

Spennende kombinasjoner av informatikk og andre realfag

- hvorfor og hvordan kan programmering kombineres med de andre
realfagene

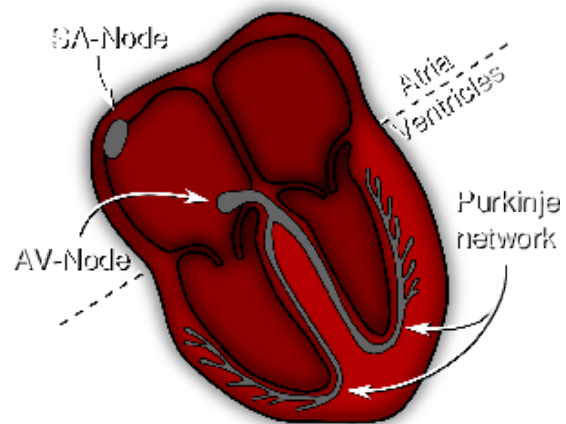
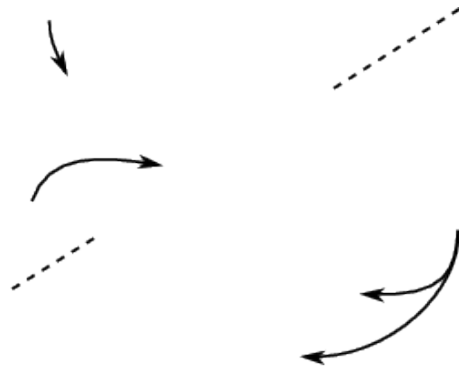
29. mars 2016

Hvorfor og hvordan kan programmering kombi- neres med de andre realfagene

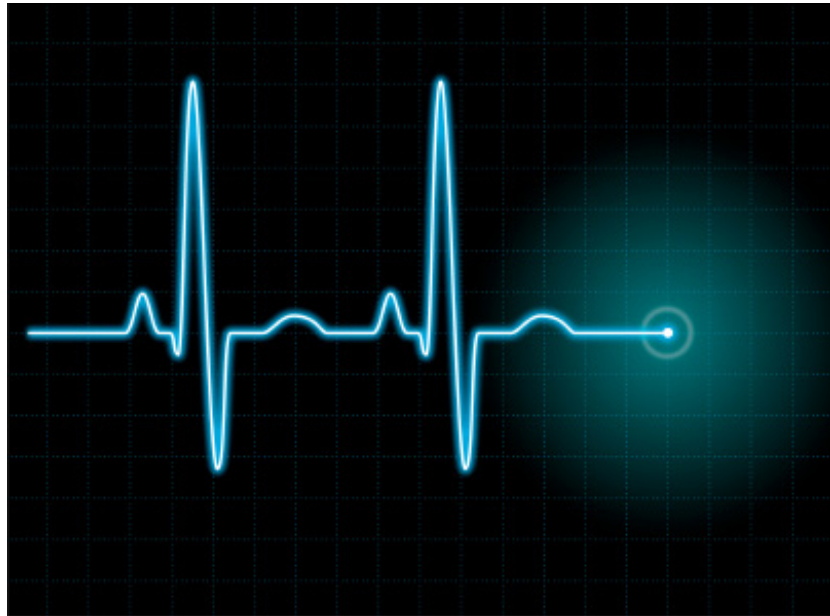
Oversikt.

- Hvordan har jeg brukt informatikk og programmering i medisinsk hjerte-
forskning?
- Hvorfor programmering?
- Informatikk og programmering i læreplanen idag og hva sier Ludvigsen?
- Kortkurs i matematisk modellering
- Fremtiden?

