



AARHUS SCHOOL OF ENGINEERING

SUNDHEDSTEKNOLOGI  
2. SEMESTERPROJEKT

---

# Rapport

---

*Gruppe 1*

Lise Skytte Brodersen (201407432)  
Mads Fryland Jørgensen (201403827)  
Albert Jakob Fredshavn (studienr.)  
Malene Cecilie Mikkelsen (studienr.)  
Mohamed Hussein Mohamed (studienr.)  
Sara-Sofie Staub Kirkeby (studienr.)  
Martin Banasik (studienr.)  
Cecilie Ammizbøll Aarøe (studienr.)

*Vejleder*

Studentervejleder  
Lars Mortensen  
Aarhus Universitet

23. april 2015



*Gruppemedlemmer*

Lise Skytte Brodersen (201407432)	Dato
Mads Fryland Jørgensen (201403827)	Dato
Albert Jakob Fredshavn (studienr.)	Dato
Malene Cecilie Mikkelsen (studienr.)	Dato
Mohamed Hussein Mohamed (studienr.)	Dato
Sara-sofie Staub Kirkeby (Studienr.)	Dato
Martin Banasik (Studienr.)	Dato
Cecilie Ammitzbøll Aarøe (Studienr.)	Dato

*Vejleder*

Lars Mortensen	Dato
----------------	------



# Godkendelsesformular

---

## *Godkendelsesformular*

Forfattere:

---

Lise Skytte Brodersen

---

Mads Fryland Jørgensen

---

Albert Jakob Fredshavn

---

Malene Cecilie Mikkelsen

---

Mohamed Hussein Mohamed

---

Sara-Sofie Staub Kirkeby

---

Martin Banasik

---

Cecilie Ammitzøll Aarøe

**Godkendes af:** Lars Mortensen

**Antal sider** 10

**Kunde** Aarhus Universitet

Ved underskrivelse af dette dokument accepteres det af begge parter som værende kravene til udviklingen af det ønskede system.

**Dato:** 28/5-2015

---

Kundens underskrift

---

Leverandørens underskrift



# Indholdsfortegnelse

---

<b>Godkendelsesformular</b>	<b>iii</b>
<b>Kapitel 1 Indledning</b>	<b>1</b>
<b>Kapitel 2 Projektformulering</b>	<b>3</b>
2.1 Problemformulering . . . . .	3
2.2 Indledning . . . . .	3
<b>Kapitel 3 Baggrund</b>	<b>5</b>
3.1 Hjertet . . . . .	5
3.2 Elektrokardiogram . . . . .	7
3.3 Atrieflimren . . . . .	8
3.4 Trelagsmodel . . . . .	9





# Indledning 1

---



# Projektformulering 2

---

## 2.1 Problemformulering

I dette projekt vil vi udvikle en software, som ud fra en virtuel patients EKG-målinger kan detektere hjertesygdomme.

## 2.2 Indledning

Vi har valgt at fokusere på arytmien atrieflimren. Via kendskabet til raske EKG-signaler, ved vi hvordan forholdet mellem P-, Q-, R- og T-takkerne normalt er. Ud fra dette kan vi programmere et system, som kan analysere et givet abnormt EKG-signal, og dermed informere brugeren fx i form af sundhedsfagligt personale om eventuelle forekomster af atrieflimren.

Udover at detektere og informere om atrieflimre kan softwaren også danne en graf og gemme de givne data i en SQL-database. Softwaren er opbygget via trelagsmodellen, som består af et data-, logik- og GUI-lag.

