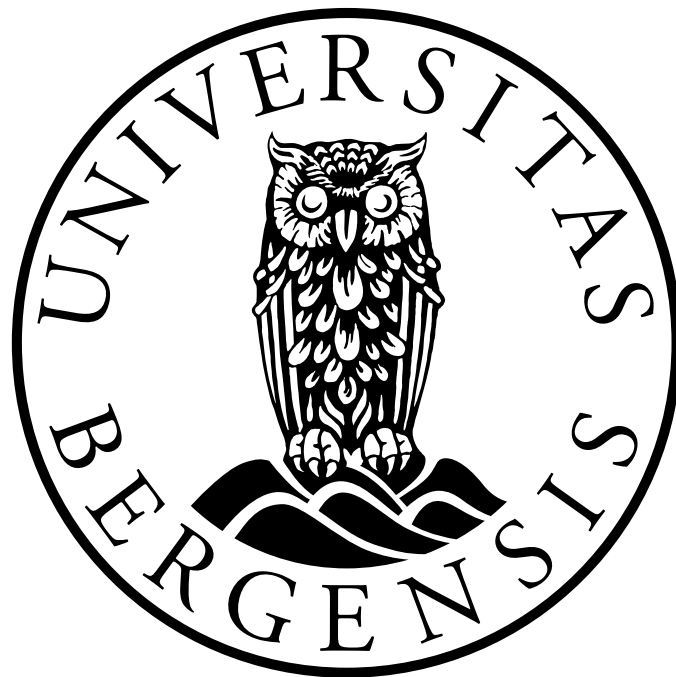


Trådløse applikasjoner til hjelp for synshemmede



Masteroppgave i informatikk

Isabel Chambi Maldonado
Institutt for Informatikk
Universitetet i Bergen

2. juni 2008

NoWires Research Group



<http://www.nowires.org>

Forord

Utførelsen av masteroppgaven har hatt en stor betydning for meg, og i løpet av prosessen har jeg utviklet meg faglig, men ikke minst personlig. Oppgaven hadde heller ikke blitt til uten alle gode hjelpere.

Jeg vil gjerne gi en stor takk til min veileder, professor Kjell Jørgen Hole, for råd og veiledning under hele masterstudiet. Men ikke minst for hans forståelse og støtte. En stor takk til informantene mine, som ikke bare gav sin tid og tanker, men også sin tillitt. Uten deres bidrag kunne ikke denne oppgaven blitt til.

Jeg ønsker også å takke min kjære Ståle. Spesielt for hans tro på meg og oppmuntring, særlig i de tider da oppgaven fremsto som uoverkommelig. Ditt engasjement har vært verdifull, og du har gitt meg mange gode innspill og vært en diskusjonspartner. Setter umåtelig stor pris på din støtte.

Jeg vil også gi en stor takk til Eivind Rygg for korrekturlesing og synspunkter. Videre ønsker jeg å takke mine foreldre, Rosa og Trifon, for deres støtte og motivasjon. Jeg kom i mål, mi viejo! En takk til Morten Lystrup og Helge Hauge for å ha ledet meg til å finne til dette temaet som har vært utrolig inspirerende og interessant.

Til slutt takker jeg mine kjære venner for støtten og oppmuntringen.

Det eksisterer fremdeles grupper i dagens teknologiske samfunn som trenger hjelpemidler for å utføre dagligdagse oppgaver. Det er fremdeles enkelte i dagens teknologiske samfunn som trenger hjelpemidler for å utføre dagligdagse oppgaver. Deriblant er det mange blinde og svaksynte som møter på en rekke utfordringer i hverdagslivet som for seende kan virke trivielle. Det handler særlig om fremkommelighet, både ved bruk av kollektivtransport og i et innendørs miljø. En enkel bussreise eller å finne frem i et kjøpesenter kan være krevende for synshemmede.

Denne oppgaven fokuserer på hvilken betydning trådløs kommunikasjon kan ha for blinde og svaksynte. De siste årene har dette teknologiområdet fått en del oppmerksomhet på grunn av mulighetene og fleksibiliteten det byr på.

Målet med oppgaven er derfor å kartlegge hvordan ulike trådløse teknologier kan hjelpe synshemmede til å overkomme hindringene i de overnevnte problemområdene. Oppgaven handler også om blinde og svaksyntes rolle ved utvikling, og hvordan deres behov og ønsker står sentralt i en aktuell løsning. Deres krav til teknologien er essensielle og omhandler fortrinnsvis brukervennlighet og sikkerhet. Forskjellige trådløse teknologier analyseres i forhold til disse kravene.

KAPITTEL 1 Innledning **1**

1.1. Trådløs kommunikasjon	2
1.2. Synshemmede og teknologi	3
1.3. Oppgavens fokus	5
1.4. Oppgavens struktur	5
1.5. Forutsetninger	6

KAPITTEL 2 Bakgrunn om blinde og svaksynte **7**

2.1. Synssansen og lysets betydning	7
2.2. Definisjon av synshemming	8
2.3. Årsaker til synshemming	9
2.4. Statistikk	9
2.4.1. Synshemming i Norge	9
2.4.2. Synets påvirkning av dagliglivet	10
2.5. Ny verden etter nedsatt syn	10
2.5.1. Utfordringen ved synshemming	10
2.5.2. Synet svekkes helt eller delvis	12
2.6. Eksisterende hjelpemidler	13
2.6.1. Hund	13
2.6.2. Ledsager	14
2.6.3. Blindestokk	14
2.6.4. Punktskrift	14
2.6.5. Hjelpemidler for å tilrettelegge det fysiske miljøet	15
2.6.6. Noen teknologiske hjelpemidler	15