Hjerte ABC: Hvert hjerteslag startes og synkroniseres av et elektrisk signal

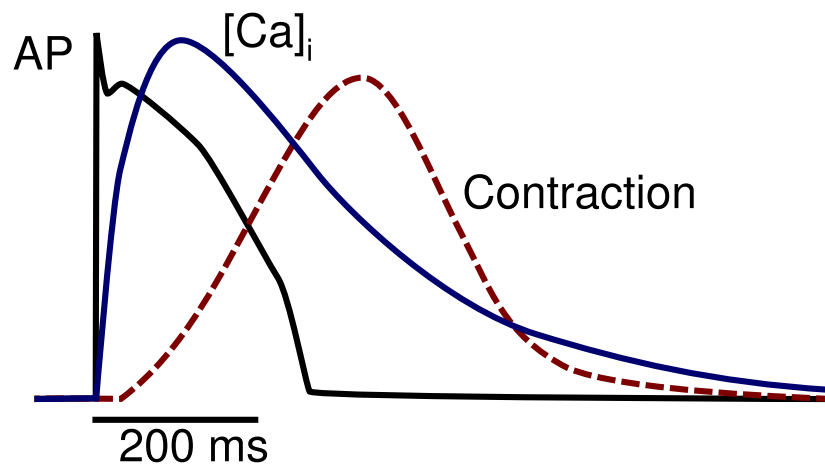


Hjerte ABC: Det elektriske signalet er det vi måler gjennom EKG



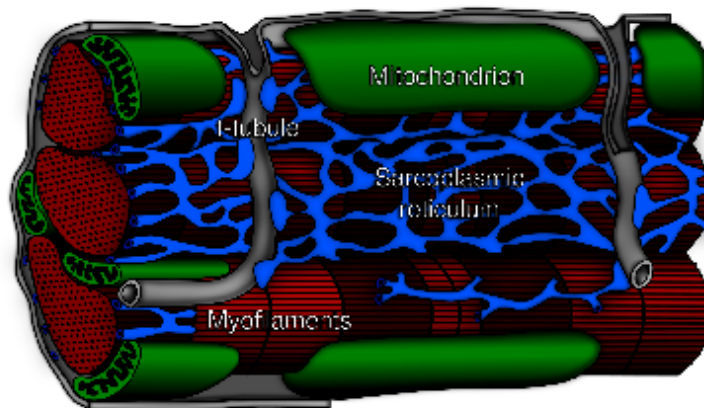
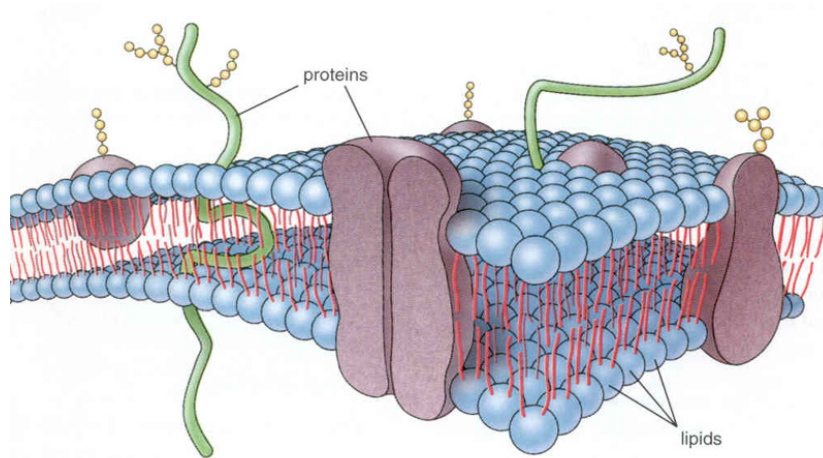
Hjerte ABC: I hver celle trigger det elektriske signalet en forsinket sammentrekning

- Kalsium gir cellen signalet om at sammentrekningen skal starte



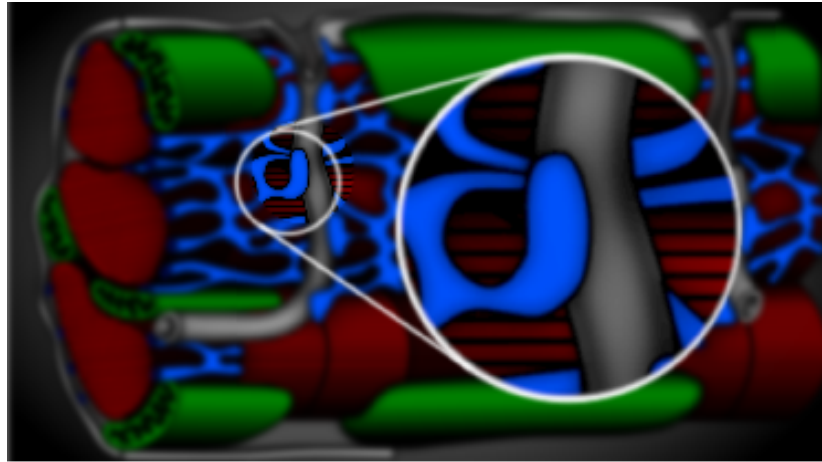
Hjerte ABC: I hver celle trigger det elektriske signalet en forsinket sammentrekning

- Kalsium gir cellen signalet om at sammentrekningen skal starte
- Kalsium slippes inn i cellen gjennom egne ionekanaler



Hvor mye kalsium som kommer ut bestemmes av en komplisert kombinasjon av geometri og kanalfunksjon.