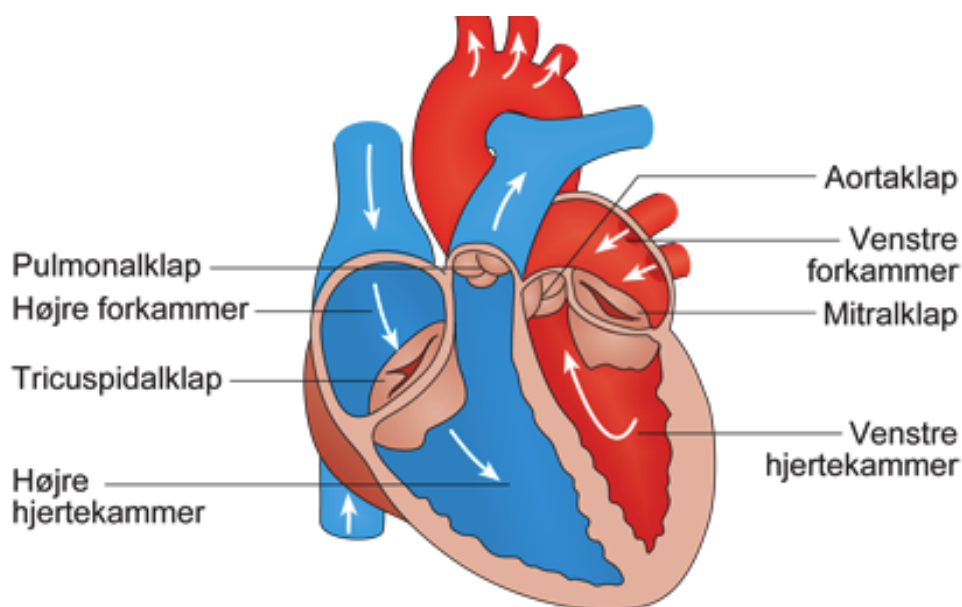
Det abnormale EKG-signal hentes ned i form af en csv-fil fra den eksterne EKG-database, Physionet (lav reference eller ordliste). Csv-filens data omdannes via Analog-discovery til et analogt signal. Det analoge signal omdannes via DAQ'en til et digitalt signal. Det er dette digitale signal softwaren behandler, og er dermed det signal, der dannes en graf ud fra. Softwaren detekterer atrieflimmer og informerer brugeren herom.

1. rask hjerte
2. EKG-signaler generelt inkl. beskrivelse af takker
3. patofysiologi - atrieflimmer inkl. detektion via EKG
4. Software og hardware beskrivelse



## 3.1 Hjertet

Hjertet, *cor*, er en hul muskel, der har til opgave at pumpe blodet rundt til hele kroppen. Hjertet består af i alt fire kamre, som det kan ses på figur 3.1 nedenfor. To forkamre, atrier, og to hjertekamre, ventrikler. Atrierne fungerer primært som reservoir for blod, mens ventriklerne fungerer som den effektive pumpe.



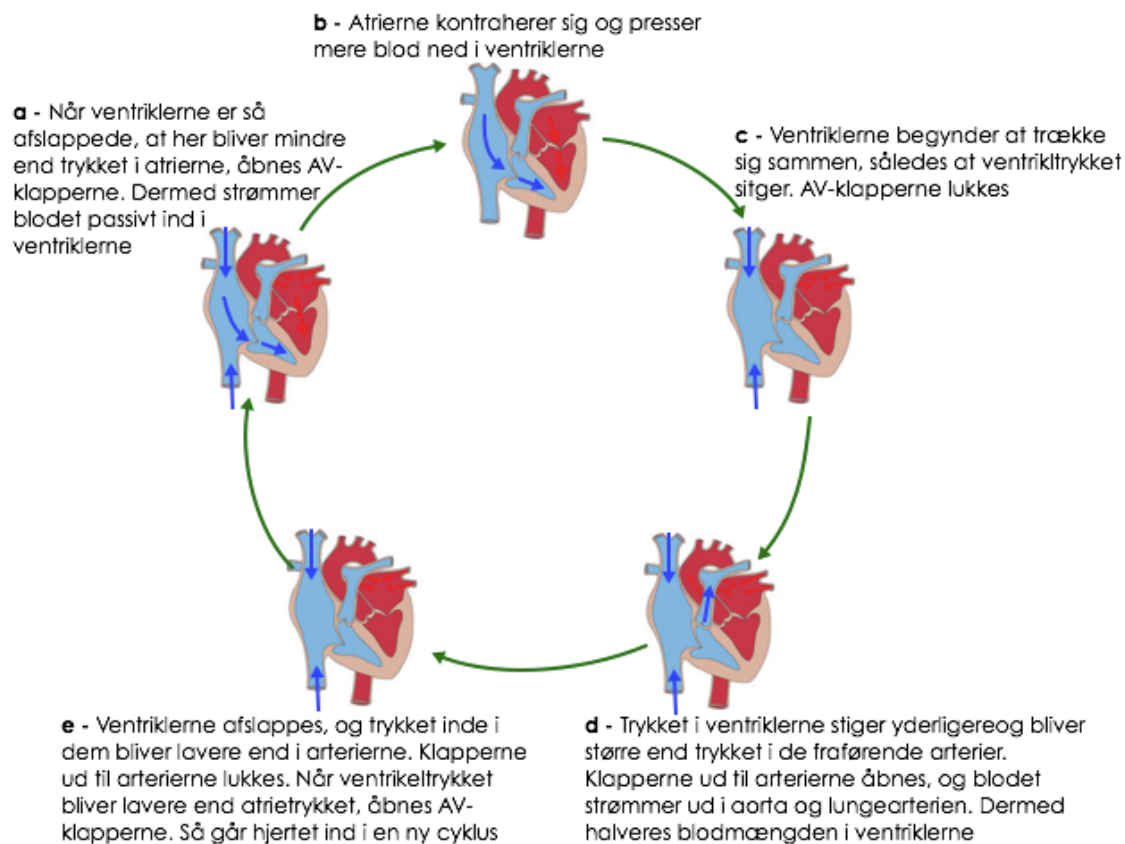
Figur 3.1: Hjerte med forklarende pile <sup>1</sup>

Hjertekamrene og forkamrene er adskilt fra hinanden af anulus fibrosus, som er en plade af bindevæv. Anulus fibrosus består af fire bindevævsringe, der er forbundet med hinanden. To af disse udgør åbningerne mellem atrierne og ventriklerne. De to sidste danner åbningerne mellem højre hjertekammer og lungepulsåren og venstre ventrikel og hovedpulsåren. Ved alle bindevævsringene er der klapper, der fungerer som ventiler.

AV-klapperne **ORDLISTE**, **atrioventrikulær - klapperne** sidder mellem atrierne og ventriklerne. Klappen mellem højre atrier og ventrikel kaldes tricuspidalklap, mens klappen mellem venstre atrier og ventrikel kaldes mitralklap. Aortaklappen er placeret ved afgang af hovedpulsåren og pulmonalklappen ved afgang af lungepulsåren. Klapperne fungerer således, at blodet kun kan løbe én vej gennem dem. Åbningen samt lukningen

<sup>1</sup>Billede fra Hjerteforeningens hjemmeside. **Indsæt hyperlink - ligger i en note på Lises computer**

af disse er en passiv proces, som bestemmes af forskelle i væsketrykket på de to sider af klapperne.



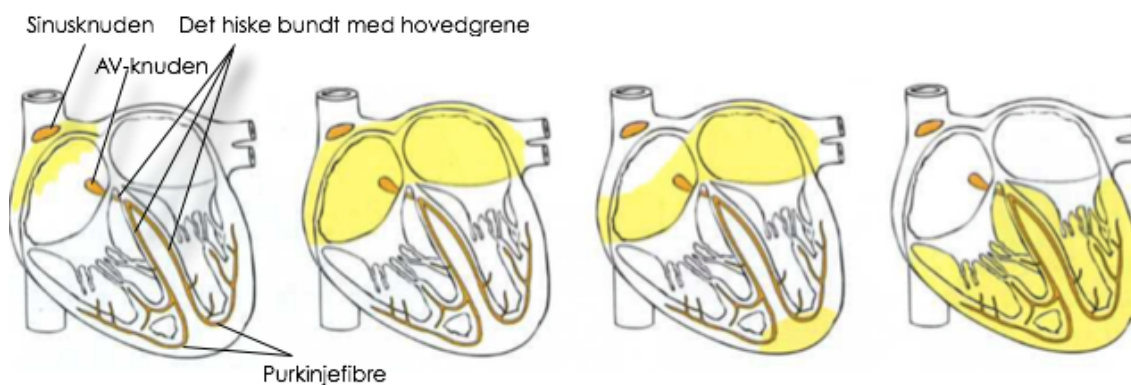
Figur 3.2: De forskellige faser i hjertets cyklus <sup>2</sup>