2.7. Oppsummering	16
KAPITTEL 3 Problembeskrivelse	17
3.1. Referansegruppen	17
3.2. Presentasjon av scenarioer	17
3.2.1. Scenario 1 – Alene på bussen	18
3.2.2. Scenario 2 – Alene på bussholdeplassen	19
3.2.3. Scenario 3 – Alene på en tur i et kjøpesenter	20
3.3. Tiltak og metoder for tilrettelegging i dag	21
3.3.1. Scenario 1 – På bussen	21
3.3.2. Scenario 2 – På holdeplassen	22
3.3.3. Scenario 3 – På kjøpesenteret	23
3.4. Introduksjon til trådløse teknologier	24
3.4.1. Bluetooth	24
3.4.2. WiFi	25
3.4.3. IrDA	25
3.4.4. RFID	25
3.4.5. Near Field Communication (NFC)	25
3.5. Oppsummering	26
KAPITTEL 4 Analyse av kollektivtrafikkjenester	27
4.1. Systemarkitekturer	27
4.1.1. Scenario 1 – På bussen	27
4.1.2. Scenario 2 – På holdeplassen	30
4.2. Brukerkrav til teknologiene	34
4.2.1. Krav til privat enhet	34
4.2.2. Krav til informasjonsformidling	34
4.2.3. Krav til tilkobling	34
4.2.4. Krav til sikkerheten mellom bruker og lokalsystemene	35
4.2.5. Krav til sikkerheten mellom lokalsystemene og sen-	
tralsystemet	36
4.2.6. Krav til rekkevidde	37
4.2.7. Krav til overføringshastighet	38
4.2.8. Krav til strømforbruk	38
4.3. Evaluering av teknologier	38
4.3.1. Håndholdte enheter	38
4.3.2. Teknologier tilbudt i håndholdte enheter	39
4.3.3. Informasjonsformidling	39
4.3.4. Tilkoblingsmulighet	40
4.3.5. Autentisering	41

4.3.6. Dataintegritet	41
4.3.7. Rekkevidde og strømforbruk	42
4.3.8. Overføringshastighet	42
4.3.9. Vurdering	42
4.3.10. Infrastruktur og sikkerhet	47
4.3.11. Alternativ infrastruktur	48
4.4. Oppsummering	48

KAPITTEL 5 Analyse av et system for innendørsbruk	51
--	-----------

5.1. Systemarkitektur	51
5.1.1. Arkitekturs elementer	52
5.1.2. Informasjonsflyt - navigasjonstjenesten	53
5.1.3. Informasjonsflyt - lokasjonsbaserte tjenester	54
5.2. Brukerkrav til teknologiene	55
5.2.1. Generelt om utvikling	55
5.2.2. Krav til privat enhet og informasjonsformidling	56
5.2.3. Krav til tilkobling	56
5.2.4. Krav til automatikk	56
5.2.5. Krav til sikkerhet mellom bruker og sentralsystemet	57
5.2.6. Krav til nøyaktighet av posisjon	58
5.2.7. Krav til rekkevidde	59
5.2.8. Krav til overføringshastighet	59
5.3. Evaluering av teknologier	59
5.3.1. Mulighetene med håndholdte enheter	59
5.3.2. Tilkoblingsmuligheter	60
5.3.3. Autentisering, kryptering og dataintegritet	60
5.3.4. Nettverksmulighet	60
5.3.5. <i>Roaming</i>	61
5.3.6. Rekkevidde, strømforbruk og overføringshastighet	61
5.3.7. Interferens	61
5.3.8. Drøfting av tjenestetilbydende nettverkssystemer	61
5.4. Posisjoneringsplattformer	63
5.4.1. Tidligere forskning	63
5.4.2. Drøfting av posisjoneringsplattformene	65
5.4.3. Alternativ løsning	66
5.5. Oppsummering	67

KAPITTEL 6 Oppsummering og konklusjon	69
--	-----------

6.1. Oppsummering	69
6.2. Konklusjon	70

6.3. Videre arbeid 71

KAPITTEL 1

Innledning

I dag lever vi i et avansert samfunn der teknologi har en stor og økende betydning både for enkeltmennesket og samfunnet. Vi berøres av forskjellige former for teknologi omtrent på alle områder i dagliglivet. På hjemmefronten er vi omgitt av teknologiske nyvinninger, alle med ulike formål. Induksjonskomfyr, internett, digitalt kamera, kjøretøy, datamaskin, Personal Digital Assistant (PDA) er eksempler på slike.

Teknologi innen transport har gitt mennesket muligheten til å utforske nye steder på tvers av kulturer og landegrenser. I løpet av årene har jernbanenettet blitt nok utvidet flere steder, og bilismen har økt kraftig. Allerede i 2006 var 2.6 millioner biler registrert i Norge [1]. Utviklingen av fly sto i fokus under den kalde krigen, og i dag er denne type transport blitt viktig for turist-og forretningsvirksomhet [2, kapittel 10]. Utviklingen av ulike transportmidler har ført til en større arena for internasjonal handel og tettere kommunikasjon.

En annen viktig teknologi som har fått stor innflytelse er informasjonsteknologien. Datamaskinen er i dag svært utbredt og finnes i 82 prosent av norske husholdninger [3]. Den har forandret mange sider ved bedriftsfunksjonene; automatisert og effektivisert oppgaver som tidligere har blitt utført manuelt. I tillegg har datamaskinen blitt et avansert verktøy innen utdanning og forskning. Undervisningsformen har endret seg radikalt, og det er i dag mulig å tilpasse læring til hver enkel person. Forskere har fått et uvurderlig hjelpemiddel til løsning av store og tunge matematiske oppgaver.

Datamaskinen har etter hvert blitt omtrent ensbetydende med bruk av internettet. Siden 1990-tallet har denne bruken vokst, og i 2006 hadde 78 prosent av husholdninger internett-tilgang i Norge [3]. Kommunikasjonen

mellom mennesker fra ulike verdensdeler har tatt seg opp, og tilgangen på informasjon er større enn noen gang. Det har også ført til økt samhandling og tettere kommunikasjon mellom bedrifter og ulike sektorer i næringslivet.

Internett er et avgjørende element innen Informasjons- og Kommunikasjonsteknologi (IKT), den har utviklet seg raskt, og benyttes mer og mer av foretak, offentlig sektor og privatpersoner. Informasjon lagres elektronisk i større grad enn før og flere elektroniske tjenester tilbys som følge av utviklingen. For eksempel var det omfattende å bestille en flybillett i 1960-årene, kunden måtte vente opptil 24 timer før reisen ble bekreftet. Nå håndteres de aller fleste reisebestillinger av datasystemer, og vi er kun et tastetrykk unna reisebekreftelsen [2, kapittel 23]. Andre områder i vekst er elektroniske banktjenester og handel på internettet. Flere foretak benytter seg av elektroniske kommunikasjonskanaler for å informere kunder.

Teknologien har hatt en stor betydning for helsevesenet. Flere avanserte verktøy har gjort det mulig å forske på og finne kur til ulike sykdommer. Magnetisk resonansundersøkelser (MRI) og Computertomografi (CT) er noen av de tekniske hjelpemidlene vi finner i dette feltet. Telemedisin har etablert seg sterkt, og benyttes for å løse praktiske og økonomiske problemer innen helseområdet. Ved hjelp av IKT kan medisinsk ekspertise nå formidles vha. lyd og/eller bilde. Pasienter kan lettere få kontakt med sin fastlege og instruksjoner for utførelsen av en operasjon kan sendes i sanntid. I forbindelse med medisin benyttes datamaskiner hyppig. Medisinsk informasjon digitaliseres og vi har mer tilgang til informasjon om sykdommer på nettet. I dag har vi mulighet til å stille leger spørsmål via nettsider og diskutere ulike helseproblemer [4].

Dette er noen få av de mange teknologiske nyvinninger som har blitt oppfunnet. Utvikling og forskning pågår fremdeles, og vi prøver stadig å utvikle nye verktøy og å anvende dagens teknologier i nye områder.

1.1 Trådløs kommunikasjon

Et teknologiområde som har vekket stor interesse hos mange mennesker, er trådløs kommunikasjon. Den tilbyr stor grad av mobilitet, fleksibilitet og frihet, og nettopp derfor er denne teknologien et effektivt kommunikasjonsverktøy.

I de siste årene har det skjedd en markant økning i bruken av mobiltelefoner, samtidig benytter flere seg av SMS og andre tjenester. Global System for Mobile Communication (GSM) er nå en internasjonal standard, bare USA og Japan benytter andre systemer i tillegg til GSM. Tredje generasjons

mobilnett, 3G, kom i 2004 og har en hastighet på opptil 384kb/sek. Vi kan bl.a. se direktesendte fotballkamper på mobiltelefonen via 3G [4].

WiFi, også kalt WLAN eller trådløst nettverk, er å finne i stadige flere norske hjem og bedrifter. Satellittkommunikasjon kom i gang i 1957, og ble siden benyttet av ulike aktører innen data, tele og media. Global Positioning System (GPS) beregner posisjon ved hjelp av satellittkommunikasjon, og er en populær teknologi innen navigasjon [4].

Bruksområdene nevnt over krever stor rekkevidde, men det eksisterer også andre trådløse teknologier beregnet for kortere avstander. Vi kan blant annet nevne Infrared Data Association (IrDA), Bluetooth og Radio-frequency identification (RFID).

IrDA baserer seg på dataoverføring ved hjelp av infrarødt lys og brukes på svært korte avstander. Det er vanlig å finne IrDA i fjernkontroller for TV-apparater, dvd-spillere og flere andre enheter [5]. Bakgrunnen for Bluetooth var å erstatte den fysiske kabelen mellom tastatur og datamaskin. Bluetooth har gjennom årene fått nye anvendelsesområder og er i dag blant annet integrert i omtrent alle mobiltelefoner og bærbare datamaskiner [6]. RFID-teknologien brukes til å identifisere objekter i form av unike data. Autopass-brikkene benytter seg av denne teknologien, i tillegg er den brukt i varesikring og adgangskontroll-systemer [7].