- Vi har ikke full kvantitativ forståelse av hva som kontrollerer hvor mye kalsium som kommer inn i cellen for hvert hjerteslag



Selve kalsiumet kommer inn i cellen i rundt 20 000 ulike områder som er for små til å studeres i fysiologiske eksperimenter.

- Gjennom matematisk modellering kan vi gi sykehusene svar på noen spørsmål de ikke kan få svar på gjennom egne målinger

Fra et sett med bilder fra et elektronmikroskop lagde jeg en geometrisk modell av et av disse 20 000 områdene.

Movie 1: `fig/segmentation_2.mp4`

Den geometriske modellen ble så delt opp i flere mindre deler (diskretisert).

Movie 2: `fig/Tetrahedralized.mp4`

Til slutt beskrev jeg selve kalsiumdynamikken med en matematisk modell som ble løst for ulike parameterverdier.

Movie 3: `fig/fluo_spark_2.mp4`

Hva fra dette eksemplet er overførbart til bruk av IT og programmering på VGS?

- Som motivasjon til å:
 - lære seg programmering
 - jobbe med matematisk modellering
 - arbeide tverrfaglig
- Sette søkelys på hvilke kunnskaper elevene trenger for å arbeide med matematisk modellering i ulike realfag

Holder det ikke med de digitale ferdighetene slik vi kjenner dem fra grunnleggende ferdigheter i læreplanen?

- Digitale ferdigheter er en altfor generell betegnelse for å dekke behovet av spesifikk programmeringskompetanse
- Det handler om mye mer enn å bare ta digital teknologi i bruk
- Eleven vil forstå mer av den digitale teknologien hvis hen har utviklet den selv
- I tillegg gir programmering eleven kunnskaper om problemløsning, jmf oppgaveløsning/forsøk i andre realfag



Programmering og IT er et lite fag i norsk skole og risikerer å fortsett være det. Men det finnes lyspunkter!

- Helt nytt (1.2.16) forsøk med valgvalg i programmering i [grunnskolen](#)
- [Lær kidsa kode](#)

Ludvigsen-utvalget understreker viktigheten av digital kompetanse men sier ikke noe spesifikt om IT eller programmering som eget fag (foreløpig).

- "Matematikk, statistikk og informatikk vil bli mer og mer fremtredende innenfor klassiske naturvitenskapelige disipliner som biologi, fysikk, kjemi og geofag." (s 54)
 - Men det følges ikke opp med mer spesifikke tanker om informatikk. Derimot om matematikk.

- Ordene kode/koding programmere/programmering finnes ikke noen steder i utredningen.



Vi har et programmeringsfag i skolen idag, IT2, men det er mer rettet mot multimedia enn mot de andre realfagene og lar seg ikke lett kombineres med matematisk modellering.

- Disse eksemplene er meget læreplans-relevante (EKSAMENS?!) for IT2 men de har kanskje ikke allverdens med realfag å gjøre?
 - Fuglequiz
 - Rudolf

Hvordan kan matematisk modellering og programmering integreres i dagens realfag?

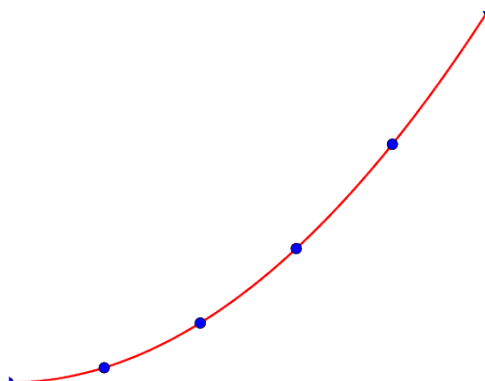
- Vi bruker allerede matematisk modellering i mange fag!
 - Men vi tilbyr oftest bare analytiske løsninger
- Bevegelseslikningene for konstant aksellerasjon i fysikk: $v(t) = v_0 + a t$; $s = v_0 t + a t^2/2$
- S-kurven for biologiske bestand: $Y(t) = \frac{M}{1 - e^{-rt}}$
- Kjemisk likevekt: $K_p = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$
- Disse funksjonene og likevektsløsningen er spesialtilfeller av løsninger på differensiallikninger som kommer fra matematisk modellering
- Hvis de skal løses analytisk må forholdene være enkle.
- Forholdsvis enkle numeriske skjema kan brukes for å løse de opprinnelige likningene og i tillegg gjøre dem mer relevante

Løsninger man får fra numeriske skjema skiller seg fra analytiske funksjoner gjennom at vi bare kjenner løsningen på diskrete punkter i tid (og rom).