Hjertets cyklus, som er illustreret ved figur 3.2, inddeles i to hovedfaser. Den første kaldes diastolen. I diastolen er ventriklene afslappede og fyldes med blod. Det vil sige, at trykket i ventriklene bliver lavere end trykket i atrierne, således at AV-klapperne åbnes, og blodet begynder at strømme ind i ventriklene. Under hele diastolen er aortaklappen lukket. Den anden fase kaldes systolen. I systolen kontraherer ventriklene sig. Trykket i ventriklene overstiger trykket i atrierne, således at AV-klapperne lukkes, så tilbagestrømning af blod til atrierne forhindres. Når ventriklene har kontraheret sig så meget, at trykket i ventriklene overstiger trykket i hovedpulsåren samt i lungepulsåren, åbnes aortaklappen og pulmonalklappen, og blodet strømmer ud i hovedpulsåren og lungepulsåren. Ventriklernes tryk falder igen til under atriernes tryk, hvilket påvirker at AV-klapperne åbnes igen og diastolen begynder igen.

Hjertets cyklus igangsættes i sinusknuden ved aktionspotentialer, der føres til de forskellige dele af hjertet. Dette sker enten ved, at aktionspotentialet går fra hjertemuskulcelle til hjertemuskulcelle gennem åbne celleforbindelser. Eller gennem åbne celleforbindelser mellem specialiserede hjertemuskulceller i hjertets specielle ledningssystem. Det specielle ledningssystem består af tre sammenhængende dele - AV-knuden **Ordliste**, det hiske bundt gennem anulus fibrosus og det hiske bundt over i purkinjefibre **ordliste**.

<sup>2</sup>Billede fra "Menneskets anatomi og fysiologi"s. 273 figur 9.6

Hjertets ledningssystem har to hovedopgaver. Først at sørge for, at aktionspotentialet spredtes hurtigt gennem hjertet, og dermed sørge for at hjertemuskulaturen i ventriklen kontraheres næsten samtidig. Denne næsten samtidige kontraktion medfører, at der inde i ventriklerne opbygges et effektivt tryk. Purkinje fibre, som kun er i ventriklerne og ikke atrierne, gør at aktionspotentialerne spredtes hurtigere i ventriklerne end i atrierne. Den anden hovedopgave er derfor at sørge for en vis forsinkelse i impulsledning fra atrierne til ventriklerne. Forsinkelsen er mulig, da anulus fibrosus, der adskiller atrierne og ventriklerne, fungerer som en elektrisk isolator. Derfor skal aktionspotentialet ledes fra atrierne til ventriklerne via det specialiserede ledningssystem, og da AV-knuden leder aktionspotentialet særlig langsomt, opstår forsinkelsen. Dette medfører, at atriernes kontraktion fuldføres, før ventriklernes igangsættes, dermed er der sikret en tilstrækkelig fyldning af ventriklerne, før de pumper blodet videre. Denne spredning og udløsning af aktionspotentialer sker regelmæssigt, og er den afgørende faktor for hjertets kontraktions rytme.



Figur 3.3: Spredning af aktionspotentialer gennem hjertet <sup>3</sup>

I Figur 3.3 ses spredningen af aktionspotentialer gennem hjertet. Aktionspotentialet udløses i sinusknuden og forsinkes i AV-knuden. Dernæst ledes aktionspotentialet videre til ventrikelmuskulaturen. De farvelagte områder er de depolariserede områder og det ses, at atriernes depolarisering er afsluttet før ventriklernes er startet.

## 3.2 Elektrokardiogram

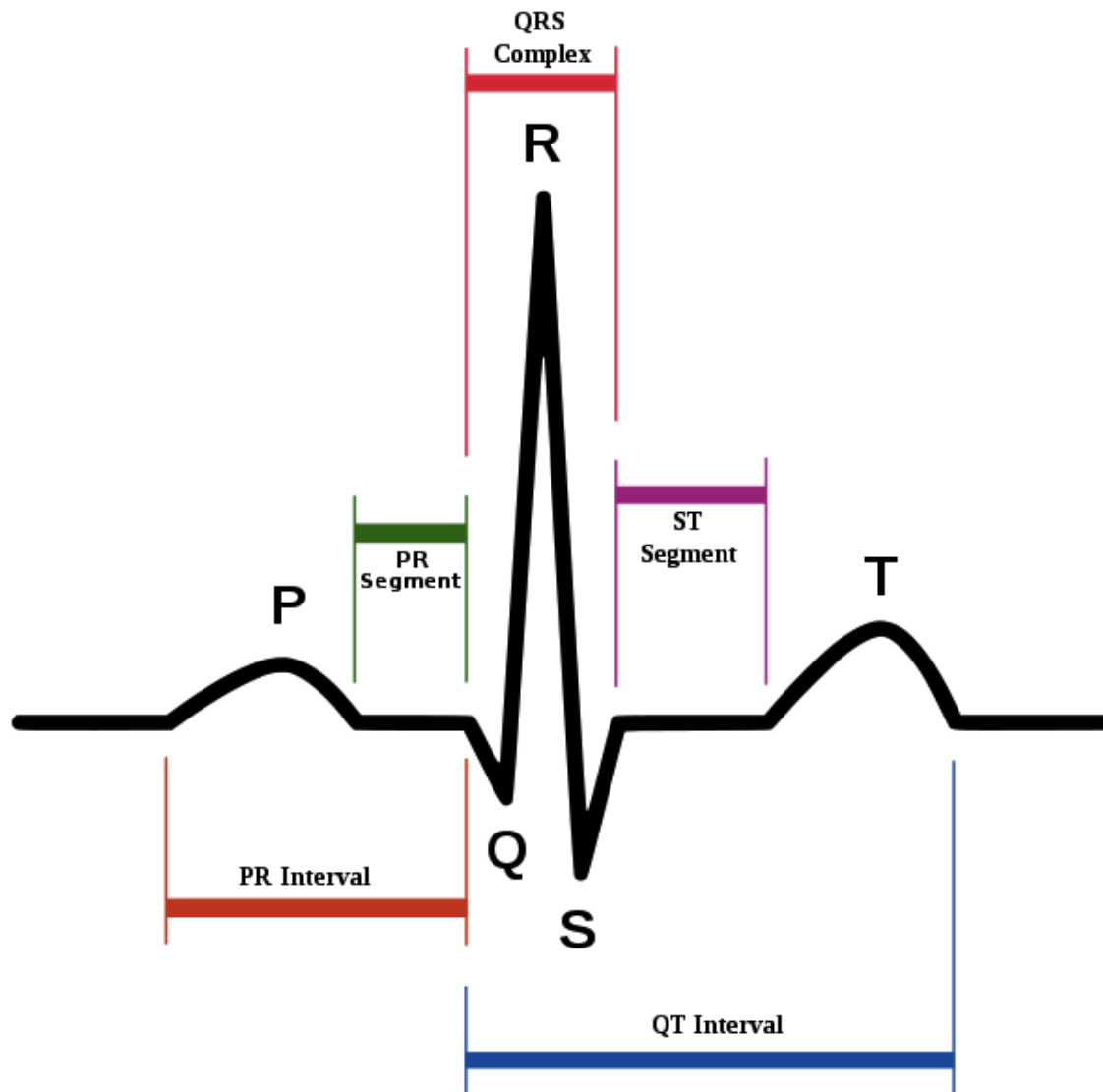
Et elektrokardiogram, EKG, afspejler hjertets elektriske aktivitet. Teknikken kaldes elektrokardiografi og udføres via elektroder, der er placeret forskellige steder på kroppen, primært omkring hjertet. Elektroderne måler den elektriske aktivitet via en overflade strøm, der går ud fra thorax. Det er disse strømme, som danner de forskellige graf-udsving, som er EKG-signalets takker. Takkerne viser atriernes- og ventriklernes systole og diastole, og er inddelt i P-takken, QRS-komplekset og T-takken. Grafisk vil EKG signalet være vist som det ses på figur 3.4 nedenfor.

P-takken viser atriets depolarisering, **og dertil er der P-takken til QRS-komplekset, der er aktionspotentialet fra atrier til ventrikler.** QRS-komplekset udgør tilsammen ventrikel depolarisering. QRS-komplekset er større end P-takken, da muskelmassen i

<sup>3</sup>"Menneskets anatomi og fysiologi"s. 275 figur 9.9

ventriklerne er større end atriernes muskelmasse, hvilket påvirker en højere elektrisk aktivitet. T-takken beskriver ventriklernes repolarisering. Denne er også mindre end QRS-komplekset, da repolariseringen forløber langsommere end depolariseringen.

Elektrokardiografi giver et billede på, hvordan ens hjerte fungerer. Nedenfor ses et EKG-signal for et raskt hjerte. Hvis ens hjerte ikke fungerer optimalt, vil ens EKG-signal se anderledes ud og en sundhedsfaglig person vil kunne diagnosticere patienten ud fra grafen. En patient kunne have atrieflimmer, som er den sygdom, dette projekt handler om.



Figur 3.4: Normalt EKG-signal

### 3.3 Atrieflimren

Atrieflimren forekommer, når atrierne ikke kontraherer sig ordentligt. Den hyppigste udløsning af atrieflimren forefalder pga. en serie af hurtige impulser (ekstrasystoler), hvilket er illustreret på første del af figur 3.5. De kommer fra den atriemuskulatur, som sidder nær lungevenerne i venstre atrium **er det det samme som artie??** . Dermed bliver atriernes normale kontraktionsmønster ødelagt, og de begynder at "flimre". Under atrieflimren

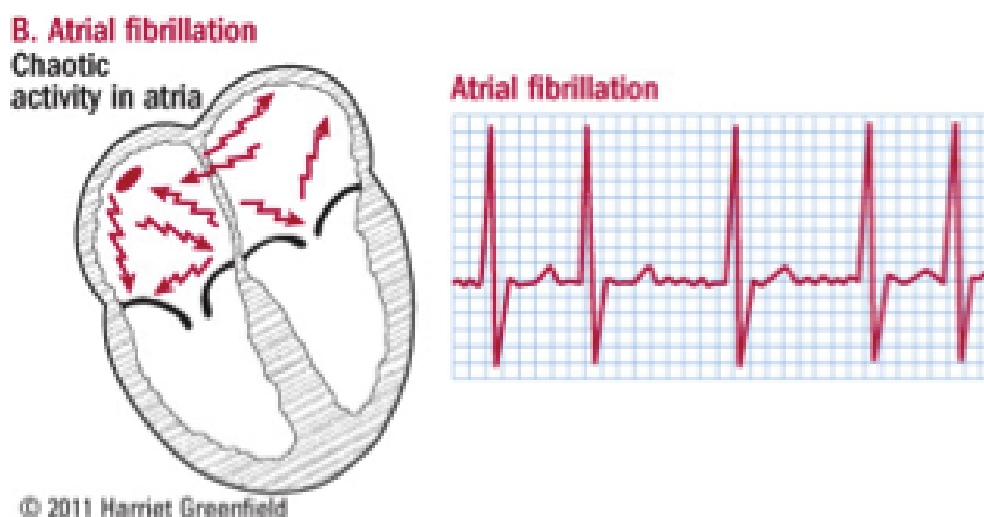


fungerer sinusknuden stadig som normalt, men har ingen kontakt til atrium.

Pga. arytmien mister man den regelmæssige atrietyømning og en får nedsat funktion af hjertets pumpningen. Blodet vil ophobe sig i atriet og danne lokale tromber. De kan løsne sig og flyde med blodstrømmen ud i kroppen, hvor de kan sætte sig fast (embolisere). Ubehandlet emboliserende atrieflimren er årsagen til 1/3 af alle cerebral apopleksiske tilfælde. Derfor er det vigtigt at være opmærksom på tilstedeværelse af atrieflimren hos netop disse indlagte patienter.

Hvis arytmien står på i længere tid, og ventrikelfrekvensen er hurtig, kan det udløse hjerteinsufficiens med tiltagende dilatation og dårlig kontraktion af ventriklerne.

Atrieflimren opstår som anfald (paroksysisk), der spontant konverterer til normal sinusrytme efter få timer eller dage. Med årene bliver arytmien mere vedvarende (persisterende) for til sidst at blive kronisk. De symptomer som kan forbindes med atrieflimren er en øget træthed, åndenød og en forhøjet samt uregelmæssig puls, der kan være utydelig og hurtig. Desuden vil blodtrykket falde, og der kan være tegn på hjerteinsufficiens, både i højre og venstre side af hjertet.



Figur 3.5: Atrieflimren impulser og EKG<sup>4</sup>

Man får stillet diagnosen via elektrokardiografi. EKG-grafen er domineret af mange irregulære og smalle QRS-komplekser uden ordentlige P-takker, som set på figur 3.5 ovenover. Den hyppigste form for behandling er ved betablokkere, flekainid, dronaderon og amiodaron. Man indfører katere i venstre atrium, der ødelægger atriemuskulaturen, der udøser flimren.

### 3.4 Trelagsmodel

Trelagsmodellen er en model, som kan bruges til at opbygge et system. Idéen er, at systemet opdeles i mindre moduler/lag - et præsentationslag (grænseflade), et logiklag (funktionalitet) og et datalag (database), som spiller sammen.

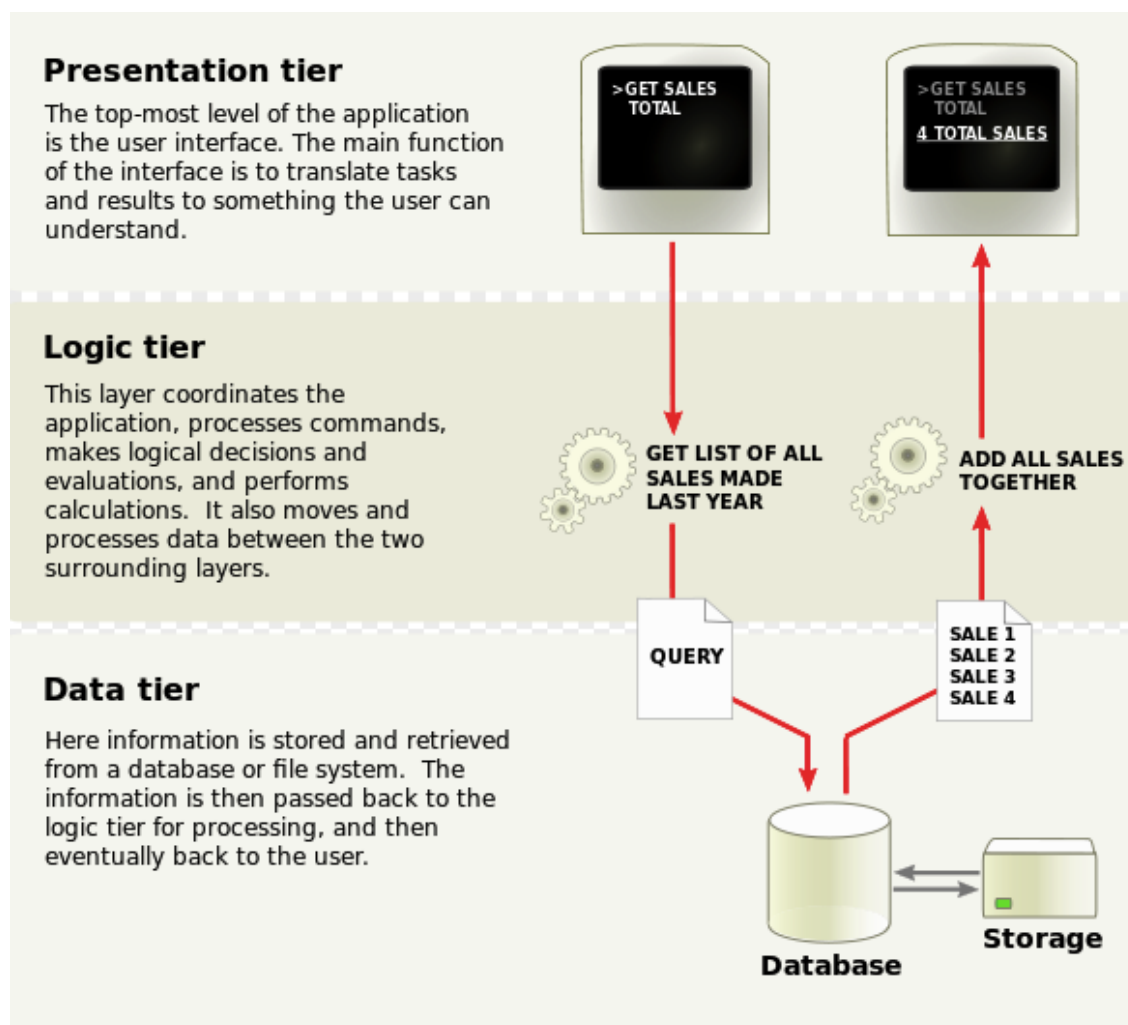
Præsentationslaget er det øverste lag. Det er det lag, brugeren har indvirkning på og hvor

<sup>4</sup><http://www.health.harvard.edu/>

de behandlede data præsenteres brugervenligt.

Logiklaget er det midterste lag. Dette lag er en slags bindeled mellem præsentationslaget og datalaget. I laget modtages og behandles informationerne fra præsentationslaget, og sendes videre til datalaget. Logiklaget kontrollerer hele systemets funktionalitet.

Datalaget er det nederste lag. Laget modtager dataerne fra logiklaget, som håndteres og lagres. Datalaget fungerer som en database, hvor man kan gemme nye data og hente gamle data frem igen. Trelagsmodellen vil typisk bygges grafisk op som vist på nedenstående figur 3.6.



Figur 3.6: Trelagsmodel<sup>5</sup>

Altså fungerer et system, opbygget efter trelagsmodellen, således, at alle lag er uafhængige af hinanden. Denne opbygning medfører, at det systemet bliver mere overskueligt, samt det er muligt at forstå de enkelte lag hver for sig. At lagene er uafhængige er også en fordel når der skal ændres i systemet. Det gør det muligt at begrænse vedligeholdelse til det aktuelle lag. Desuden er det muligt, at modtage et lag fra et andet system, og ligeledes at sende og genbruge et lag andetsteds. I en projektgruppe er det også en fordel, at det er muligt at fordele arbejdet mellem gruppemedlemmer, og dermed kunne arbejde uafhængigt af andre.

<sup>5</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/Multitier\\_architecture](http://en.wikipedia.org/wiki/Multitier_architecture)