evner som kilde til data. Denne dataen er da empirisk, og jeg viser her at jeg har forstått oppgaven. Jeg gjennomfører:

- Studentene må møte til forelesning. Dette er trolig den vanskeligste delen.
- Hårlengden til Nome må noteres. En matematiker vil kreve måling med presisjon bedre enn en nanometer, mens for en fysiker er øyemål godt nok. Normale folk vil spørre hvorfor du fikserer over frisyren til foreleser i stedet for å lære deg fagstoffet.
- Studentene må diskutere og drøfte sin forståelsesgrad. Dette kan være utfordrende på et studie der de fleste er nerder uten sosiale antenner.
- Rådataen ligger til grunn for videre matematisk modellering. Her kan man tegne noen grafer og spørre ChatGPT om å lage funksjonsuttrykk.

Resultater

I en vitenskapelig rapport er det mange krav til formaliteter. Alle deltagende studenter må derfor oppgis ved kjennetegn, men det ser stygt og kaotisk ut. En fotnote⁵ er langt mer sexy. Basert på ukentlige samtaler ble det fastsatt enighet om forståelsesgrad for den forutgående forelesningen. Dette i formatet 1-10 skala. Følgelig deduserte jeg dette:

Tabell 1: viser en ukentlig oversikt over hårlengde og forståelsesgrad. Rader markert i rødt er uker der Nome heller valgte å sende en lakei til forelesningene i stedet for å møte opp selv.

| Uke nr. | Hårlengde [mm] | Forståelsesgrad [1-10] |
|---------|----------------|------------------------|
| 34 | 100+ | 1 |
| 35 | 100+ | 1 |
| 36 | <5 | 6 |
| 37 | < 5 | 7 |
| 38 | X | X |
| 39 | X | X |
| 40 | <15 | 8 |
| 41 | <15 | 8 |
| 42 | <20 | 9 |
| 43 | <=20 | 8 |
| 44 | <25 | 7 |
| 45 | <25 | 7 |
| 46 | X | X |

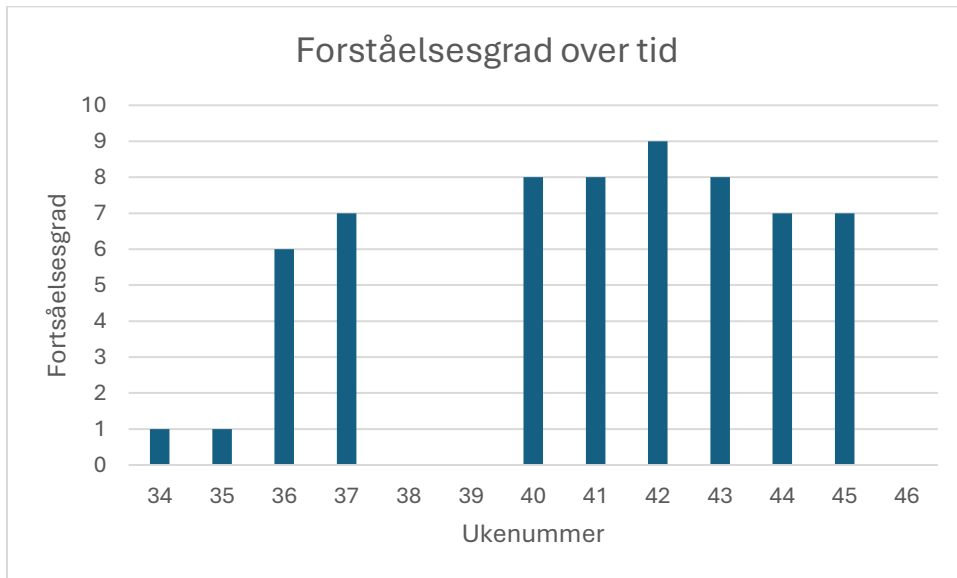
Fra denne tabellen ser vi følgende:

- Når hårlengden var lang (mer enn 100mm) var forståelsesgraden særdeles lav (1).

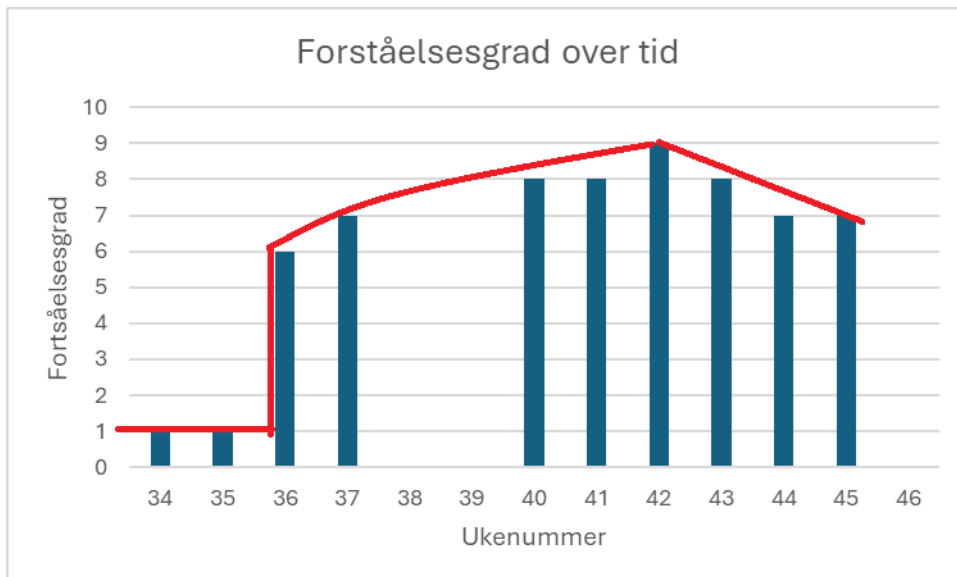
⁵ Studenter som har observert, diskutert og drøftet: Oliver Eek-Jensen, Elias Møinichen Alsos, William Bryde & Oliver Leiro.

- Rett etter hårklippen (uke 36) var forståelsesgraden langt høyere (6) mot hårlengden som da var ($< 5mm$)
- Forståelsesgraden fortsatte å øke helt til uke 42 (9).
- Deretter begynte forståelsesgraden å avta sakte.
- Ved en tilfeldighet viser det seg at øyemål har tilnærmet en hårvekst på nærmere $10mm$ per måned, akkurat slik teorien tilsa! Så beleilig. Vi bruker det videre.

Her er et fint diagram som viser dataen:



Figur 1: Viser akkurat det som vises..



Figur 2: Her tegnet jeg inn en fin kurve i Paint fordi det gikk fort. Dette er uansett bare en visuell indikator, ikke representabelt for det endelige uttrykket.

Hvordan kan vi tolke dette? Jo, det er tydelig at hårlengden påvirket Nomes pedagogiske evner. Men dersom det var hele sannheten burde forståelsesgraden vært størst i uke 36 da året var kortest. Det later til at vi må innføre en ny variabel, nemlig tid. Dataen kan tolkes som at påvirkningen av det lange håret "henger igjen" selv etter hårklippen, altså tar det litt tid før Nome når sin perfekte tilstand. Ut ifra dette kan jeg modellere noen uttrykk slik at jeg faktisk får godkjent oblig.

[Advarsel: denne delen blir ganske seig og kjedelig; lag deg en kopp med kaffe fra selvdyrkede kaffebønner, sett deg godt til rette foran peisen og hopp over til kapittelet Diskusjon].

Antakelser og initialbetingelser

For å komme frem til et godt uttrykk må vi gjøre noen antakelser. Optimalt sett hadde projektet pågått lenge nok til å finne den eksakte grenseverdien for hårlengde der forståelsesgraden approksimeres til verdi 1. Håret til Nome vokser ikke fort nok, jeg velger derfor å innføre lengde lik 100mm som denne grenseverdien. Faktisk viser det seg både av teori om hårvekst og mine presise øyemål at vi beleilig nok kan vise at hårvekst er konstant og lengden dermed er proporsjonal med tid. La oss kalle funksjonen vår f , tiden t og hårlengde x [mm]:

$$t = 2.5x \Leftrightarrow f(t) = f(2.5x)$$

Her står det egentlig bare at håret vokser 2.5mm i uka, og jeg kan velge å bruke t som variabel videre. Det er faktisk bare et spørsmål om skalering av x -aksen.

Vi finner først et uttrykk for f når $x \geq 100 \Leftrightarrow t \geq 40$. Dette er lett, så lett at Nome klarte det som nyfødt:

$$f(t) \approx 1, \quad t \geq 40$$

Nice (jeg mener det engelske ordet, ikke byen i Sør-Frankrike. Jeg har forresten vært i Nice mange ganger, men kun for å komme meg raskest mulig over til Nord-Italia. Franskmenn teller dessuten veldig rart, 99 uttales som 4-20-10-9⁶).

La oss nå se på perioden mellom uke 36 og 42. Ettersom at Nome ikke ble fullstendig glattbarbert passer det at hår lengden nådde omtrent 20mm (uke 42) etter 8 uker. Dette er altså punktet der forståelsesgraden var på sitt høyeste. For å gjøre uttrykket litt penere kan vi sette $t = 0$ når $x = 0$. x og t er proporsjonale, så vi kan forholde oss til kun t enn så lenge. Vi har nå noen initialbetingelser for $f(t)$:

⁶ (Wikipedia, 2021) - https://no.wikipedia.org/wiki/Det_vigesimale_tallsystemet

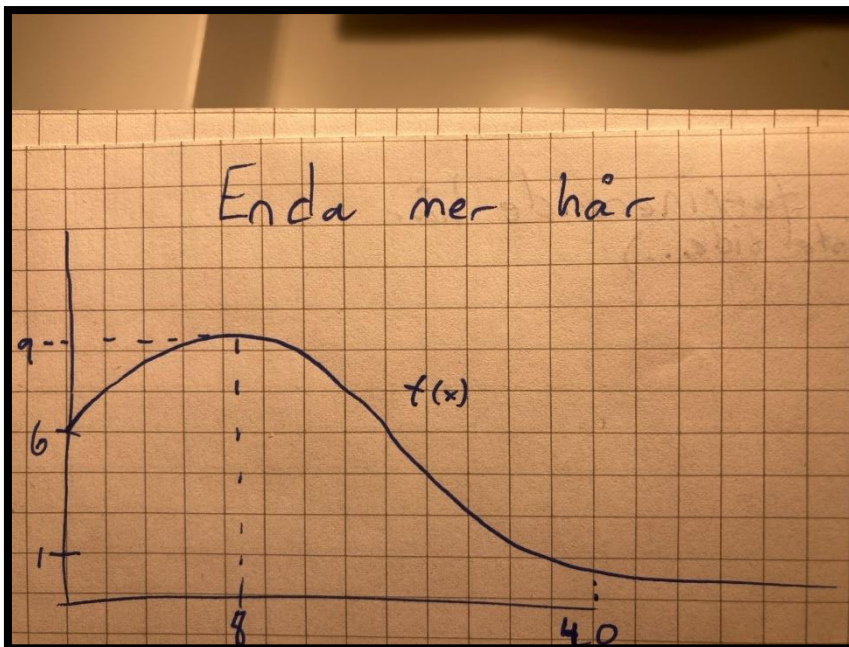
- $f(0) = 6$
- $f(8) = 9$
- $f'(8) = 0$

Strengt talt har vi også at:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = 1$$

Men Jeg definerte at ved $t = 40$ skulle $f(40) \approx 1$. Det viser seg at dette kan bli ganske hårete, så jeg ignorerer det enn så lenge.

For å gjøre dette litt gøyere enn simpel lineær/eksponentiell sammenheng, samt bruke litt pensum ser vi at forståelsesgraden øker hurtigst rett etter $t = 0$ og har en eksponentielt synkende vekst mot $f'(8) = 0$. Videre fortsetter $f(t)$ å synke, men stadig avtakende mot grenseverdien 1. Jeg tegnet denne fine (og litt upresise skissen):



Figur 3: Lat som at asymptoten faktisk er ved $f(t)=1$.

Løsning

Nå viser det seg at dette faktisk likner en hel del på løsningen for et kritisk dempet system. Så la oss bruke det, siden det passer fint med pensum. Dette kommer fra en andre ordens differensiallikning der vi har en dobbel rot $\lambda = -\frac{a_1}{2}$ (denne må forresten være negativ, ellers vil $f(t)$ vokse over alle grenser). Nå går vi jo motsatt vei, så vi bruker heller at løsningen er på formen $f(t) = c_1 e^{\lambda t} + c_2 t e^{\lambda t}$. La oss bruke $f(0) = 6$ for å finne c_1 :

$$c_1 \cdot 1 + c_2 \cdot 0 = 6 \quad \Rightarrow \quad c_1 = 6$$

Men dette blir ikke helt riktig. Dersom vi lar $t \rightarrow \infty$ går begge leddene mot 0. Altså blir asymptoten vår 0, ikke 1 som vi ønsker. Dette løses enkelt ved å legge til et konstantledd $A = 1$. Men da får vi:

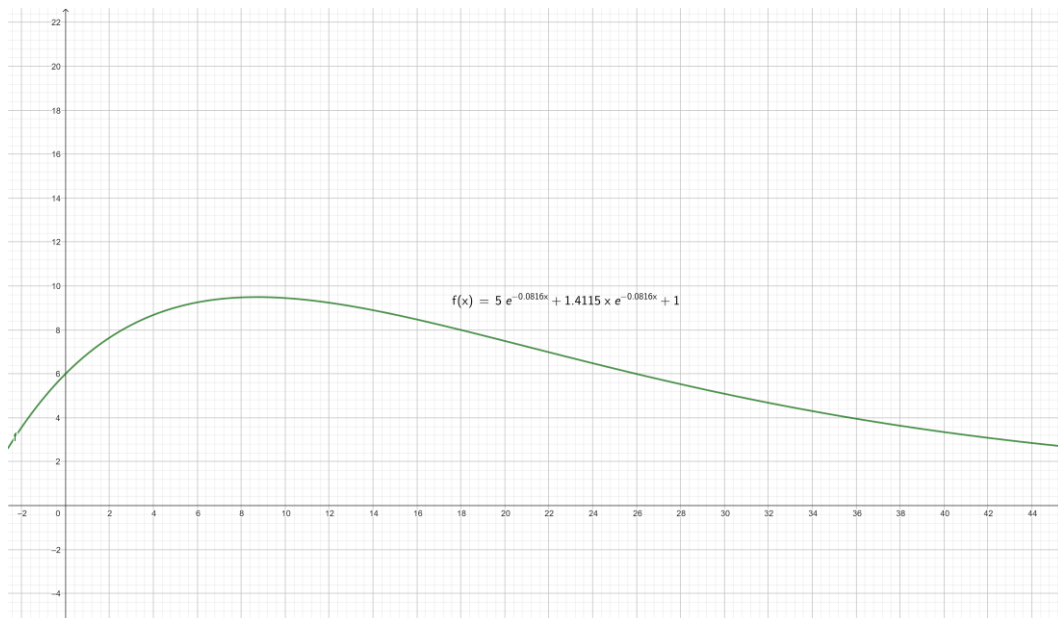
$$c_1 \cdot 1 + c_2 \cdot 0 + 1 = 6 \quad \Rightarrow \quad c_1 = 5$$

Nå kommer den virkelig hårete delen. Vi må finne både c_2 og λ enten analytisk eller numerisk. Heldigvis for leseren har jeg gjort begge deler.

Under Vedlegg ligger lenke til koden jeg brukte for numerisk løsning (Den har jeg selvsagt skrevet selv, ChatGPT har ikke vært involvert). Ved å bruke initialbetingelsene $f(8) = 9$ og $f'(8) = 0$ fant jeg at

- $c_1 = 5$
- $c_2 = 1.4115$
- $\lambda = -0.0816$

Ved å plotte inn i løsningen fikk jeg denne fine grafen:



Figur 4: Plot i Geogebra. Brukte x i stede for t fordi Geogebra er meget ondsinnet å arbeide med.

Funksjonsanalyse ga meg:

| | |
|------|-------------------|
| Min | (40.0212 , 3.347) |
| Maks | (8.7126 , 9.4963) |

Altså var forståelsesgraden høyest i punkt $t = 8.4$. Dette passer godt nok, jeg har jo kun kvantifiserte målinger i dataen uansett og vet derfor ikke om forståelsesgraden faktisk var høyest i nøyaktig $t = 8$. Dersom man ønsker at uttrykket skal være nær 9 for $t = 8$ kan man sette $c_2 = 1.3$. Hvis du har lite å gjøre en lørdagskveld kan du jo plotte grafen selv og endre på konstantene og lambda. Det gjorde jeg selv i 3 timer for å gjøre en analytisk tilnærming.

MEN! Vi ser at ved $t = 40$ er fortsatt $f(t) \approx 3.3$. Hmm. Mine matematiske ferdigheter er dessverre ikke tilstrekkelige for å ivareta alle initialkravene. Heldigvis er jeg et logisk tenkende vesen og innser derfor at dette gir fullstendig mening. Etter å ha hatt undervisning med Nome i 40 uker har studentene fått økt forståelsesgrad av Nome, til tross for at håret blir lenger, og det tar lenger tid før forståelsesgraden faktisk blir 1. Så bra, da kan forståelsesgraden som funksjon av tid modelleres som:

$$f(t) = 5e^{-0.0816t} + 1.4115te^{-0.0816t} + 1$$

Diskusjon

Gratulerer, du overlevde kapittelet Resultater (eller dersom du har fulgt rådet mitt, så er kaffen fortsatt varm, og du har enda sinnet intakt).

Her skal resultatene fra prosjektet drøftes og evalueres. I grunn er det åpenbart at det ikke finnes svakheter ved metoden min. Det sies at vi lærer av våre feil, altså er alle feilkilder kun et medium for å sikre økt læring. Jeg skal likevel ta for meg feilkilder, og forklare hvorfor prosjektet mitt er perfekt gjennomført.

Logikken til problemstillingen er feil

Friedrich Nietzsche⁷ var en viktig og spennende mann (dette er sant, fordi det finnes mange artikler om han til tross for at han døde for over 100 år siden). Ifølge Nietzsche er "riktig" og "feil" simpelthen kunstige begreper konstruert av samfunnets diverse makttyranner. Han sa at individet må transcendere (heve seg over) illusjonen av disse begrepene. Vi kan derfor velge å ignorere at Nietzsche egentlig her snakket om moral, og si at det ikke finnes noe objektivt "feil". Og det sier seg selv at jeg ikke skal være arrogante nok til å tro at jeg vet bedre enn denne store mannen. Dette kalles for øvrig selektiv tolkning og er populært blant jihadister⁸.

Så, når jeg sier at eneste logiske slutning er at forståelsesgraden avhenger av hårlengden, så er det faktisk fasit.

Øyemål er ikke en presis nok måling

Alle ingeniører bør lære seg snarest mulig at $\pi = 3$ IKKE $\pi \approx 3$. Tilsvarende er tyngsaksellerasjonen lik 10 ikke 9.81... Og verden fungerer fortsatt (hvis vi ser bort ifra problemer som krig, sult, fattigdom, klima...). Øyemål er derfor ikke bare tilstrekkelig, men nærmest i overkant presist. Egentlig hadde et tankeeksperiment vært mer en nok.

⁷ (Wikipedia, 2024) - https://no.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Nietzsche

⁸ (Wikipedia, 2024) - <https://no.wikipedia.org/wiki/Islamisme>

Dersom du fremdeles ikke er overbevist ber jeg deg henvende til psykolog da du åpenbart lider av grandiositet eller narsissistiske komplekser. Jeg skal likevel forsvare kvaliteten på målingene i forsøket ytterligere.

Du har gjort for mange forenklinger som passer deg

Nei. Alle deilige forenklinger har kommet som følge av rene sammentreff der det viste seg at virkeligheten av ren flaks kunne perfekt modelleres med mine teoretiske verdier og beregninger.

Evaluerer av resultater

Nå som metodens perfektjon er begrunnet kan vi endelig evaluere og konkludere litt. Hva har egentlig dette prosjektet oppnådd? Jo, jeg har bevist at det uten form for tvil er en direkte korrelasjon mellom studentenes forståelsesgrad av emnet TMA4101 og foreleser Morten A. Nome sin hårlengde. Denne sammenhengen er etter alt å tyde også kausal, men dette må testes videre av noen mer motiverte enn meg. Kanskje Nome vil innføre dette som en empirisk undersøkelse for kommende studenter?

Forsøket har vist at forståelsesgraden kan modelleres av formelen

$$f(t) = 5e^{-0.0816t} + 1.4115te^{-0.0816t} + 1$$

Dette er informasjon som bør publiseres, slik at fremtidige kandidater i faget TMA4101 kan bruke resultatene til sin fordel. Det viser seg jo at forståelsesgraden er høyest når hårlengden er omkring 20mm, kanskje er det en idé å tilby Nome hyppig periodisk hårklipp?

PS: Jeg kom på at jeg skal ha Nome som foreleser i kommende semestre, så jeg ber derfor Nome ikke være overrasket dersom jeg dukker opp med barbermaskin.

Bibliografi

Encyclopaedia Britannica. (2024, Oktober 10). *Principia Mathematica*. Hentet Oktober 16, 2024 fra Britannica: <https://www.britannica.com/topic/Principia-Mathematica>

Langeland, T., & Holck, P. (2022, Februar 21). *hår*. Hentet Oktober 16, 2024 fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/h%C3%A5r>

lokalhistoriewiki.no. (2024, Mars 13). *Møinichen*. Hentet November 23, 2024 fra lokalhistoriewiki.no: <https://lokalhistoriewiki.no/M%C3%B8inichen>

Tjeldvoll, A. (2018, September 10). *pedagogikk*. Hentet November 16, 2024 fra Store Norske Leksikon: <https://snl.no/pedagogikk>

Wikipedia. (2021, November 20). *Det vigesimale tallsystemet*. Hentet November 21, 2024 fra Wikipedia.org: https://no.wikipedia.org/wiki/Det_vigesimale_tallsystemet

Wikipedia. (2024, Oktober 5). *Friedrich Nietzsche*. Hentet Oktober 16, 2024 fra Wikipedia: https://no.wikipedia.org/wiki/Friedrich_Nietzsche

Wikipedia. (2024, September 5). *Islamisme*. Hentet November 21, 2024 fra Wikipedia.org: <https://no.wikipedia.org/wiki/Islamisme>

Vedlegg

Kode for numerisk løsning – ligger i GitHub