- Hvis \hat{t} er en liste (vektor) med tidspunkter

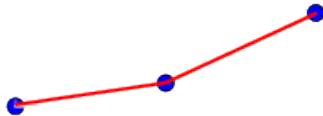
$$\hat{t} = [0, 0.2, \dots, 1.0]$$

- kan y representere verdiene til en funksjon $f(\hat{t})$ i disse punktene.



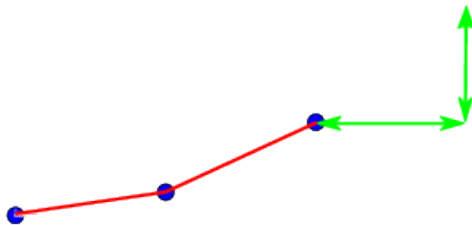
Differensiallikninger finner vi i alle realfag og de kan løses med numeriske skjema som kan implementeres i et program.

- Hovedidéen er at vi gjennom differensiallikningen vet hvor mye en funksjon endrer seg når tiden endrer seg litt.
- Hvis $df(t)$ er en funksjon som gir den deriverte av y , $\frac{dy}{dt}$, ved tiden t kan vi skrive:
- $\frac{dy}{dt} = df(t) \simeq \frac{\Delta y}{\Delta t} \Rightarrow$
- $\Delta y = df(t)\Delta t$. Her er en liten forandring i y , Δy gitt ved en liten forandring i t , Δt .
- Hvis vi nå har en liste med $N + 1$ tidspunkter $t = [t_0, t_1, \dots, t_N]$ hvor hvert tidspunkt gis fra det forrige som: $t_{n+1} = t_n + \Delta t$
- kan vi formulere den neste funksjonsverdien, y_{n+1} fra det forrige, y_n gjennom: $y_{n+1} = y_n + \Delta y_n = y_n + df(t_n)\Delta t$
- Ofte er den deriverte avhengig av funksjonsverdien: $y_n = y_n + df(t_n, y_n)$
- Vi har et numerisk skjema!



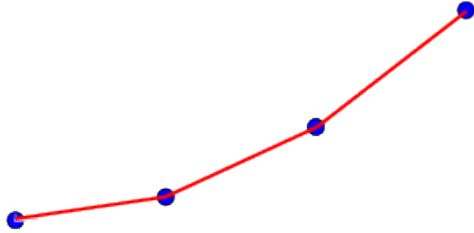
Visualisering av det numeriske skjemaet med y_n , Δy_n .

- Gitt at vi har regnet ut 3 punkter: y_0 , y_1 , og y_2



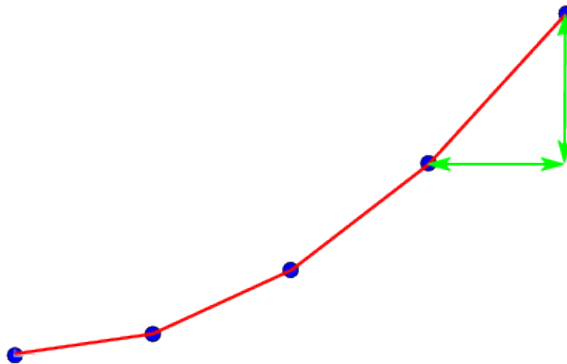
Visualisering av det numeriske skjemaet med y_n , Δy_n .

- kan vi beregne neste verdi gjennom å regne ut Δy_2



Visualisering av det numeriske skjemaet med $y_n, \Delta y_n$.

- og legge til y_2 . Vi har nå regnet ut $y_0 \dots y_3$.



Visualisering av det numeriske skjemaet med $y_n, \Delta y_n$.

- Og vi kan fortsette med neste verdi y_4 . Og sånn går nå dagene...

Er dette for vanskelig? Differensiallikninger tilhører pensum i R2 og kan være litt mye for elever i andre realfag?

- Implementeringen av skjemaet krever også en del programmering.
- Kan løsningen være et nytt MX-liknende fag, som kombinerer programmering med matematisk modellering?
- To lektorer, Andreas Haraldsrud og Per Husum på Valler videregående skole i Sandvika mener dette!
- De har forsøkt å få godkjent et eget 3h programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram