



Forprosjektrapport

Pasientarmbånd med tilhørende app

av

Aksel Melby Haugen, Robin Omslandseter og Thomas André Rislaa

BAC19/EL-01

Utgavedato: 1. mars 2019

Veiledere: Ken Henry Andersen og Lei Jiao

Fakultet for teknologi- og realfag

Universitetet i Agder

Grimstad, vår 2019

Sammendrag

Dette er en forprosjektrapport for en bachelor-oppgave innen elektronikk ved Universitetet i Agder, vår 2019. Tittelen på prosjektet er *Pasientarmbånd med tilhørende app*. I denne rapporten beskrives organisering, plan og løsningsforslag for dette prosjektet.

Bedriften Bouvet ønsket å inngå et samarbeid med studenter fra Universitetet i Agder, for å utvikle et konsept som kan bedre sykehus-opphold for pasienter og sykepleiere. En del av konseptet går ut på å lage en mobilapplikasjon som gir pasientene bedre innblikk i sitt eget sykehus-opphold. Den andre delen av konseptet går ut på å gi pasientene armbånd som aktivt passer på pasientens helsetilstand. App og armbånd skal kunne kommunisere sammen slik at pasient og sykepleier skal kunne lese ut data fra dette båndet på mobiltelefon.

Prosjektet beskrevet i denne rapporten går ut på å utvikle en prototype til armbåndet og mobil-applikasjonen. Det vil bli utviklet en PCB bestående av mikrokontroller og ulike sensorer; mest signifikant en puls-sensor. Mikrokontroller vil overføre puls og målinger til mobil-telefon via Bluetooth.

Innhold

Sammendrag.....	1
Tabell-liste	4
Figur-liste.....	5
Ordforklaringer.....	6
1 Innledning.....	8
1.1 Bakgrunn	8
1.1.1 Prosjektets bakgrunn og hensikt	8
1.1.2 Mitt Sykehusopp hold (konsept).....	8
1.1.3 Pasientarmbånd med tilhørende mobil-app.....	8
1.2 Prosjektets organisering.....	9
1.2.1 Roller	9
1.2.2 Samarbeid.....	9
1.2.3 Inndeling av hovedansvar	9
1.2.4 Faste møtetidspunkter	10
1.2.5 Kommunikasjonsplattformer	10
2 Målsetning og rammebetingelser.....	11
2.1 Målsetning.....	11
2.2 Avgrensinger.....	12
2.3 Forutsetninger	13
3 Løsningsalternativer	14
3.1 Generelt	14
3.1.1 Fysisk del.....	14
3.1.2 Fastvare og app	14
3.2 Mikrokontroller	15
3.2.1 Tilgjengelige mikrokontrollere.....	15
3.2.2 Vurdering	16
3.2.3 Ved ferdigstilling og kommersialisering av produktet.....	16
3.2.4 Tredje-parts-moduler	16
3.3 Puls-sensor	18
3.3.1 Vurdering	18
3.4 Fall-sensor	19
3.4.1 Vurdering	19
3.5 App-utvikling.....	20
3.5.1 Multiplattform	20

3.5.2	Google Android	21
3.5.3	Apple iOS.....	21
3.5.4	Vurdering	21
3.6	Kommunikasjonsoppsett.....	22
3.6.1	Bluetooth	22
3.6.2	Vurdering	22
3.6.3	ID-tag for lesertilgang.....	22
3.7	Drøfting rundt kretskort-utvikling.....	23
3.8	Ladning.....	24
3.8.1	Vurdering	24
4	Anbefalt løsningsalternativ.....	25
4.1	Komponenter.....	25
4.2	Bluetooth	25
4.3	App.....	25
5	Plan for videre arbeid	26
5.1	Generelt arbeid	26
5.2	Kretskort-utvikling.....	26
5.3	Ledermøte med Arendal Sykehus	26
5.4	Bluetooth	26
6	Referanser.....	27
7	Vedlegg.....	33
7.1	Vedlegg 1: Fremdriftsplan.....	34
7.2	Vedlegg 2: Komponentliste.....	35
7.3	Vedlegg 3: App-skisse.....	36

Tabell-liste

Tabell 1: Relevante begreper som fremkommer i denne rapporten med en kort forklaring.....	7
Tabell 2: Prosjektets deltakere og deres roller.	9
Tabell 3: Inndeling av ansvarsområder.	9
Tabell 4: Faste møtetidspunkter.	10
Tabell 5: Målsetting og prioritetsgrader.	11
Tabell 6: Liste over avgrensninger.....	12
Tabell 7: Sammenlikning av noen mikrokontrollere produsert av Nordic Semiconductor.	15
Tabell 8: Sammenlikning av inn-bestilte mikrokontroller-moduler fra tredjepartsprodusenter.	17
Tabell 9: Sammenlikning av puls-sensorer. Alle prisene er hentet fra Mouser Electronics, Inc 19. februar 2019.	18
Tabell 10: MPU-6050 spesifikasjoner.	19
Tabell 11: Tilgjengelige verktøy for app-utvikling.....	20
Tabell 12: Pakningstype for chip-er.	23
Tabell 13: Spesifikasjoner for lade-modul og batteri.....	24
Tabell 14: Anbefalte komponenter og alternativ.....	25
Tabell 15: Liste over vedlegg som medfølger forprosjektrapporten.....	33

Figur-liste

Figur 1: Nordic Semiconductor nRF52810 QFN48 SoC. [24]	15
Figur 2: Nordic Semiconductor nRF52832 QFN48 SoC. [25]	15
Figur 3: Nordic Semiconductor nRF52840 QFN73 SoC. [26]	15
Figur 4: Nordic Semiconductor nRF9160 SiP. [27]	15
Figur 5: Nordic Semiconductors logo.....	15
Figur 6: Aconno ACN52832. [30].....	17
Figur 7: Insight SiP ISP1507. [31].....	17
Figur 8: Aconno GmbHs logo. [32]	17
Figur 9: Insight SiPs logo. [33].....	17
Figur 10: Rohm Semiconductor BH1790GLC. [35]	18
Figur 11: Maxim Integrated MAX30102. [36].....	18
Figur 12: Rohm Semiconductors logo. [37].....	18
Figur 13: Maxim Integrateds logo. [38].....	18
Figur 14: TDK InvenSence MPU-6050. [47]	19
Figur 15: TDK InvenSenses logo. [48].....	19
Figur 16: Androids logo. [52].....	20
Figur 17: iOS` logo. [53]	20
Figur 18. Xamarins logo. [54]	20
Figur 19: Visual Studios logo. [55]	20
Figur 20: Android Studios logo. [56]	20
Figur 21: Xcodes logo. [57].....	20
Figur 22: XAMLs logo. [59].....	20
Figur 23: Javas logo. [60]	20
Figur 24: Swifts logo. [61].....	20
Figur 25: Illustrasjon over ulike Bluetooth-piconet.....	22
Figur 26: Illustrasjon av DIL	23
Figur 27: Illustrasjon av en QFP-chip.....	23
Figur 28: Illustrasjon av en QFN-chip.....	23
Figur 29: Illustrasjon av en BGA-chip.....	23
Figur 30: Adafruit 1904. [77].....	24
Figur 31: Tiny Circuits ASR0011 3.7 V 70 mAh batteri. [78]	24
Figur 32: Adafruits logo. [79].....	24
Figur 33: TinyCircuits` logo. [78]	24
Figur 34: Fremdriftsplan for prosjektet utformet som et «Gantt chart».....	35
Figur 35: Liste over inn-bestilte komponenter til prosjektet.....	35
Figur 36: En tidlig skisse av hvordan det er ønskelig at den endelige mobil-applikasjonen skal se ut.....	36

Ordforklaringer

Forkortelse	Begrep	Norsk oversettelse	Forklaring
	Bouvet/Bouvet ASA		I sammenheng med denne rapporten er Bouvet navnet på et skandinavisk konsulentsselskap. [1] Det er Bouvet som er oppdragsgiver for prosjektet.
IC	Integrated Circuit	Integritt Krets	Et sett med elektroniske elementer/kretser på samme halvlederkrystall/chip. [2] [3]
MCU	Microcontroller Unit	Mikrokontroller	En liten datamaskin på en enkel IC med én eller flere CPU-kjerner, minne og programmerbare input/output-kanaler. [4]
SoC	System on Chip		System på integrert krets bestående av komponenter liknende en datamaskin eller andre elektroniske systemer. [5]
PCB	Printed Circuit Board	Kretskort	Kort som kopler elektroniske komponenter via strømledende spor. [6]
	Firmwire	<i>Fastvare</i>	Dataprogram som ligger fast i et elektronisk apparat. [7]
	App	Mobilapplikasjon	Dataprogram som kan installeres/kjøres på mobiltelefon/nettbrett. [8]
	Footprint	<i>Fotavtrykk</i>	Arrangeringen av pins for elektroniske komponenter. [9]
	Bluetooth	<i>Blåtann</i>	Teknologi for dataoverføring over små områder (Personal Area Network) via RF-signaler (radio-frekvenser). [10]
	Android		Operativsystem (OS) for mobiltelefoner utviklet av Google. [11]
	iOS		Operativsystem for mobiltelefoner utviklet av Apple. [12]

LiPo	Lithium Polynomer	Litium-polynomer	En type litium batteri som er gjen-oppladbart. [13]
LDO	Low-DropOut regulator		En lineær spenningsregulator med lite strømtap. [14]
	Nordic Semiconductor		Et norsk selskap som produserer elektroniske kretser. [15]
LED	Light Emitting Diode	Lys-emitterende diode	Elektriske komponenter i form av dioder som kan emmittere lys når de leder strøm. [16]
I ² C	Inter-Integrated Circuit		Grensesnitt for dataoverføring mellom IC-er slik som mikrokontrollere. [17]
TWI	Two Wire Interface		Grensesnitt med lik funksjonalitet som I ² C introdusert av Atmel. [18]
	Oxymetry	Oksimetri	Måling av hvor mange blodceller som bærer oksygen i blodet. [19]
IDE	Integrated Development Environment	<i>Integrert utviklingsmiljø</i>	Dataprogram med et grafisk bruker-grensesnitt for utvikling av kildekode med feilsøkingsmuligheter. [20]
UI	User Interface	Bruker-grensesnitt	Den visuelle brukeroverflaten som brukeren bruker for å samhandle med en programvare. [21]
ARM	Advanced RISC Machine		En prosessor- og instruksjon-sett arkitektur brukt i et stort antall produkter. [22]

Tabell 1: Relevante begreper som fremkommer i denne rapporten med en kort forklaring.

1 Innledning

Denne rapporten omhandler forarbeid og planlegging rundt bachelor-prosjektet «Pasientarmbånd med tilhørende app» ved Universitetet i Agder 2019. Prosjektet vil foregå i samarbeid med bedriften *Bouvet ASA* som har en stasjonert avdeling i Arendal. I denne rapporten utdypes bakgrunn, organisering og planlegging av prosjektet. Ulike løsningsalternativer for prosjektet vil også bli sammenliknet og drøftet.

1.1 Bakgrunn

1.1.1 Prosjektets bakgrunn og hensikt

Prosjektets har utspring i en problem-setting definert av oppdragsgiveren; *Bouvet ASA*:

Når man er pasient på offentlige sykehus i Norge, har man som pasient, noe mangel på innsikt til sitt eget pasientopphold. Det er ikke så enkelt å få innblikk i sine egne pasient-data, timeplanen kan oppleves som uklar og man vet ikke alltid om måleverdier (blodtrykk osv.) ligget innenfor det som er normalt.

Mitt Sykehusopp hold er en produktidé igangsatt av *Bouvet ASA* for å gi pasienter bedre innblikk i sitt eget pasientopphold på offentlige sykehus. Produktet vil i sin helhet bestå av et armbånd som kan måle diverse vitale tegn, en erstatning for rød snor, samt en applikasjon hvor oppholdet kan planlegges og følges i litt mer detaljert. Produktet vil også hjelpe ansatte ved pleietjenester med raskere målinger og bedre prioritering av tidsbruk.

1.1.2 Mitt Sykehusopp hold (konsept)

Nedenfor er hovedpunktene til Bouvet ASAs produktvisjon:

- En mobil-applikasjon som tar for seg flere områder av pasientens sykehusopphold enn apper på markedet i dag (slik som f.eks. *PasientSky*).
 - Bedre innblikk i timeplan (når undersøkelser skal gjennomføres, måltider osv.).
 - Innblikk i måledata og indikasjon på om verdier er normale.
- Et pasientarmbånd som overvåker vitale tegn (puls, oksygenmetning osv.).
- Erstatning for rød snor: Pasienten skal ha varslings-knapper tilgjengelig med ulikt prioriteringsnivå.
- ID-tag på båndet som kan åpne skaper eller betale i kafeteria.

1.1.3 Pasientarmbånd med tilhørende mobil-app

Dette prosjektet foretar seg å utvikle en prototype til pasientarmbåndet og en tilhørende mobil-applikasjon for å lese dataene som blir målt. Det finnes utallige produkter på marknaden som er i stand til å utføre oppgavene som vi har blitt gitt. Hensikten med å designe pasientarmbåndet fra bunnen er for å rette et produkt primært mot bruk i sykehus og offentlig helsetjeneste. Sammen med en applikasjon som tar for seg sykehusopp holdet i sin helhet, fyller *Mitt Sykehusopp hold* et hull i tilgjengelige verktøy, og i perspektiv av dette, anses produktet å ha en markedsverdi.

1.2 Prosjektets organisering

1.2.1 Roller

Nedenfor er en tabell med deltakende personer i prosjektet-organiseringen og deres roller (se *Tabell 2*).

Navn	Rolle	Selskap	Epost	Mobil
Aksel Melby Haugen	Student	UiA	akselh15@student.uia.no	92460841
Robin Omslandseter	Student	UiA	robino16@student.uia.no	90127576
Thomas André Rislaa	Student	UiA	thomar15@student.uia.no	95429566
Ken Henry Andersen	Veileder	UiA	ken.h.andersen@uia.no	
Lei Jiao	Veileder	UiA	lei.jiao@uia.no	
Tonje Holand Salgado	Administrasjon og oppfølging/Styringsgruppe	Bouvet	tonje.salgado@bouvet.no	41215278
Ivar Sønstabø	Avdelingsleder Arendal/Styringsgruppe	Bouvet	ivar.sonstabø@bouvet.no	92896752
Eivind Auestad	Teknisk oppfølging	Bouvet	eivind.auestad@bouvet.no	97714470
Torjus Færnsnes	Teknisk oppfølging sensorer/Styringsgruppe	MeshTech	tfa@meshtech.no	97118438

Tabell 2: Prosjektets deltakere og deres roller.

1.2.2 Samarbeid

I prosjektet vil det i stor grad foregå et samarbeid med bedriften Bouvet, da Bouvet er oppdragsgiveren for prosjektet. Gruppen får også samarbeide med veiledere assosiert til Universitetet i Agder. Det vil foregå dialog mellom de ulike partene, blant annet på veiledningsmøter og grupperstyringsmøter. Dette gjøres for å sikre progresjon, og for å sikre at partene er enige om målsettinger rundt prosjektets utførelse. Det er hensiktsmessig for prosjekt-gruppen å innfri oppdragsgivers visjon samt at kravene til prosjektoppgaven har riktig mengde faglig relevans.

1.2.3 Inndeling av hovedansvar

Alle gruppemedlemmene har ansvar for at gruppen kommer i mål med prosjektet. Medlemmene hjelper hverandre med problemløsning på tvers av de ulike arbeidsoppgavene, men hovedansvaret for de ulike oppgavene er delt opp innad i gruppen (Se *Tabell 3*). Tabellen tar for seg de mest signifikante ansvarsområdene for hele prosjektet. Flere arbeidsoppgaver og detaljert oppgaveinndeling er listet i fremdriftsplanen (se *Vedlegg 1*).

Oppgave	Hovedansvarlig
Kretskort-design (PCB)	Thomas André Rislaa
Programmering av mikrokontroller	Aksel Melby Haugen
Mobil-applikasjon	Robin Omslandseter

Tabell 3: Inndeling av ansvarsområder.

1.2.4 Faste møtetidspunkter

Tabellen nedenfor viser faste møtetidspunkter for prosjektet (se *Tabell 4*). Utenom de faste møtetidspunktene, er gruppen adaptiv i henhold til gruppemøter og arbeidstimer. Dette er blant annet på grunn av bo-avstander. Gruppemedlemmene jobber med prosjektet fast alle ukedager utenfor gitte møtetidspunkt. Dette arbeidet kan foregå på universitetet eller hjemme. Det er viktig at gruppen gjennomfører planlagte gjøremål for hver enkelt uke i henhold til fremdriftsplanen (se *Vedlegg 1*).

Dag	Møtetidspunkt	Møtested	Beskrivelse
Tirsdag	8:30	Universitetet i Agder, Grimstad (elektronikk-lab, A2 152)	Fast møte for gruppearbeid.
Tirsdag	14:30	Universitetet i Agder, Grimstad	Veiledningsmøte med Lei Jiao.
Torsdag	8:30	Universitetet i Agder, Grimstad (elektronikk-lab, A2 152)	Fast møte for gruppearbeid.
Fredag	8:00	Bouvet (Frolandsveien 6, 4847 Arendal)	Prosjekt-arbeid hos Bouvet i Arendal med jevnlige gruppe- styrings-møter.

Tabell 4: Faste møtetidspunkter.

1.2.5 Kommunikasjonsplattformer

Prosjektgruppen benytter seg av flere plattformer for å utveksle informasjon og dokumenter. Hovedplattform for kommunikasjon og deling av filer med representantene fra *Bouvet* foregår gjennom *Microsoft Teams*. Studentene kommuniserer også med representanter fra *Bouvet* og prosjektets veiledere gjennom epost. Internt i gruppen benyttes hovedsakelig en felles *OneDrive*-mappe for oppbevaring og deling av prosjekt-filer, mens intern gruppe-kommunikasjon for det meste foregår igjennom *Facebook Messenger*. Interne gruppemøter med mikrofon gjennomføres over kommunikasjonstjenesten; *Discord*.

2 Målsetning og rammebetingelser

2.1 Målsetning

Målsetningen for prosjektet er at gruppen skal minimum klare å utvikle en prototype for armbåndet i tillegg til en mobil-app. Disse skal kunne kommunisere slik at man kan lese pasientdata fra armbåndet på mobilen.

Målsetningen kan deles opp i tre hoveddeler; design av mobil-applikasjon, design av kretskort og programmering av mikrokontrolleren (se *Tabell 5*). Det inngår her noen underpunkter for disse. Hvert av underpunktene har ulike prioritetsnivåer; lav til høy, hvor høy er det gruppen forventer å gjennomføre.

Punktene med middels prioritet håper gruppen å få gjennomført. Punktene med lav prioritet er tenkt som videre arbeid som overskridet målene for prosjektet. Gruppen skal også drøfte hvordan produktet skal kunne fungere i en praktisk sammenheng på et sykehus. Dette kommer til å være en viktig problemstilling i hovedprosjektrapporten.

Mål	Prioritetsnivå
Mobil-applikasjon	
• Lage en grunnleggende mobil-app med ulike sider	Høy
• Kommunikasjon med mikrokontroller via Bluetooth	Høy
• Vise data fra armbåndet i appen	Høy
• Gjøre at mobil kan lese data fra flere bånd samtidig	Middels
• Vise graf av pasient-data over tid	Middels
• Sykepleier skal kunne legge til pasient-notater i appen	Middels
• Implementere et tilgangssystem mellom bånd og app (pin-kode osv.)	Middels
• Utvikle appen for multiplattform (Android og iOS)	Lav
• Legge til funksjonalitet for pasientjournal og lagre annen pasientdata	Lav
• Implementere et bedre sikkerhetssystem mellom app og armbånd	Lav
Kretskort-design	
• Designe et kretskort med <i>stor</i> mikrokontroller-modul	Høy
• Frese <i>stort</i> kretskort og montere komponenter med universitets utstyr	Høy
• Designe et kretskort med <i>liten</i> mikrokontroller-modul	Middels
• Frese <i>mindre</i> kretskort og montere komponenter med universitetets utstyr	Middels.
• Lage 3D-print av armbånd, slik at prototypen kan festes rundt håndleddet	Lav
• Utvikle egen lader-krets fremfor å bruke ferdig lade-modul	Lav
• Optimalisere og designe kretskortet så <i>liten</i> som mulig	Lav
• Bestille optimalisert krets fra profesjonelt selskap	Lav
Programmering av mikrokontroller	
• Lese data fra pulssensor-modul	Høy
• Kalkulere puls-verdier.	Høy
• Lese data fra akselerometer-modul	Høy
• Overføre data fra mikrokontrolleren til App via Bluetooth	Høy
• Flash-e mikrokontroller-modulen for kretskortet	Høy
• Teste ut puls/oksymeter-modul	Middels
• Implementere OS eller annen strømsparingsmetode	Middels
• Synkronisering med eksterne mikrokontroller over Bluetooth	Lav

Tabell 5: Målsetting og prioritetsgrader.

2.2 Avgrensinger

Oppgaven går i hovedsak ut på å oppnå kommunikasjon mellom Bluetooth-modulen (mikrokontroller) og mobil-appen. Det vil være flere elementer som vil bli drøftet i prosjektrapporten og som ville vært naturlig å ha med i et kommersielt produkt, men som ikke vil bli implementert i vårt slutt-produkt. Blant annet er det usannsynlig at gruppen er i stand til å lage et sikkerhetssystem som gjør at all bruker-dataen lagres på en like trygg måte som det ville vært nødvendig med i en reell applikasjon. Gruppen har som målsetting å utvikle en prototype som er så liten som mulig, men denne vil sannsynligvis bli større enn det som ville vært praktisk i en reell setting. Noe av grunnen til at prototypen blir stor, er utstyr som er tilgjengelig. Det er heller ikke sikkert at gruppen er i stand til å utvikle et strøm-effektivt nok produkt sammenliknet med et kommersielt produkt. Etter at prototype for produktet er ferdig fremstilt, må konseptet videreføres en *god stund* før den kan implementeres på norske sykehus. Arbeidsgruppen består ikke av nok personer til at det ville vært mulig for oss å ferdigstille og kommersialisere produktet. Prosjektgruppen må også ta hensyn til tilgjengelig budsjett og ikke overskride dette.

Funksjoner	Vil bli implementert (ja/nei)
Armbånd-prototype (PCB) med ulike sensorer (puls og akselerometer)	Ja
Overføring av data mellom mikrokontroller og app via Bluetooth	Ja
App som kan vise data fra sensorene på mobilen	Ja
Lys-indikatorer og knapper på PCB-en	Ja
Enkelt implementert strømbesparing	Ja
Muligheter for å legge inn pasient-notater i appen	Ja
Indikasjon på om måleverdier ser normale ut	Ja
Gjøre at flere Bluetooth-enheter kan kommunisere samtidig	Usannsynlig
Nøyaktige måleverdier	Usannsynlig
Ideelt strømforbruk (en ukes batteritid)	Usannsynlig
En nøyaktig falldetektor/fallsensor	Usannsynlig
Prototype for bånd rundt magen	Usannsynlig
Synkronisering av bånd rundt magen og armbånd	Usannsynlig
Ferdigutviklet app med flere funksjoner for pasienten	Nei
Skjerm på armbåndet	Nei
3D-print av armbåndet slik at det kan festes på armen	Nei
Armbånd-prototype i en praktisk fysisk størrelse (liten)	Nei
Et ordentlig sikkerhetssystem	Nei
Kople mobil-app opp mot database eller server	Nei
App-innlogging koplet til elektronisk bruker-ID (MinID/BankID)	Nei
Testing av produktet på sykehus	Nei
Ferdigstilling av produktet og kommersialisering	Nei
Trådløs ladning	Nei
Kunstig intelligens/maskin-lærings-algoritme som finner pasientens normalverdier	Nei
Kunstig intelligens/maskin-lærings-algoritme for fall-sensor	Nei

Tabell 6: Liste over avgrensninger.

2.3 Forutsetninger

Det vil forekomme noen forutsetninger for at målsetningen til prosjektet skal nås. Prosjektet må skje i tråd med vilkårene til Bouvet. For å utvikle kretskortet må størrelsen på komponentene bli tatt hensyn til; de må være store nok til at det går an å lodde komponentene på PCB-en med universitets utstyr. Gruppen må ta forbehold om at ikke all funksjonaliteten vil være mulig å implementere med tilgjengelig utstyr og ressurser.

- Prosjektet skal ivareta og følge gitte betingelser fra oppdragsgiveren; Bouvet.
- Anbefalinger gitt av veiledere ved Universitetet i Agder bør følges.
- Produktet må være mulig å utvikle med tilgjengelig utstyr.
- Innkjøp må ikke overskride tilgjengelig budsjett.
- Prosjektet må ikke overskride arbeidsmengde i henhold til hva som er gjennomførbart.

3 Løsningsalternativer

3.1 Generelt

Prosjektet vil bestå av to deler; en fysisk del i form av et kretskort og en programmerings-del for app og fastvare.

3.1.1 Fysisk del

Det er ønskelig at den fysiske delen blir et kretskort/PCB med ulike sensorer; pulsmåler, oksymeter og akselerometer. I tillegg er det ønskelig å ha et batteri med lade-mulighet og en mikrokontroller.

Mikrokontrolleren vil ta for seg videresending og lagring av informasjon fra sensorene. En del av løsningsalternativet består av å velge riktige komponenter til kretskortet. Komponentene må fungere sammen, og være slik at det er mulig å plassere dem på kretskortet med tilgjengelig utstyr. Det er hensiktsmessig at informasjon om komponentene er lett tilgjengelig; i form av datablader (og potensielt kodeeksempler).

3.1.2 Fastvare og app

Programmeringsdelen vil ta for seg utvikling av en mobil-applikasjon og programmering av mikrokontrolleren som skal plasseres på prototypen/kretskortet. På mobil-appen skal målinger av vitale tegn vises; slik som puls og oksygenmetning. Dersom det er realistisk å få til, er det også ønskelig å vise graf over de vitale tegnene over tid. En del av løsningsalternativet blir hvordan å velge oppsett for dataoverføring mellom mikrokontroller og app. Det må også gjøres valg når det kommer til appens utseende og oppsett, i tillegg til design av mikrokontroller-programmet; f.eks. om det skal kjøre et RTOS eller ikke.

3.2 Mikrokontroller

3.2.1 Tilgjengelige mikrokontrollere

For at armbåndet skal kunne motta informasjon fra sensorene og sende det videre til en ekstern enhet, er det nødvendig å bruke en mikrokontroller. En essensiell del av mikrokontrolleren for vår applikasjon er mulighet for Bluetooth-kommunikasjon. Det finnes flere mikrokontrollere tilgjengelig på markedet som passer til vår applikasjon og fra forskjellige produsenter [23]. Fra tidligere prosjekter har prosjektgruppen erfaring med det norske selskapet; *Nordic Semiconductor* sin nRF52832-mikrokontroller. Det falt seg dermed naturlig å vurdere denne chip-en også for dette prosjektet. Dersom det ikke hadde vært ønskelig med en mikrokontroller fra *Nordic Semiconductor*, kunne en mikrokontroller fra andre produsenter ha blitt brukt; slik som for eksempel *Texas Instruments* eller *Maxim Integrated* [23]. Denne rapporten legger derimot kun fokus på mikrokontrollere fra *Nordic Semiconductor*. Aktuelle mikrokontrollere fra *Nordic Semiconductor* er sammenliknet i tabellen nedenfor (se Tabell 7).

Nøkkelegenskaper	nRF52810	nRF52832	nRF52840	nRF9160
Offisielt bilde	 <i>Figur 1: Nordic Semiconductor nRF52810 QFN48 SoC. [24]</i>	 <i>Figur 2: Nordic Semiconductor nRF52832 QFN48 SoC. [25]</i>	 <i>Figur 3: Nordic Semiconductor nRF52840 QFN73 SoC. [26]</i>	 <i>Figur 4: Nordic Semiconductor nRF9160 SiP. [27]</i>
CPU	ARM Cortex M4 [28]	ARM Cortex M4F [28]	ARM Cortex M4F [28]	ARM Cortex-M33 [27]
Klokkehastighet	64MHz [28]	64MHz [28]	64MHz [28]	64MHz [29]
Tilgjengelig flashminne	192kB [28]	512/256 kB [28]	1MB [28]	1MB [29]
RAM-minne	24kB [28]	62/32kB [28]	256kB [28]	256kB [29]
Forsyningsspenning	1.7 til 3.6 V [28]	1.7 til 3.6 V [28]	1.7 til 5.5 V [28]	3.0 til 5.5 V [29]
Radio	BLE/ANT/2.4Ghz [28]	BLE/ANT/2.4Ghz [28]	BLE/ANT/2.4 GHz/15.4 [28]	BLE/ANT/2.4Ghz/LTE -M and NB-IoT [29]
Dimensjoner	6 x 6 mm (QFN48) 5 x 5 mm (QFN32) [24]	6 x 6 mm (QFN48) 3.0 x 3.2 mm (WLCSP) [25]	7 x 7 mm (QFN73) [26]	10 x 16 mm [27]
Klassifisering	Baseline [24]	Mainstream [25]	High-end [26]	
Produsent	Nordic Semiconductor			



Figur 5: Nordic Semiconductors logo.

Tabell 7: Sammenlikning av noen mikrokontrollere produsert av Nordic Semiconductor.

3.2.2 Vurdering

Det ble hovedsakelig vurdert mikrokontrollere fra *Nordic Semiconductor* da Universitetet i Agder og universitetets veiledere har kjennskap til produkter fra dette selskapet. Hovedfaktorer for valg av mikrokontroller-chip er listet nedenfor:

- Bluetooth-muligheter.
- Fysisk størrelse: Mikrokontrolleren må være liten nok til å passe i et armbånd.
- Viktige spesifikasjoner, slik som flash-minne og prosessorhastighet.
- Strømeffektivitet.
- Tilgang til utviklingskort (DK/Development Kit).
- Tidligere kjennskap til fabrikant/chip.
- Pris.

Prosjektgruppen konkluderte med at *nRF52832* ville passe helt fint for denne applikasjonen. Selv om det er uvisst hvor mye flash-minne vi kommer til å bruke, er det en rimelig antakelse at 512 kB flash-minne vil strekke til [28].

3.2.3 Ved ferdigstilling og kommersialisering av produktet

For et endelig og kommersielt pasientarmbånd, kan andre mikrokontrollerne fra *Nordic Semiconductor* vurderes. *nRF52810* er en mer kosteffektiv chip som ikke har like mye flash- eller RAM minne som de andre i samme serie [28]. En slik chip kunne vert fordelaktig dersom det endelige fokuset ligger i kosteffektivitet og om utveksling av informasjon kun vil foregå over korte avstander. Dersom mer informasjonsutveksling og overføring over lengre avstander var å ønske, kunne kanskje *nRF9160* vært mer optimal. Denne mikrokontrolleren har også mulighet til å sende informasjon over mobil-nettet [29]. En merknad her er at *nRF9160* fremdeles er *relativt ny* og dermed ikke like tilgjengelig som de andre alternativene.

3.2.4 Tredje-parts-moduler

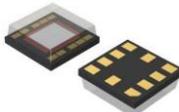
For utvikling av fysisk produkt i denne oppgaven, har det blitt gjort en bestilling på to ulike *nRF52832*-moduler; *Aconno GmbH ACN52832* og *Insight SiP ISP1507*. *ANC52832* er en større modul med *pins* langs utsiden [30], noe som vil potensielt gjøre loddearbeid en del enklere. Dimensjonene på *ISP1507* er betydelig mindre og noen av pin-ene befinner seg under selve modulen [31]. Pin-ene under *ISP1507*-modulen vil ikke kunne bli tatt i bruk med tilgjengelig utstyr. For at denne modulen skal kunne brukes, kan gruppen kun bruke de ytterste pin-ene eller alternativt designe kretskortet på en mer avansert måte. For prototypen vil sannsynligvis *ANC52832* bli tatt i bruk, men dersom det viser seg gjennomførbart å bruke *ISP1507* eller dersom gruppen har tid til overs, vil denne modulen bli prøvd ut. Se en sammenlikning over disse to modulene i tabellen på neste side (se *Tabell 8*).

Spesifikasjon	ACN52832	ISP1507
Bilde	 <i>Figur 6: Aconno ACN52832. [30]</i>	 <i>Figur 7: Insight SiP ISP1507. [31]</i>
Produsent	Aconno GmbH  <i>Figur 8: Aconno GmbHs logo. [32]</i>	Insight SiP  <i>Figur 9: Insight SiPs logo. [33]</i>
Dimensjoner	20.3 x 25 x 3 mm [30]	8 x 8 x 1 mm [31]
Plassering av antennen	PCB [34]	Har antennen, men plasseringen er ikke oppgitt. [34]
Pris	102,31 kr [30]	107,60 kr [31]

Tabell 8: Sammenlikning av inn-bestilte mikrokontroller-moduler fra tredjepartsprodusenter.

3.3 Puls-sensor

En essensiell del av armbåndet vil være puls-sensoren. Det finnes ulike puls-sensorer på markedet. Noen av disse kan blant annet brukes for aktivitetsarmbånd og andre helseapplikasjoner. Innenfor dette prosjektet er det hovedsakelig to ulike type puls-sensorer som vil bli validert; *BH1790GLC* av *Rohm Semiconductor* og *MAX30102* av *Maxim Integrated*.

Spesifikasjon	BH1790GLC	MAX30102
Bilde	 <i>Figur 10: Rohm Semiconductor BH1790GLC. [35]</i>	 <i>Figur 11: Maxim Integrated MAX30102. [36]</i>
Produsent	Rohm Semiconductor  <i>Figur 12: Rohm Semiconductors logo. [37]</i>	Maxim Integrated  <i>Figur 13: Maxim Integrateds logo. [38]</i>
LED-farge	Grønn [35]	IR (infrarød) [39]
Fast-monterte LED-er	Nei [35]	Ja [39]
Dimensjoner	2.80 x 2.80 x 1.00 mm [35]	5.60 x 3.30 x 1.55 mm [5]
Størrelse på utviklingskort	28 x 28 x 0.9 mm [40]	12.7 x 12.7 mm [41]
Grensesnitt for dataoverføring	I ² C [40]	I ² C [5]
Forsyningsspenning	1.7 V til 3.6 V (VCC1) og 2.5 V til 3.6 V (VCC2) [35]	2 V til 5.5 V [42]
Pris (ved kjøp av én)	57.04 kr [43]	69.29 kr [36]
Pris for utviklingskort	147,88 kr [40]	154,06 kr [44]

Tabell 9: Sammenlikning av puls-sensorer. Alle prisene er hentet fra Mouser Electronics, Inc 19. februar 2019.

3.3.1 Vurdering

Det er planlagt å teste begge sensorene og drøfte hvilken som vil være mest aktuell får denne applikasjonen. Her ligger drøftingen stort sett i hvilken sensor som gir mest nøyaktige verdier når de plasseres på håndleddet. Mens denne rapporten blir skrevet, har vi kun testet *Rohm Semiconductor* sin puls-måler. Det virker som at denne puls-sensoren fungerer helt greit. I hovedprosjektet er det tenkt å gå dypere inn på sensorenes virkemåte, og hvordan puls kan kalkuleres basert på måleverdiene fra disse sensorene.

3.4 Fall-sensor

Det er planlagt å utforske muligheter til å utvikle en fallsensor ved hjelp av et akselerometer. Det finnes også ulike akselerometer-chip-er, men planen er å hovedsakelig å bruke en *MPU-6050*-chip av *TDK InvenSense*. *MPU-6050* er en rimelig, strøm-effektiv og nøyaktig akselerometer-chip som også har gyroskop [45] [46]. Denne chip-en brukes blant annet innen smart-telefoner, nettbrett og bærbare sensorer [46]. Et alternativ er å droppe akselerometer dersom det viser seg å være vanskelig eller upraktisk med fallsensor i vår applikasjon.

Spesifikasjon	MPU-6050
Bilde	 <i>Figur 14: TDK InvenSense MPU-6050. [47]</i>
Produsent	TDK InvenSense  <i>Figur 15: TDK InvenSenses logo. [48]</i>
Dimensjoner	(4.35 x 4.35 x 1.1) mm [49]
Forsyningsspenning	2.375 V til 3.46 V [47]
Pris (ved kjøp av én)	62.43 kr [47]
Laveste stykk-pris	34.89 kr [47]
Pris utviklingskort	479,22 kr [50]

Tabell 10: *MPU-6050* spesifikasjoner.

3.4.1 Vurdering

Prosjektgruppen har brukt *MPU-6050* i et tidligere prosjekt, noe som gjør at funksjonaliteten i denne chip-en er kjent blant gruppemedlemmene fra før av. Det som kan bli en utfordring her blir å kunne detektere om en pasient faller. For å detektere fall, må mikrokontrolleren prosessere dataen fra akselerometeret med hyppige intervaller. Gruppens antakelse er at det er vanskelig å detektere fall på denne måten; spesielt fordi produktet skal plasseres rundt håndleddet. Det kan hende at man må inn i AI-verdenen og bruke maskin-læring for å etterhvert klare å utvikle en fall-sensor med akseptabel nøyaktig. Vår fall-sensor vil sannsynligvis ikke være i stand til å gi en presis indikasjon på om en pasient har falt. En liten betrakting her er at det finnes fall-sensorer eller andre alarm-sensorer på markedet, slik som for eksempel; *Fall Sensor* av *Climax Technology Co.* [51].

3.5 App-utvikling

Når det kommer til utvikling av mobil-appen, kan det gjøres noen betraktninger innen valg av verktøy. Blant annet vil det være lurt å vite hvilken plattform eller operativsystem (OS) man ønsker at appen skal kjøre på; enten det er *Apple iOS*, *Google Android*, *Windows Phone OS* eller flerplattform.

Operativsystem	Flerplattform	Google Android	Apple iOS
		 <i>Figur 16: Androids logo.</i> [52]	 <i>Figur 17: iOS` logo.</i> [53]
UI-verktøy-kasse	<i>Xamarin.Forms</i>  <i>Figur 18: Xamarins logo.</i> [54]	(<i>Xamarin.Android</i>)	(<i>Xamarin.iOS</i>)
IDE	<i>Visual Studio</i> , <i>Visual Studio for Mac</i> , (<i>Xamarin Studio</i>)  <i>Figur 19: Visual Studios logo.</i> [55]	<i>Android Studio</i>  <i>Figur 20: Android Studios logo.</i> [56]	<i>Xcode</i>  <i>Figur 21: Xcodes logo.</i> [57]
Signifikant kodespråk	<i>C# (og XAML)</i> [58].  <i>Figur 22: XAMLS logo.</i> [59]	<i>Java</i> [60].  <i>Figur 23: Javas logo.</i> [60]	<i>Swift</i> [53].  <i>Figur 24: Swifts logo.</i> [61]

Tabell 11: Tilgjengelige verktøy for app-utvikling.

3.5.1 Multiplattform

Om man ønsker å utvikle en mobil-app for flere av plattformene, er et alternativ å bruke *Xamarin.Forms*. *Xamarin.Forms* er et open source verktøy-sett for å utvikle flerplattform-apper med utvikler-plattformen; .NET (.NET Framework) [62] [63]. Det vil si at man kan skrive app-kode som blir universell for de ulike OS-ene ved hjelp av programmeringsspråket C# [63]. Med *Xamarin.Forms* er 75%+ av koden felles for de ulike OS-ene [64]. Dette er mulig fordi *Xamarin.Forms* benytter seg av UI-elementer, API og kraft som er innebygd (*native*) for OS-ene [62]. *Xamarin.Forms* følger med i IDE-en; Microsoft Visual Studio for Microsoft Windows [63]. Utviklere på MacOS kunne tidligere bruke IDE-en; *Xamarin Studio*, men denne er nå byttet ut med *Microsoft Visual Studio for Mac* [65]. For ikke-kommersiell bruk er *Xamarin.Forms* gratis da det medfølger *Visual Studio Community* [66], men det er verdt å merke seg at *Visual Studio Enterprise* og *Visual Studio Professional* koster lisens [67].

3.5.2 Google Android

Om man ønsker å utvikle en app for *Google Android*, kan man bruke IDE-en; *Android Studio* som er den offisielle IDE-en for Android-app-utvikling [68]. *Android Studio* er basert på *JETBrains` InelliJ IDEA* og støtter kodespråkene *Java*, *Kotlin* and *C++* [69]. *Android Studio* er gratis og er tilgjengelig på *Microsoft Windows*, *MacOS* og *Linux* [69].

3.5.3 Apple iOS

Om man derimot ønsker å utvikle en mobil-app rettet mot *Apple iOS*, kan man bruke Apples IDE; *Xcode* som er tilgjengelig gratis for *Apple MacOS* [70] [71]. Det finnes også løsningsalternativer om man ønsker å bruke *Xcode* til å utvikle iOS-apper i *Microsoft Windows* [72]. I *Xcode* brukes kodespråkene *Swift*, *C*, *C++*, and *Objective-C* [73].

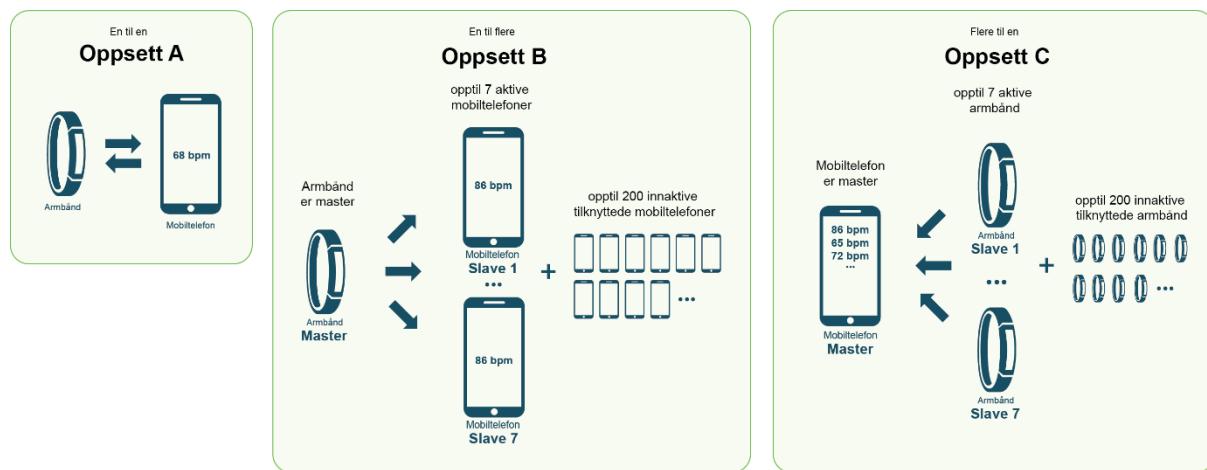
3.5.4 Vurdering

Dersom vår applikasjon skal være tilgjengelig for pasienter og sykepleiere, og vi ikke kan anta hvilket operativsystem som benyttes, bør vår applikasjon helst være tilgjengelig på flere plattformer. Det enkleste alternativet da, vil være å bruke *Xamarin.Forms*. Med *Xamarin.Forms* vil fremdeles enkelte deler av koden måtte skrives spesifikt for de individuelle OS-ene, men store deler av koden og designet vil være universell for *iOS*, *Android* og *Windows Phone*. Gruppen har ikke mulighet til å umiddelbart teste appen på *iOS*, da vi ikke har dette lett tilgjengelig. Appen vil dermed i første rekke utvikles med fokus på *Android*-operativsystemet. Appen kan da testes med en virtuell *Android-emulator* eller på private mobiltelefoner. Fordi programmet er skrevet i *Xamarin.Forms*, vil det senere være enkelere å utvikle appen for *iOS* og *Windows Phone*. Det kan være verdt å nevne at prosjektgruppen ikke har tidligere kjennskap til app-utvikling, noe som kan gjøre denne delen av oppgaven vanskelig.

3.6 Kommunikasjonsoppsett

3.6.1 Bluetooth

Det vil dukke opp alternativet når det kommer til kommunikasjons-protokoll over Bluetooth; blant annet hvor mange og hvilke enheter som skal kunne snakke sammen samtidig. Å få Bluetooth-kommunikasjonen til å fungere er en av hovedutfordringene innen dette prosjektet. Med Bluetooth kan det dannes et *ad-hoc* nettverk med én *master* og én eller flere *slaver* [74]. Et slike nettverk kalles for et *piconet* [74]. I et slike nettverk kan *master* snakke med opptil 7 *slaver* samtidig. Alle enhetene har en unik ID, slik at man alltid vet hvilken enhet masteren kommuniserer med. Masteren kan ha over 200 enheter som ikke er aktive, det vil si utenfor rekkevidde [74]. En master kan også være slave i et annet piconet, og en enhet kan være slave i to ulike piconet. Dette er mulig fordi to master ikke vil benytte samme *frekvens-hopping-sekvens* [74]. Det vil da være noen løsningsalternativer: Enten så er armbåndet master eller så er armbånd slaven i kommunikasjon. På neste side er en illustrasjon over tre ulike kommunikasjonsoppsett for ulike piconet (se Figur 25).



Figur 25: Illustrasjon over ulike Bluetooth-piconet.

3.6.2 Vurdering

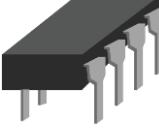
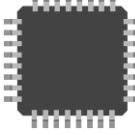
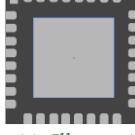
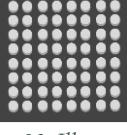
Selv om det hadde vært ideelt og svært ønskelig å kunne lese data fra flere bånd på samme mobiltelefon og at samme bånd skal kunne overføre data til flere mobiltelefoner samtidig, tar prosjektgruppen forbehold om at dette kan bli vanskelig å gjennomføre. Dersom prosjektgruppen klarer å danne den enkleste løsningen for et piconet; én til én, bør det også være mulig å løse flere av utfordringene angående kommunikasjon og sikkerhet. Dersom for eksempel armbåndet er master, kan båndet opptil 7 sykepleiere lese informasjonen samtidig, mens 200 andre sykepleiere kan stå på *stand by*. En annen løsning ville kanskje vært å la båndet være slave, og mobiltelefonen master. I et slike oppsett vil mobiltelefonen kunne lese data fra opptil 7 armbånd samtidig, mens 200 pasienter ville potensielt kunne være i *stand by*-modus. Det er tenkt å la armbåndet være master, ettersom båndet selv vet når den har informasjon å sende.

3.6.3 ID-tag for lesetilgang

Det kan være aktuelt at armbåndet gis en spesiell ID-tag som potensielt skal kunne knyttes opp mot pasientens ID. Det er da tenkt at kun mobiltelefoner som kjenner til ID-tag-en, har mulighet til å lese data fra armbåndet. Ideen er at ID-tag-en skal settes en gang når man trykker på en reset-knapp på armbåndet og parer med en mobiltelefon.

3.7 Drøfting rundt kretskort-utvikling

Når prototype-PCB-en skal utvikles, er størrelse på kretskortet en viktig faktor som må tas hensyn til. Ideelt sett ønsker vi at kretskortet skal være så lite som mulig, slik at det får plass i et armbånd, men samtidig må komponentene helst være mulig å lodde for hånd med universitetets utstyr, noe som igjen vil gjøre at de må være litt større. Det har også litt å si hva slags pin-er en modul/SoC har; enten det er f.eks. QFN, QFP eller BGA (se Tabell 12). I tillegg må det være mulig å *fres* kretskortet med universitetets utstyr. Med universitetets utstyr kan man frese et kretskort med to sider/flater (over og under). Det er altså mulig å lage kretser på oversiden og på undersiden av kretskortet. De faller seg logisk å plassere puls-sensoren på undersiden av kortet. Dette vil potensielt også kunne redusere noe av størrelsen. Den første prototypen kommer til å ta i bruk en *Aconno GmBH ACN52832*-modul og en *Adafruit 1904* lade-modul. Det er forventet at disse to modulene kommer til å gjøre PCB-en større enn det som ville vært praktisk i et reelt armbånd, men de gjør det mer praktisk og forhåpentligvis en del lettere å utvikle kretskortet. Dersom mer tid gjenstår etter prosjektgruppen har fått på plass en fungerende prototype, kan det være aktuelt å prøve å forminske kretskortet, blant annet ved å bruke en annen mikrokontroller-modul (f.eks. *Insight SiP ISP1507*).

Pakningstype (package)	DIL (Dual in-line package)	QFP (Quad Flat Package)	QFN (Quad Flat No-leads package)	BGA (Ball Grid Array)
Illustrasjon	 <i>Figur 26: Illustrasjon av en DIL-chip.</i>	 <i>Figur 27: Illustrasjon av en QFP-chip.</i>	 <i>Figur 28: Illustrasjon av en QFN-chip.</i>	 <i>Figur 29: Illustrasjon av en BGA-chip.</i>
Vanskelighetsgrad (med tilgjengelig utstyr)	Lettest	Middels	Vanskeligere	Tilnærmet umulig

Tabell 12: Pakningstype for chip-er.

3.8 Ladning

Det er tenkt å bruke et oppladbart batteri i pasientarmbåndet. Dersom batteriet som ble brukt ikke hadde vært oppladbart, ville dette ført til ekstra kostnader ved bruk av produktet og det ville hatt negative konsekvenser for miljøet. Potensielt er det nok også lurt om det går an å bytte batteriet senere, i tilfelle batteriet forvitrer. For optimal brukervennlighet, bør det være mulig å bytte batteriet på en enkel måte. Det er mulig å lage en egen ladning-krets, eller bruke en ferdig-laget modul som håndterer akkurat dette.

3.8.1 Vurdering

Det er planlagt å bruke et batteri fra *TinyCircuits* med serienummer ASR00011. ASR00011 er et gjenoppladbart lithium-polynomer-batteri (LiPo). Den leverer 3.7 V spenning og har 70 mAh kapasitet [75]. For å lade batteriet er det tenkt å bruke en egen modul som håndterer ladning. Modulen som ble valgt heter *Adafruit 1904*. Denne modulen gjør det mulig å lade batteriet ved å bruke MicroUSB [76]. Forhåpentligvis er dette en tryggere løsning, enn om vi hadde valgt å designe vår egen lade-krets, da dette ville kunne medføre overbelastning av kretsen. Modulen tar hånd om ladning av batteriet og leverer samtidig stabil strøm, slik at pasientarmbåndet kan brukes samtidig som den lades. Se en oversikt over valgte produkter i tabellen nedenfor (se *Tabell 13*).

Spesifikasjon	Adafruit 1904	TinyCircuits ASR00011
Bilde	 <i>Figur 30: Adafruit 1904. [77]</i>	 <i>Figur 31: Tiny Circuits ASR00011 3.7 V 70 mAh batteri. [78]</i>
Produsent	 <i>Figur 32: Adafruits logo. [79]</i>	 <i>Figur 33: TinyCircuits' logo. [78]</i>
Type produkt	Integritt strøm-håndterings-krets for utvikling/LiPo-lade-modul med MicroUSB-koplingspunkt. [76]	3.7 V, 70 mAh LiPo-batteri [75]
Leveringsspenning	3.7 eller 4.2 V [76]	3.7 V [75]
Dimensjoner	21 x 19 x 2 mm [76]	16 x 15 x 5 mm [75]

Tabell 13: Spesifikasjoner for lade-modul og batteri.

4 Anbefalt løsningsalternativ

4.1 Komponenter

Anbefalt løsning med tanke på vår situasjon er å utvikle en prototype med en *større* mikrokontroller-modul; *aconnno GmbH ACN52832*. Denne modulen har også Bluetooth-antenne. PCB-en vil være større enn det som ville vært ideelt i et kommersielt produkt. Med tanke på tilgjengelige ressurser er dette sett på som det anbefalte løsningsalternativet.

Komponent	Anbefalt løsning	Nærliggende alternativ
Mikrokontroller	<i>aconnno GmbH ACN52832</i>	<i>Insight SiP ISP1507</i>
Puls-sensor/oksymeter	<i>Rohm Semiconductor BH1790GLC</i>	<i>Maxim Integrated MAX30102</i>
LED-er for puls-sensor	<i>Rohm Semiconductor SML-M13MTT86 (grønn LED)</i>	Ingen
Akselerometer	<i>TDK InvenSense MPU6050</i>	Ingen
Lade-modul	<i>Adafruit 1904</i>	Egenkonstruert
Oppladbart batteri	<i>TinyCircuits ASR00011 (LiPo, 70 mAh, 3.7 V)</i>	Andre LiPo-batterier med 3.7 V forsyningspenning

Tabell 14: Anbefalte komponenter og alternativ.

I tillegg til komponentene i tabellen ovenfor, vil det bli brukt en LDO for spenningsregulering, noen indikasjons-LED-er og fysiske knapper (se Tabell 14). LDO bør benyttes fordi batteriet leverer 3.7 V, mens mikrokontrolleren har en maks forsyningspenning på 3.6 V. En LDO vil sørge for at man taper minimalt med strøm. I *komponent-listen* står en liste over alle komponenter som er tenkt å brukes i prosjektet (se *Vedlegg 2*).

4.2 Bluetooth

I førsteomgang prioriteres det å opprette kommunikasjon mellom én mobil og et armbånd (prototype), hvor armbånd vil være *master* og mobiltelefon; *slave*. Etter dette vil muligheter for multiple dataoverføringer vurderes og bli forsøkt implementert. Det kan også være aktuelt med ID-tagging av armbåndene for å beskytte måledata fra armbåndet. ID-taggingen og innlogging vil ikke koples opp mot pasientens ID (f.eks. *MinID*) i dette prosjektet.

4.3 App

Det er tenkt at mobil-appen først og fremst skal utvikles i *Microsoft Visual Studio* med *Xamarin.Forms* i førsteomgang rettet mot OS-er; *Google Android*. Det vil være mulig å teste appen via Android-emulator på PC, eller teste den på gruppemedlemmene sine private mobiltelefoner. Appen vil ha en innlogging-skjerm, hvor man kan velge *pasient* eller *ansatt*. Pasient skal ha innblikk til kun et armbånd, mens en ansatt skal ideelt kunne lese data fra flere armbånd. Appen vil også ha pasient-notater som kan legges til om man er *ansatt*. Det er laget en tidlig skisse av hvordan appen vil kunne se ut (se *Vedlegg 3*).

5 Plan for videre arbeid

5.1 Generelt arbeid

Frem til innlevering av forprosjektrapporten har prosjektgruppen tilegnet seg mye informasjon for hvordan oppgaven burde løses og hvordan det burde jobbes i tiden fremover. Det er allikevel en god del arbeid som gjenstår av oppgaven.

- Leder-møte med Arendal Sykehus 6. mars 2019.
 - Prosjektgruppen skal her holde en presentasjon av prosjektet.
- Motta inn-bestilte komponenter.
- Ferdigstille mobilapplikasjonen.
- Ferdigstille fastvare for mikrokontroller (programmering).
- Opprette kommunikasjon mellom mobilapplikasjon og mikrokontroller via Bluetooth.
- Finne ideelt Bluetooth-oppsett (*piconet*).
- Designe prototype-kretskort i *Altium Designer*.
- Produsere kretskort og montere/lodde på komponenter.
- Videre arbeid og sekundære gjøremål.
- Skrive hovedprosjektrapport.

5.2 Kretskort-utvikling

I øyeblikket som forprosjektrapporten blir skrevet venter prosjektgruppen på at de bestilte komponentene skal ankomme. Neste skritt i kretskortdesign består nå av å koble sammen komponentene i et *Altium Designer*-prosjekt. Kretskortet må først designes i en skisse med alle komponentene før dette skal overføres videre til et prosjekt som kan *printes*. Utfordringene som kommer vil i stor grad handle om å designe kretskortet med riktige avstander mellom de forskjellige komponentene og optimalisering av størrelse. Kretskortet skal skrives ut med komponenter på to forskjellige plan, noe som gir anledning til å prioritere de forskjellige komponentene på begge sider for å spare plass. For å oppnå et ønskelig resultat kommer mye arbeid til å foregå i *Altium Designer*. Det kan være sannsynlig at flere kretskort må produseres før gruppen har et som fungerer ordentlig.

5.3 Ledermøte med Arendal Sykehus

Produkt-ideen er tiltenkt innen bruk på offentlige sykehus. For å validere om oppgaven tar for seg en reell problemstilling, er det ønskelig med dialog med personale fra sykehus. Prosjektgruppen har via Bouvet, prøvd å komme i kontakt med *Arendal sykehus* ved flere tidligere anledninger, uten suksess. Det er planlagt å ha et ledermøte på Arendal Sykehus onsdag 6. mars, hvor prosjektgruppen vil holde en liten presentasjon om prosjektet. Det er tenkt at ledelsen fra sykehuet skal kunne komme med innspill til produktet.

5.4 Bluetooth

Det er en del arbeid som gjenstår på mikrokontroller og mobil-applikasjon. Blant annet må muligheter rundt Bluetooth-oppsett, paring osv. bli utforsket og implementert. Dette er en del av oppgaven som sannsynligvis kommer til å ta en del tid. Dersom prosjektgruppen finner en løsning på Bluetooth-oppsett tidlig, kan gruppen gjøre å fokusere på andre ting, slik som videreutvikling av app og fallsensor. Det vil bli vurdert om prosjektgruppen kan få til synkronisering mellom to mikrokontrollere via Bluetooth.

6 Referanser

- [1] Bouvet Norge AS, «Om Bouvet,» Bouvet Norge AS, [Internett]. Available: <https://www.bouvet.no/om-bouvet>. [Funnet 14 Februar 2019].
- [2] Wikipedia, «Integrert krets,» 9 Mai 2018. [Internett]. Available: https://no.wikipedia.org/wiki/Integrert_krets. [Funnet 26 Februar 2019].
- [3] Wikipedia, «Integrated circuit,» 25 Januar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_circuit. [Funnet 26 Februar 2019].
- [4] Wikipedia, «Microcontroller,» 4 Februar 2019. [Internett]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Microcontroller>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [5] Wikipedia, «System on Chip,» 25 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/System_on_a_chip. [Funnet 26 Februar 2019].
- [6] Wikipedia, «Printed curcuit board,» 19 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Printed_circuit_board. [Funnet 26 Februar 2019].
- [7] Wikipedia, «Firmware,» 27 Desember 2015. [Internett]. Available: <https://no.wikipedia.org/wiki/Firmware>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [8] Wikipedia, «Mobilapplikasjon,» 12 Mars 2016. [Internett]. Available: <https://no.wikipedia.org/wiki/Mobilapplikasjon>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [9] Wikipedia, «Footprint (electronics),» 12 Februar 2016. [Internett]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Footprint_\(electronics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Footprint_(electronics)). [Funnet 26 Februar 2019].
- [10] Wikipedia, «Bluetooth,» 23 Februar 2019. [Internett]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [11] Wikipedia, «Android,» 20 Februar 2019. [Internett]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Android_\(operating_system\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Android_(operating_system)). [Funnet 27 Februar 2019].
- [12] Wikipedia, «iOS,» 25 Februar 2019. [Internett]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/IOS>. [Funnet 27 Februar 2019].
- [13] Wikipedia, «Lithium polymer battery,» 6 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium_polymer_battery. [Funnet 26 Februar 2019].
- [14] Wikipedia, «Low-dropout regulator,» 6 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Low-dropout_regulator. [Funnet 26 Februar 2019].
- [15] Wikipedia, «Nordic Semiconductor,» Wikipedia, 4 Januar 2019. [Internett]. Available: https://no.wikipedia.org/wiki/Nordic_Semiconductor. [Funnet 26 Februar 2019].
- [16] Wikipedia, «Light-emitting diode,» 24 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode. [Funnet 26 Februar 2019].

- [17] Wikipedia, «I²C,» 17 Februar 2019. [Internett]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/I%C2%82C2C>. [Funnet 27 Februar 2019].
- [18] I2C Bus, «TWI Bus,» [Internett]. Available: <https://www.i2c-bus.org/twi-bus/>. [Funnet 27 Februar 2019].
- [19] Ole Henning Skjønsberg, «oksymetri,» Store Norske Leksikon, 21 September 2016. [Internett]. Available: <https://sml.snl.no/oksymetri>. [Funnet 27 Februar 2019].
- [20] Wikipedia, «Integrated development environment,» 26 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_development_environment. [Funnet 27 Februar 2019].
- [21] Wikipedia, «Brukergrensesnitt,» 18 Oktober 2017. [Internett]. Available: <https://no.wikipedia.org/wiki/Brukergrensesnitt>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [22] Wikipedia, «ARM (prosessorarkitektur),» 14 Februar 2019. [Internett]. Available: [https://no.wikipedia.org/wiki/ARM_\(prosessorarkitektur\)](https://no.wikipedia.org/wiki/ARM_(prosessorarkitektur)). [Funnet 26 Februar 2019].
- [23] T. martin, «TOP 10 Microcontroller manufacturing companies,» Techvv, 1 September 2017. [Internett]. Available: <https://www.techvv.com/article/top-10-microcontroller-manufacturing-companies/>. [Funnet 25 Februar 2019].
- [24] Nordic Semiconductor, «nRF52810,» [Internett]. Available: <https://www.nordicsemi.com/Products/Low-power-short-range-wireless/nRF52810>. [Funnet 25 Februar 2019].
- [25] Nordic Semiconductor, «nRF52832,» [Internett]. Available: <https://www.nordicsemi.com/Products/Low-power-short-range-wireless/nRF52832>. [Funnet 25 Februar 2019].
- [26] Nordic Semiconductor, «nRF52840,» [Internett]. Available: <https://www.nordicsemi.com/Products/Low-power-short-range-wireless/nRF52840>. [Funnet 25 Februar 2019].
- [27] Nordic Semiconductor, «nRF9160,» [Internett]. Available: <https://www.nordicsemi.com/Products/Low-power-cellular-IoT/nRF9160>. [Funnet 22 Februar 2019].
- [28] Nordic Semiconductor, «Inforcenter Nordic Semiconductor,» Nordic Semiconductor, 9 September 2018. [Internett]. Available: http://infocenter.nordicsemi.com/index.jsp?topic=%2Fcom.nordic.infocenter.nrf52%2Fdita%2Fnrf52%2Fnrf52_series.html. [Funnet 21 Februar 2019].
- [29] Nordic Semiconductor, «nRF9160 objective product specification,» 2018. [Internett]. Available: https://no.mouser.com/datasheet/2/297/nRF9160_OPs_v0.7.1-1510217.pdf. [Funnet 21 Februar 2019].
- [30] Mouser Electronics, «Product ACN52832,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/aconno/ACN52832?qs=sGAEpiMZZMve4%2fbfQkoj%252bO6wI8z4qBMxK%2fpsLFjS8vw%3d>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [31] Mouser Electronics, «Product ISP1507-AX-RS,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/Insight-SiP/ISP1507-AX-RS?qs=sGAEpiMZZMve4%2fbfQkoj%252bCQV2rmt7cIkWnZEKZXWtGc%3d>. [Funnet 21 Februar 2019].

- [32] aconno GmbH, «aconno - iot made easy,» [Internett]. Available: <https://aconno.de/>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [33] SCS Cluster, «Insight SiP,» [Internett]. Available: <https://www.pole-scs.org/en/acteurs/insight-sip/>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [34] Nordic Semiconductor , «3rd party modules,» [Internett]. Available: <https://www.nordicsemi.com/Software-and-Tools/3rd-Party/3rd-party-modules>. [Funnet 25 Februar 2019].
- [35] ROHM Co., «Optical Sensor for Heart Rate Monitor IC,» 2015. [Internett]. Available: http://rohmfs.rohm.com/en/products/databook/datasheet/ic/sensor/pulse_wave/bh1790glc-e.pdf. [Funnet 15 Februar 2019].
- [36] Mouser Electronics, Inc, «MAX30102EFD+,» 2019. [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/Maxim-Integrated/MAX30102EFD%2b?qs=sGAEpiMZZMvJkDqKJH80dHYyKCb8aKWn9W0OjVQBS9o%3d>. [Funnet 19 Februar 2019].
- [37] <http://LogoVaults.com>, «ROHM Semiconductor Logo,» 11 Februar 2014. [Internett]. Available: <http://www.logovaults.com/logo/10176-rohm-semiconductor-logo-png>. [Funnet 20 Februar 2019].
- [38] Wikipedia, «File:Maxim Integrated logo.svg,» 26 Juli 2018. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Maxim_Integrated_logo.svg. [Funnet 20 Februar 2019].
- [39] Maxim Integrated, «MAX30102,» 10 2018. [Internett]. Available: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>. [Funnet 19 Februar 2019].
- [40] Mouser Electronics, Inc, «BH1790GLC-EVK-001,» 2019. [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/ROHM-Semiconductor/BH1790GLC-EVK-001?qs=sGAEpiMZZMs50KUSuyRkpu8UJzOsrryJSVsY8qef6bla7C0vZCVSw%3d%3d>. [Funnet 19 Februar 2019].
- [41] Maxim Integrated, «MAXREFDES117#: Heart-Rate and Pulse-Oximetry Monitor,» Maxim Integrated, 17 August 2016. [Internett]. Available: https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Maxim%20PDFs/MAXREFDES117_Web.pdf. [Funnet 18 Februar 2019].
- [42] Digi-Key Electronics., «MAXREFDES117#-ND,» [Internett]. Available: <https://www.digikey.no/product-detail/en/maxim-integrated/MAXREFDES117/MAXREFDES117-ND/6165562>. [Funnet 19 Februar 2019].
- [43] Mouser Electronics, inc, «BH1790GLC-E2,» 2019. [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/ROHM-Semiconductor/BH1790GLC-E2?qs=sGAEpiMZZMtRKYjLzIsEJdHeRC2B6KHRxZd6wZeEpmc%3d>. [Funnet 19 Februar 2019].
- [44] Mouser Electronics, Inc, «MAXREFDES117#,» 2019. [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/Maxim-Integrated/MAXREFDES117?qs=sGAEpiMZZMuaNOX%2fX9zx4Y8OtGvVNKU3teXpnOFW5nY%3d>. [Funnet 19 Februar 2019].

- [45] Arduino, «MPU-6050 Accelerometer + Gyro,» [Internett]. Available: <https://playground.arduino.cc/Main/MPU-6050>. [Funnet 20 Februar 2019].
- [46] TDK InvenSense Inc., «MPU-6050 Six-Axis (Gyro + Accelerometer) MEMS MotionTracking™ Devices,» [Internett]. Available: https://www.invensense.com/products/motion-tracking/6-axis/mpu-6050/?fbclid=IwAR2trjo1FS_F58SVJ1u1YZDpiaTaABYW2HEJHZ4d3RQFNQgrZsPKaqyBG0. [Funnet 21 Februar 2019].
- [47] Mouser Electronics, Inc, «MPU-6050,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/TDK-InvenSense/MPU-6050?qs=sGAEpiMZZMve4%2fbfQkoj%252bE27UT2QxdM3lhPCPs0Yskc%3dMPU-6050>. [Funnet 20 Februar 2019].
- [48] MicroNews, «The bright future of MEMS ultrasonic solutions – Interview of Chirp Microsystems, a TDK group company,» 6 September 2018. [Internett]. Available: <https://www.i-micronews.com/the-bright-future-of-mems-ultrasonic-solutions-interview-of-chirp-microsystems-a-tdk-invensense-company/>. [Funnet 20 Februar 2019].
- [49] InvenSense Inc., «MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4,» 19 August 2013. [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/datasheet/2/400/MPU-6000-Datasheet1-1112286.pdf>. [Funnet 20 Februar 2019].
- [50] Mouser Electronics, Inc, «EV_MPU-6050,» [Internett]. Available: https://no.mouser.com/ProductDetail/TDK-InvenSense/EV_MPU-6050?qs=sGAEpiMZZMve4%2fbfQkoj%252bOVHNG3f2E2aCTEPrumadgs%3d. [Funnet 20 Februar 2019].
- [51] Climax Technology Co., «Fall Sensor,» [Internett]. Available: <http://www.climax.com.tw/fall-sensor-01.php>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [52] pngimg.com, «PNG images: Android,» [Internett]. Available: http://pngimg.com/imgs/logos/android_logo/. [Funnet 21 Februar 2019].
- [53] Wikipedia, «iOS,» 30 November 2018. [Internett]. Available: <https://no.wikipedia.org/wiki/IOS>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [54] Wikipedia, «Xamarin,» 30 Januar 2019. [Internett]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Xamarin>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [55] Wikipedia, «Microsoft Visual Studio,» 21 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio. [Funnet 21 Februar 2019].
- [56] Wikipedia, 10 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio. [Funnet 21 Februar 2019].
- [57] Wikipedia, «Xcode,» 10 Februar 2019. [Internett]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Xcode>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [58] Wikipedia, «Extensible Application Markup Language,» 5 Januar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Extensible_Application_Markup_Language. [Funnet 21 Februar 2019].

- [59] D. Pritchard, «My First XAML Tips for the Universal Windows Platform,» 1 November 2017. [Internett]. Available: <http://davidpritchard.org/archives/678>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [60] Wikipedia, «Java (programming language),» 18 Februar 2019. [Internett]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Java_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Java_(programming_language)). [Funnet 21 Februar 2019].
- [61] Wikipedia, «Swift (programming language),» 19 Februar 2019. [Internett]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Swift_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Swift_(programming_language)). [Funnet 21 Februar 2019].
- [62] Microsoft, «Visual Studio Tools for Xamarin,» [Internett]. Available: <https://visualstudio.microsoft.com/xamarin/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [63] Microsoft, «Xamarin.Forms,» [Internett]. Available: <https://docs.microsoft.com/en-us/xamarin/xamarin-forms/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [64] Microsoft, «Visual Studio Tools for Xamarin,» [Internett]. Available: <https://visualstudio.microsoft.com/xamarin/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [65] Xamarin Inc., «Xamarin Studio 6.3,» [Internett]. Available: https://developer.xamarin.com/releases/studio/xamarin.studio_6.3/xamarin.studio_6.3/. [Funnet 21 Februar 2019].
- [66] N. Friedman, «Xamarin for Everyone,» 31 Mars 2016. [Internett]. Available: <https://blog.xamarin.com/xamarin-for-all/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [67] Microsoft, «Visual Studio Pricing,» [Internett]. Available: <https://visualstudio.microsoft.com/vs/pricing/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [68] Android Developers, «Meet Android Studio,» [Internett]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [69] Wikipedia, «Android Studio,» 10 Februar 2019. [Internett]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio. [Funnet 21 Februar 2019].
- [70] Apple Inc., «Tools you'll love to use.,» [Internett]. Available: <https://developer.apple.com/xcode/ide/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [71] Wikipedia, «Xcode,» 10 Februar 2019. [Internett]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Xcode>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [72] C. Ching, «Xcode for Windows (12 Ways to Build iOS Apps on PC),» 1 Februar 2019. [Internett]. Available: <https://codewithchris.com/xcode-for-windows/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [73] Apple Inc., «Xcode 10,» [Internett]. Available: <https://developer.apple.com/xcode/>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [74] L. Jiao, *WPAN*, Lei Jiao, 2018.
- [75] Mouser Electronics, «Product Tiny Circuits ASR00011,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/TinyCircuits/ASR00011?qs=sGAEpiMZZMve4%2fbfQkoj%252bfER4fjLjOqlkptDBAnTg%3d>. [Funnet 22 Februar 2019].

- [76] Mouser Electronics, «Product Adafruit 1904,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/Adafruit/1904?qs=sGAEpiMZZMurtJ7VwBTl0WohYmZ0CLhZWmSy7a2C4sqvkTLKWoyDpg%3d%3d>. [Funnet 22 Februar 2019].
- [77] Adafruit, «Adafruit MicroLipo and MiniLipo Battery Chargers,» 22 August 2018. [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/datasheet/2/737/adafruit-microlipo-and-minilipo-battery-chargers-932848.pdf>. [Funnet 22 Februar 2019].
- [78] TinyCircuits, «LITHIUM ION POLYMER BATTERY - 3.7V 70MAH,» [Internett]. Available: <https://tinycircuits.com/products/lithium-ion-polymer-battery-3-7v-70mah>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [79] AdaFruit, «Welcome To AdaFruit IO,» [Internett]. Available: <https://io.adafruit.com/>. [Funnet 26 Februar 2019].
- [80] Mouser Electronics, «Product nRF52810-QCAA-R,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/Nordic-Semiconductor/nRF52810-QCAA-R?qs=sGAEpiMZZMve4%2fbfQkoj%252bCQPD4Du2PUca%2fjG%252biVk5To%3d>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [81] Mouser Electronics, «Product nRF52832-QFAB-R,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/Nordic-Semiconductor/nRF52832-QFAB-R?qs=sGAEpiMZZMuKfYsiLTlqmFeogZzM9xEMAZBdNaGWL9g%3d>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [82] Mouser Electronic, «Product nRF52840-QIAA-R,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/Nordic-Semiconductor/nRF52840-QIAA-R?qs=sGAEpiMZZMve4%2fbfQkoj%252bKCDleiRM8nvbFx66S22zX0%3d>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [83] Mouser Electronics, «Product nRF9160-SICA-R,» [Internett]. Available: <https://no.mouser.com/ProductDetail/Nordic-Semiconductor/nRF9160-SICA-R?qs=sGAEpiMZZMve4%2fbfQkoj%252bGKeRoj0pDu%252bzKkU5wr0GOc%3d>. [Funnet 21 Februar 2019].
- [84] Texas Instruments Incorporated, «SimpleLink™ Arm® MSP432 microcontrollers,» [Internett]. Available: <http://www.ti.com/microcontrollers/simplelink-mcus/wired-mcus/overview/overview.html>. [Funnet 25 Februar 2019].
- [85] N. SEMICONDUCTOR, «<https://cdn2.hubspot.net>,» [Internett]. Available: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/1961165/ContentOffers/Nordic-Semiconductor-ProductBrief-Bluetooth5-nRF52840.pdf?__hssc=8439722.1.1551261789148&__hstc=8439722.3dca9fc19886de92a67466878df1b07e.1546849145643.1546849145643.1546849145643.1&__hsfp=2122748765&hsC. [Funnet 27 02 2019].

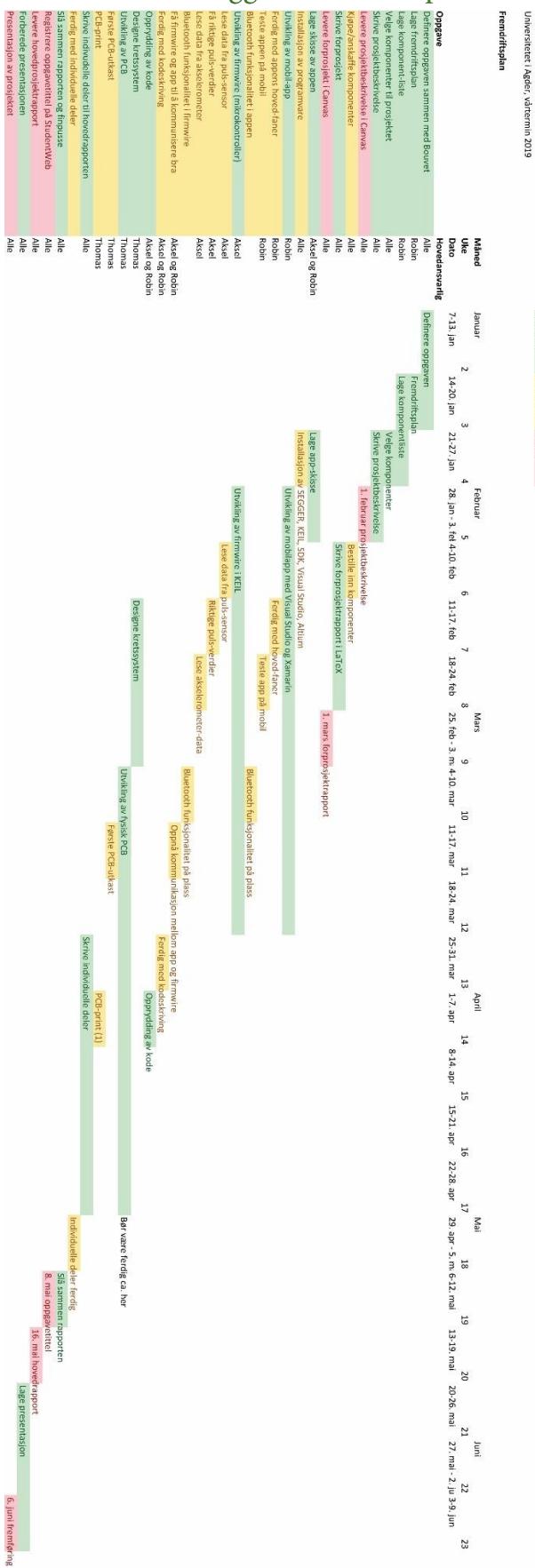
7 Vedlegg

Nedenfor er en liste over vedlegg som medfølger forprosjektrapporten (se *Tabell 15*).

#	Navn vedlegg
1	Fremdriftsplan
2	Komponentliste
3	App-skisse

Tabell 15: Liste over vedlegg som medfølger forprosjektrapporten.

7.1 Vedlegg 1: Fremdriftsplan



Figur 34: Fremdriftsplan for prosjektet utformet som et «Gantt chart».

7.2 Vedlegg 2: Komponentliste

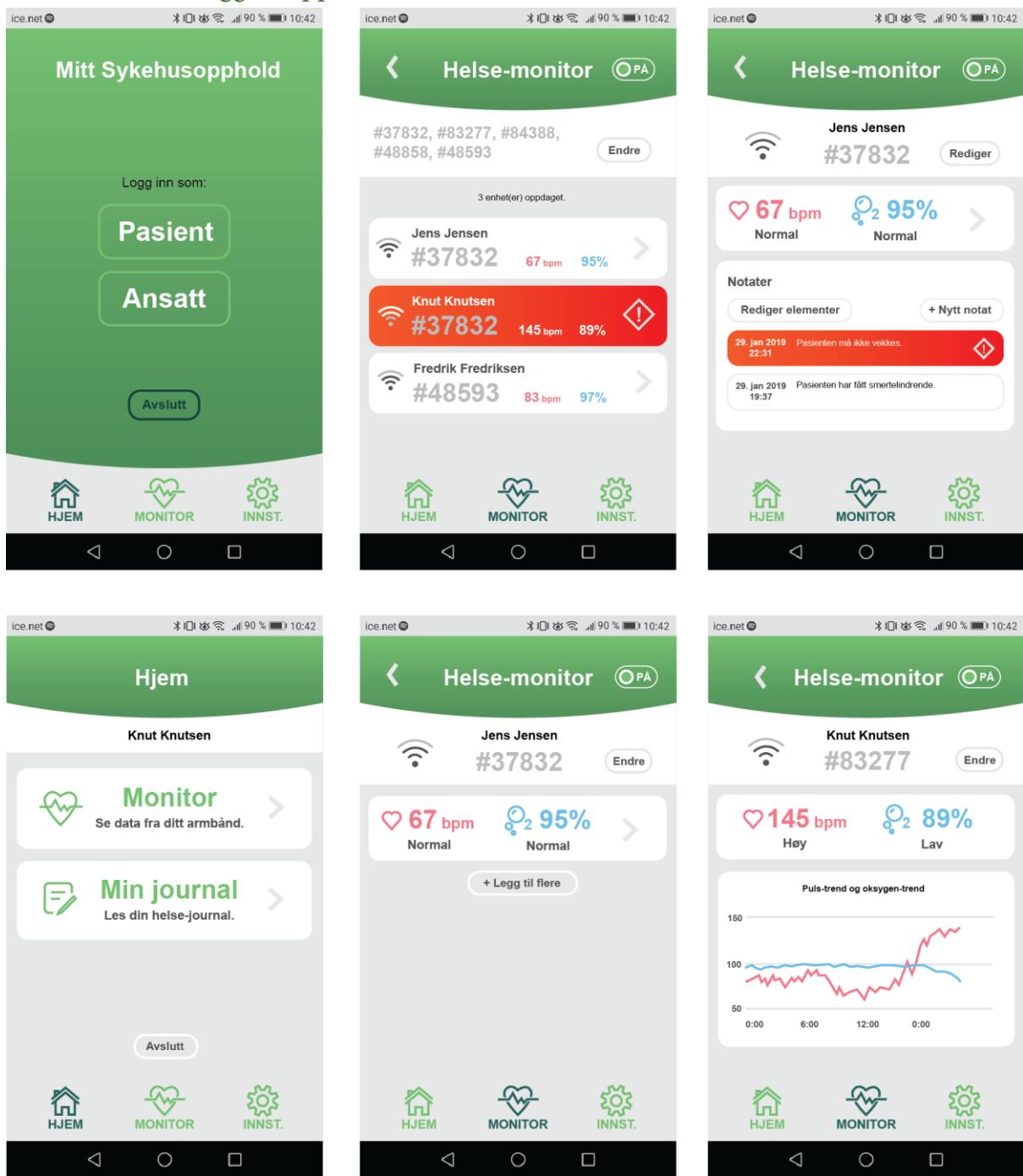
ELE301 Elektronikk, bachelor
Universitetet i Agder, vårtermin 2019

Komponenter

Komponent	Chip	Produktnavn	Produsent	Bruksområde	Dimensjoner	Nettbutikk	Pris (kr)	Lenke	Ønskes kjøpt	Ønsket antall
Mikrokontroller-modul (stor)	nRF52832	ACN52832	acmono GmbH	Prototype PCB	20.3 x 25 x 3 mm	Farnell	N/A			
						Mouser	102	https://no.mouser.ja		2
Puls-sensor										
Puls-sensor valideringskort	MAX30102	MAXREFDES117# - Maxim Integrated		Utvikling/validering	12.7 x 12.7 mm	Farnell	136	https://no.farnell.ja		1
						Mouser	171	https://no.mouser.ja		
						Digi-Key	138	https://www.digikey.com		
Puls-sensor	MAX30102	MAX30102EFD+ - Maxim Integrated		Prototype PCB		Farnell	62	https://no.farnell.ja		2
						Mouser	69	https://no.mouser.ja		
						Digi-Key	81	https://www.digikey.com		
Puls-sensor valideringskort	BH1790GLC-I BH1790GLC-EVK-D	Rohm Semiconductor		Utvikling/validering		Farnell	149	https://no.farnell.ja		1
						Mouser	148	https://no.mouser.ja		
Puls-sensor	BH1790GLC-I BH1790GLC-E2	Rohm Semiconductor		Prototype PCB		Farnell	64	https://no.farnell.ja		2
						Mouser	57	https://no.mouser.ja		
						Digi-Key	76	https://www.digikey.com		
Akselerometer										
Akselerometer	MPU6050	MPU-6050 - MEMS Invensense		Prototype PCB		Farnell	70	https://no.farnell.ja		
						Mouser	62	https://no.mouser.ja		2
LED										
Grønn LED	SML-M13MTT86	Rohm Semiconductor		PCB-utlegg	1.40 x 0.85 mm	Farnell	N/A			
						Mouser	4	https://no.mouser.ja		
						Digi-Key	5	https://www.digikey.com		6
LIPO										
Lade-modul uten batteri	Adafruit 1904	Adafruit		Prototype PCB/utvikling	21 x 19 x 2 mm	Farnell	N/A			
						Mouser	59	https://no.mouser.ja		1
Batteri										
Oppladbart batteri	ASR00011	TinyCircuits		PCB-utlegg	16 x 15 x 5 mm	Mouser	24	https://no.mouser.ja		2

Figur 35: Liste over inn-bestilte komponenter til prosjektet.

7.3 Vedlegg 3: App-skisse



Figur 36: En tidlig skisse av hvordan det er ønskelig at den endelige mobil-applikasjonen skal se ut.