1.2 Synshemmede og teknologi

Synshemmede er en gruppe mennesker som også har hatt stor nytte av teknologiens utvikling. I tidligere tider var mulighetene få, og synshemmede gikk dermed en dyster fremtid i møte. Blinde og sterkt svaksynte ble satt på sidelinjen, og fikk lett følelsen av å være ubrukelige og til bry for andre. Det var ikke uvanlig at blinde ble satt bort for betaling, brukt til underholdning eller tigget på gaten. Støtte fra offentlig eller privat hold fantes ikke, og ofte fryktet mange blinde å havne på fattighus. Undervisningen var svært mangelfull, og kun blinde fra høyere sosiale lag hadde mulighet til privat undervisning [8].

I 1784 ble verdens første blindeskole opprettet, med Valentin Haüy som grunnlegger. Elevene lærte å lese relieskrift, det vil si bokstaver som var forstørret og opphøyet slik at de var følbare. Systemet tilbød ikke blinde og svaksynte en enkel måte å skrive relieskrift. Flere så det nødvendig å utvikle en enklere metode for skriving og lesing. Et slikt system ble oppfunnet av Louis Braille i 1825, og kalles i dag for punktskriftspråket [9].

Utviklingen av den mekaniske skrivemaskinen for punktskrift gjorde slutt på nødvendigheten av å trykke hvert punkt på papiret. Bøker for blinde og

svaksynte kunne trykkes og ble en ny kilde til informasjon. Omfanget av slike bøker hadde sin begrensning. Ikke all tekst var tilgjengelig på blindeskrift. Likevel førte det til at synshemmede kunne delta mer i samfunnet og få mer kunnskap enn tidligere. Etter hvert ble flere verktøy tilpasset, f.eks. ur, vekkerklokke og vekt med opphøyede tegn [8].

En etterfølgende oppfinnelse var datamaskinen, som for mange ble et effektivt hjelpemiddel. For blinde og svaksynte bød den imidlertid på nye utfordringer. For at synshemmede skulle bli fullverdige digitale borgere måtte nye redskaper til. I dag finnes programvare som gjør det mulig å tilpasse informasjon presentert for dem på skjermen. Ved hjelp av en skjermleser kan blinde og svaksynte til en hver tid få vite hva som skjer på skjermen via lyd. Et annet produkt er leselister, de brukes til å oversette tekst til punktskrift (se figur 1.1). Bluetooth kan brukes til å koble disse verktøyene trådløst til datamaskiner. Teknologien fører til færre kabler og gjør dermed bruken av teknisk utstyr lettere for synshemmede [10]. Utviklingen av dis-



Figur 1.1: Bruk av pc og leselist. Foto: Norges Blindforbund, Siri Berrefjord [11].

se redskapene hjelper synshemmede til å ta i bruk en annen teknologisk nyvinning, nemlig internettet. Likevel finnes det mange nettsider som ikke er tilrettelagt på en god måte [12]. Arbeid for en universell utforming pågår, og etter hvert som flere nettsider tilrettelegges, vil mer informasjon og tjenester være tilgjengelige for synshemmede. En annen løsning er syntetisk tale, eksempelvis lydistribusjon av Aftenposten som per i dag er et

prøveprosjekt [13]. Syntetisk tale brukes også i enkelte terminaler og informasjonssystemer. Av annet utstyr kan vi nevne digital lupe, lesemaskin og fargeindikator [10].

Den teknologiske utviklingen har hatt en positiv innvirkning for blinde og svaksynte. Ved hjelp av diverse hjelpemidler på markedet, kan de ta del i enkelte områder av dagliglivet. Samtidig åpner den teknologiske utviklingen muligheten til å løse problemer som tidligere virket vanskelige. Av den grunn er det interessant å rette oppmerksomhet mot problemene mange synshemmede møter i dag, samt om moderne teknologi kan løse eller redusere disse.

1.3 Oppgavens fokus

Fremdeles er det etterspørsel etter nye verktøy for å bedre livsvilkårene for synshemmede. Det er interessant å se på hvilken betydning trådløs teknologi kan ha for blinde og svaksynte i samfunnet.

Synshemmede møter fremdeles utfordringer i dagliglivet som kan virke tilsynelatende uproblematisk for seende. For mange er det viktig å kunne ta i bruk kollektivtransport. Oppgaven fokuserer på problemene som oppstår på holdeplassen og ombord på bussen. I tillegg er det utfordrende for synshemmede å orientere seg i et innendørsmiljø. Det sees derfor nærmere på problematikken knyttet til navigering og orientering i et kjøpesenter.

Forståelse og innsikt i synshemmedes situasjon er essensielt for alt arbeid knyttet til eventuelle løsninger, og krav må derfor utformes basert på målgruppens ønsker og behov. Denne oppgaven tar utgangspunkt i dette og fokuserer på hvilke muligheter som finnes i trådløs teknologi for å kunne tilrettelegge for synshemmede i overnevnte scenarioer. Aktuelle teknologier blir vurdert mht. krav knyttet til brukervennlighet og sikkerhet.

1.4 Oppgavens struktur

Kapittel 2 handler om menneskets møte med verden når synet svikter. Betydningen av synssansen presenteres innledningsvis, videre er det tatt med definisjon av synshemming og ulike årsaker til at synet svekkes. Deretter følger en presentasjon av synshemmede, deres møte med en ny tilværelse, dens utfordringer og hvilke hjelpemidler som er tilgjengelige for bruk.

Kapittel 3 presenterer tre scenarioer fra dagliglivet hvor synshemmede møter utfordringer. Disse omhandler problemene som oppstår ombord på

bussen, på holdeplassen og under et opphold på et kjøpesenter. Vi ser nærmere på hvordan samfunnet tilrettelegger for synshemmede i scenarioene. Helt til slutt gis en introduksjon til de aktuelle trådløse teknologiene.

Kapittel 4 har som formål å drøfte hvilke trådløse teknologier som kan redusere problemene som oppstår ved bussreiser. Innledningsvis presenteres systemarkitekturer for scenarioene tilknyttet holdeplassen og selve bussen. Målgruppens behov er en sentral faktor, av den grunn presenteres ulike brukerkrav til teknologien. En evaluering av teknologier følger deretter. Bluetooth, IrDA, WLAN og RFID sammenlignes, for å se hvilke kandidater som er best egnet.

Kapittel 5 går dypere inn på problematikken knyttet til innendørs navigering og orientering. Denne delen inneholder en overordnet systemarkitektur, etterfulgt av krav til teknologien. Vi skal her foreta en analyse av hvilke trådløse teknologier som egner seg best med tanke på kravene. Eventuelle begrensninger eller problemer vil diskuteres.

Kapittel 6 gir en oppsummering av oppgaven og konklusjoner. Til slutt belyses noen forslag til videre arbeid.

1.5 Forutsetninger

Det forutsettes at leseren har noe kjennskap til trådløse teknologier som Bluetooth, IrDA, WiFi og RFID. Begreper som autentisering, kryptering og dataintegritet vil benyttes, og leseren kan få en nærmere forklaring av disse om nødvendig i [14].

KAPITTEL 2

Bakgrunn om blinde og svaksynte

Mennesket er i utgangspunktet et sosialt vesen. Men hva skjer når et menneske mister synet helt eller delvis? Vi skal i dette kapittelet gå inn på hvilke praktiske konsekvenser tap av synet fører til, og hvordan en slik dramatisk omveltning påvirker personen fysisk og mentalt i livet videre. Aller først ser vi nærmere på synssansen, definisjon av synshemming og mulige årsaker. Videre går vi inn på hvilke hjelpemidler som eksisterer i dag.

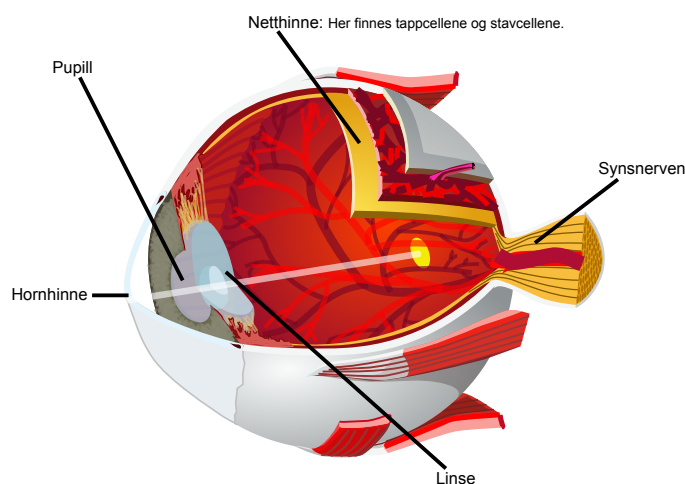
2.1 Synssansen og lysets betydning

Synet er en av kroppens viktigste sanser. Denne sansen står for cirka 80 % av alle sanseinntrykk og er viktig for læringsprosessen hos mennesket, i den forstand at det bidrar til fysisk og mental utvikling [15]. I grove trekk består synssansen av følgende (se figur 2.1) [16]:

- Øyet
- Synsnerven
- Synssenteret i hjernen

Øyet fanger opp lyset omkring oss og samler denne informasjonen som et bilde på netthinnen. Her finnes to typer lysfølsomme celler, *staver* og *tapper*. Farger registreres ved hjelp av tappene, men de trenger skarpt lys for å fungere bra. Stavene virker best i svakt lys, men registrer ikke farger.

Når lysstrålene treffer netthinnen, omdannes de til elektriske signaler. Disse transporteres gjennom synsnerven til synssenteret bak i hjernen, hvor



Figur 2.1: Øyets oppbygning. Bildet er hentet fra [17].

de elektriske signalene blir tolket og sammenlignet med tidligere synsinntrykk. Denne tolkningen forteller oss hvilken form og farge, stilling eller bevegelse vi ser på.

2.2 Definisjon av synshemming

Begrepet *synshemmet* kan deles i tre grupper: svaksynt, sterkt svaksynt og blind. Graden av synshemming kommer frem ved måling av visus (synstyrke), synsfeltet (det området en er i stand til å se uten å bevege øyet), mørkesynet og samspillet mellom disse funksjonene [18]. Norges Funktionshemmedes Idrettsforbund definerer gruppene som følgende [15]:

- svaksynt regnes den som med beste korrigering først på 6 meter ser hva man normalt ser på 18 meter.
- sterkt svaksynt regnes den som med beste korrigering først på 6 meter ser hva man normalt ser på 60 meter, eller som har et synsfelt på under 20 grader.
- blind regnes den som kun kan skjelne mellom lys og mørke, eller ikke ser noe.

På et internasjonalt nivå er det forøvrig ingen enighet om hva som ligger i begrepene blindhet og svaksynthet, grunnet forskjellige lands ulike lovgivning i forbindelse med synshemmedes rettigheter.

2.3 Årsaker til synshemming

Det er ulike årsaker til synshemming og under nevnes de seks mest vanlige øyesykdommene i korte trekk [19].

Aldersrelatert macula degenerasjon er en netthinnesykdom som stort sett rammer personer over 50 år. Den påvirker skarpsynet (macula), men fører kun til sterk synshemming og ikke fullstendig blindhet.

Retinitis pigmentosa er en gruppe arvelig netthinnesykdommer som fører til innsnevret synsfelt (kikkertsyn) og i noen tilfeller blindhet. Dette er en av de hyppigste årsakene til alvorlig nedsatt syn hos barn og yngre voksne.

Katarakt (Grå stær) oppstår når øyelinsen blir ugjennomsiktig og gir et tåkete syn. De fleste over 70 år har katarakt i noen grad og sykdommen skyldes som oftest aldring.

Glaukom (Grønn stær) oppstår ved høyt trykk inni øyet. Sykdommen fører til skader på synsnerven og påvirker synsfeltet. I verste fall kan det føre til blindhet. Grønn stær forekommer i alle aldersgrupper, men ofte blant dem i høy alder.

Diabetes retinopati er en sykdom i netthinnen (retina) og skyldes diabetes. Symptomer på diabetes retinopati er tomme flekker i synsfeltet, sløret syn og nedsatt kontrastsyn.

Synsforstyrrelser etter hjerneslag kan skape store vanskeligheter i dagliglivet og gi lese- og orienteringsvansker. I Norge rammes omtrent 15 000 mennesker årlig av hjerneslag, og over 60 prosent av disse opplever ulike grader av synsforstyrrelser.

2.4 Statistikk

Overalt i verden finnes mennesker med synsproblemer. Det anslås at 37 millioner av jordens befolkning er blinde, mens 124 millioner er svaksynete [20]. I denne seksjonen følger fakta om synshemming i Norge.

2.4.1 Synshemming i Norge

Faktatall for Norge er utarbeidet av Statistisk Sentral Byrå (SSB) på oppdrag fra Norges Blindforbund (NBF). Datainnsamlingen baserte seg på intervjuer med 6 800 mennesker over 16 år.

Undersøkelsen viser at omlag 3 % av den norske befolkning regnes som synshemmede. Personer under 60 år utgjør 2 % av disse. Undersøkelsen gir ingen informasjon om antall blinde, men ifølge NBF finnes omlag 1000 blinde personer i Norge.

2.4.2 Synets påvirkning av dagliglivet

I undersøkelsen utført av SSB besvarte deltakerne spørsmål knyttet til hvilke vansker synsproblemet førte til i forhold til dagligliv og aktiviteter.

Den grafiske beskrivelsen i [21], viser bl.a. at over 30 % har vansker med å lese skilt, informasjonstavler, etc. I tillegg strever mange med å unngå hindringer, mens over 20 % har problemer med å krysse en trafikkert gate uten lyskryss.

I rapporten [22] fra 1994, kommer det frem at tilrettelegging av omgivelsene er en viktig faktor for at synshemmede skal kunne være en del av arbeidslivet. Innsats hos synshemmede spiller selvsagt en viktig rolle, men må sees i forhold til hvordan forholdene blir tilrettelagt. Hjelpemidler og tjenester som øker motivasjon og selvstendighet hos synshemmede er derfor nødvendig.

2.5 Ny verden etter nedsatt syn

Hvordan påvirkes livet når synet svikter helt eller delvis? Det er svært vanskelig for utenforstående, til og med familie og venner, å fatte hvordan en slik situasjon oppleves. Denne seksjonen vil gi et innblikk i den dramatiske prosessen i møte med synshemming. Den baserer seg på intervju med synshemmede og litterære tekster skrevet av mennesker som har nær kjennskap til synshemming. Aller først går vi nærmere inn på hvilke utfordringer synshemming fører til.

2.5.1 Utfordringen ved synshemming

Synet spiller en avgjørende rolle for menneskets mulighet til å leve et selvstendig liv. En stor utfordring for synshemmede er å fungere sosialt. Mimikk, øyekontakt, kroppsholdning og ansiktsuttrykk er grunnsteinene for opprettelsen av bekjentskap. Våre tanker, følelser og sinnsstemning kommer til uttrykk ved kroppsspråket. Ved hjelp av signalene blir vi forstått og vi forstår andre mennesker. Blinde og sterkt svaksynte er ikke i stand til å vite hva kroppen uttrykker. Dette setter en hindring for kontakt med andre og for å bli del av et fellesskap.

Personer som mister synet helt eller delvis, har gjennom erfaringer lært seg betydningen av kroppsspråket. De kan være mer bevisst på sin formidling i kontakt med andre, men utfordringen blir for dem å bruke sine andre sanser til å oppfatte det andre mennesket. Personer med sterk synshemming fra fødsel går glipp av erfaringer seende automatisk får og er uvitende om sin formidling av kroppsuttrykk. Svekket syn påvirker den fysiske og mentale utviklingen til et barn, av den grunn trenger særlig blindfødte god hjelp til å tilegne seg erfaringer.



Figur 2.2: En synshemmet med førerhund i trafikken. Foto: NBF, Thomas Barstad [23].

Det er svært anstrengende for mennesker med nedsatt synsevne å bevege seg trygt i miljøet rundt, dessuten vil deres mulighet til å orientere seg være begrenset. Synshemmede må derfor ha god kjennskap til omgivelsene de skal ferdes i. Grundig opplæring av orienteringshjelpemidler, blindestokk eller førerhund, er nødvendig før man kan ferdes trygt på egenhånd (se figur 2.2). Det vil imidlertid være fysisk og psykisk krevende for blinde å ferdes alene, selv etter flere år med trening.

Deltakelse i aktiviteter utenfor hjemmet kan være problematisk, og minker det fysiske aktivitetsnivået. Først og fremst fordi enkelte synshemmede er avhengige av en ledsager for å gå til nye steder. Imidlertid er det vanskelig for en ledsager å være tilgjengelig til enhver tid, og ofte vil synshemming føre til isolasjon.

I hjemmet vil synshemmede få problemer med å mestre daglige gjøremål. Nedsatt skarpsyn gjør det vanskelig å lese, mens nedsatt orienteringssyn

påvirker personens mulighet til å bevege seg trygt omkring. Personen får ikke med seg alle detaljer på et gitt sted og kan lett snuble i gjenstander. Utfordringer for en del synshemmede er å utføre dagligdagse arbeidsoppgaver på en ny måte og samtidig innse at enkelte utførelser vil kreve hjelp.

De som blir synshemmede senere i livet, har tilegnet seg mye informasjon gjennom erfaringer. Likevel trenger de et godt fungerende støtteapparat for å håndtere sitt nye liv som synshemmet. Slik som for dem *født* med svekket syn, vil synsproblemet påvirke orientering og utfoldelse, begrense personens fysiske aktivitet og sosiale ferdigheter. Omfanget av hjelp de mottar spiller altså en viktig rolle for deres utvikling [18].

2.5.2 Synet svekkes helt eller delvis

Å forholde seg til en ny virkelighet på denne måten er vanskelig, da forandringen ofte skjer brått og på en traumatisk måte. Enkelte ser en trist fremtid med lite aktivitet, og noen faller i dype depresjoner. Fluktreaksjoner er heller ikke uvanlig, et eksempel er misbruk av alkohol. For en person som mister synet helt eller delvis i voksen alder, nevner Gerd Langeland [24] fire faser ny-synshemmede vanligvis går gjennom:

I sjokkfasen vil personen få en følelse av kaos og forvirring, og dette kan vare i noen timer eller dager.

Den reaktive fasen kan vare i 6-8 uker, og personen vil være preget av oppgitthet. For enkelte ser fremtiden umulig ut.

Reparasjonsfasen kan vare i ca. 6 måneder, og i denne fasen begynner personen å finne tilbake til seg selv.

Nyorienteringsfasen strekker seg gjerne over ca. 6 måneder, og personen begynner igjen å bli nysgjerrig på livets muligheter. Gleden over livet returnerer gradvis.

Sorg vil fremtre gjennom alle fasene, også senere i livet. Personen vil i tillegg være preget av bebreidelser og stridsløst, samt skyld- og skamfølelser. Det må likevel sies at ikke alle opplever og håndterer situasjonen likt. Enkelte bruker gjerne kortere tid til å innstille seg med sin nye identitet som synshemmet. Håndteringen av situasjon må også sees i sammenheng med personens daværende livstilstand. Synshemming kan f.eks. komme på et tidspunkt i livet hvor personen allerede har vanskeligheter.

Mange ny-synshemmede forteller at det tyngste er å bli isolert og føle seg tilsidesatt av andre i sosiale situasjoner. Noen forteller at få tar direkte kontakt og at mange refererer til dem i 3. person selv om vedkommende er rett ved siden av. Det hender også at deres meninger om hva som er best for

dem ikke tas hensyn til. Synshemmede preges av usikkerhet, hjelpeløshet og utrygg kommunikasjon. De må innstille seg på ny, bygge ny selvtillit og gi hverdagen nytt innhold.

Når et familiemedlem mister synet, kan det bli en stor utfordring å takle. Først og fremst må en ny balanse gjenskapes i familien innad. Personen som er rammet er ikke i stand til å ta sin gamle rolle i familien, og alle må venne seg til nye roller innenfor ulike områder i familielivet. Denne omveltningen er svært omfattende for enkelte. Familiemedlemmene må lære seg å kommunisere på en ny måte, og noen ny-synshemmede forteller at de på ny må venne seg til mennesker man har kjent i årevis.

Man spør seg gjerne om hva som er tyngst; å miste synet så tidlig i livet at man ikke har fått gjort seg noen synserfaringer, eller å miste synet på et senere tidspunkt i livet når man husker hvordan det er å se. Ofte tror seende at det å bli blind i starten av livet blir en mindre påkjenning da man ikke vil savne synet. Geburg Aasland påpeker i [8] at vedkommende blir avskåret fra all kunnskap som oppfattes gjennom øynene. Og til tross for at vedkommende ikke vet hva det vil si å se, vil ingen av de andre sansene kunne erstatte fullt og helt synssansen. Personen vil alltid trenge hjelp til en gitt utførelse og dermed bli minnet på sin blindhet. Det er umulig for den barndomsblinde å forestille seg ulike farger eller former. Mennesker som har mistet synet senere i livet, vil lettere kunne danne seg et bilde av ulike ting som blir beskrevet, skriver Geburg Aaland.

Når et menneske mister synet helt eller delvis i voksen alder, må vedkommende erkjenne at hverdagen må mestres på nytt. Alt som før var en naturlig del av hverdagen, som å lese avisen, foreta innkjøp av matvarer, ta bussen, må planlegges og mestres på en helt annen måte enn tidligere.

2.6 Eksisterende hjelpemidler

Under følger en kort gjennomgang av eksisterende hjelpemidler for synshemmede, deres muligheter og begrensninger. Spesielt er det nødvendig for synshemmede å benytte seg av en blindestokk, førerhund eller en seende ledsager for å ta seg frem, både i kjent og ukjent terreng.

2.6.1 Hund

Førerhund brukes av en del synshemmede, og leder personen trygt forbi alle hindringer [18, seksjon 1.3]. Dette er, for mange synshemmede, det beste alternativet for trygg ferdsel.

En førerhund i arbeid kjennes igjen på den karakteristiske selen. Hunden skal advare mot eller styre personen unna hindringer, og skal følge instruksjoner fra dens eier. Det stilles store krav til samarbeid mellom hund og eier. Førerhund kan ikke brukes til å navigere i seg selv. Den synshemmede må kunne orientere seg og ha god kjennskap til omgivelsene han skal ferdes i.

2.6.2 Ledsager

Synshemmede trenger i mange situasjoner ledsaging av en seende [18, seksjon 1.3]. Dette er klart den beste og mest sosiale måten å komme seg ut på for en synshemmet. En ledsager kan imidlertid ikke være tilgjengelig hele døgnet. Samtidig er det å klare seg på egenhånd viktig for synshemmede. Enkelte steder tilbys slik hjelp, men vedkommende må som oftest vente til personen har tid.

2.6.3 Blindestokk

Den hvite stokken er et symbol for blinde og svaksynte rundt om i verden [18, seksjon 1.3]. Stokken er en nødvendighet for blinde, men brukes også ofte av sterkt svaksynte. Den brukes til å unngå sammenstøt og for orientering.

Stokken holdes i hånden, med pekefingeren langsetter håndtaket for å øke følsomheten, og beveges fra side til side i en pendelbevegelse. Ved hjelp av spissen på stokken får man informasjon om underlaget og fanger opp hindringer og forandringer.

Det er viktig å merke seg at stokken ikke gir noe informasjon om hindringer over albuehøyde. Dersom den synshemmede sveiper under en hindring, kan vedkommende risikere å gå rett inn i denne.

2.6.4 Punktskrift

Louis Braille oppfant punktskrift-systemet (blindeskrift) i 1825 og ga blinde og sterkt svaksynte muligheten til å lese og skrive [25]. Punktalfabetet er bygget opp av seks opphøyde punkter slik at teksten kan føles og leses med fingrene. Det kan dannes 63 tegn ved hjelp av punktene: bokstaver, tall, skilletegn og noter.

Barn og ungdom har lettere for å lære punktskrift enn eldre mennesker. Det skyldes at unge mennesker har bedre følelse i fingrene. Punktskrift benyttes aktivt av mellom 500-600 mennesker i Norge [18, seksjon 2.10].

2.6.5 Hjelpemidler for å tilrettelegge det fysiske miljøet

Det er viktig at det fysiske miljøet er tilrettelagt på en god måte for å oppnå full effekt av orienteringshjelpemidlene nevnt i seksjon 2.6. De fleste områdene er tilrettelagt for mennesker uten funksjonshemming. Dette begrenser mulighetene til selvstendighet og uavhengighet for blinde og svaksynete. Planleggingen av tilgjengelighet for innendørs- og utendørsmiljøet er svært like. For å skape trygghet og sikkerhet i det fysiske miljøet, bør utformingene være enkel og logisk. Slik tilrettelegging kan blant annet oppnås med:

Ledelinjer – En ledelinje er en enkel og sammenhengende kant i underlaget. Kantene fungerer som retningsvisere og leder den synshemmede til et gitt punkt. Både svaksynete og blinde skal kunne orientere seg vha. ledelinjer [18, seksjon 2.3].

Varsel-elementer – Forandringer på strukturen i underlaget kan brukes til å varsle synshemmede om f.eks. trapp, fotgjengerovergang og rulletrapp [18, kapittel 2-4].

Lydsignaler – Synshemmede benytter lyd for å orientere seg. I trafikken brukes lyd for å fortelle synshemmede om klar bane ved overgangsfelt, samt informasjon om retning. Mye bruk av lyd som informasjonskilde kan være forstyrrende og skape forvirring for omgivelsene rundt [18, seksjon 2.7].

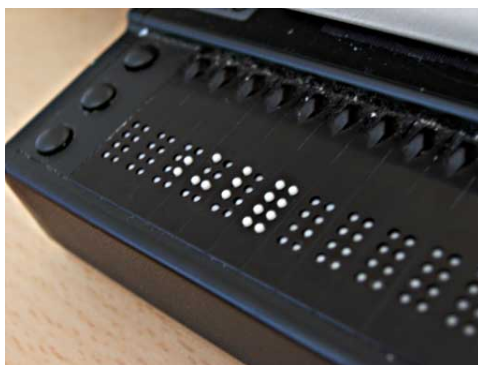
Mer informasjon om hva som kan gjøres for å øke tilgjengelighet innendørs og utendørs nevnes i [18].

2.6.6 Noen teknologiske hjelpemidler

Teknologi er blitt en del av hverdagen vi alle må forholde oss til, og bruken av tekniske enheter blir mer og mer fremtredende overalt. For mange synshemmede er det viktig å kunne følge med den stadig nye utviklingen. Noen eksempler på tekniske hjelpemidler følger under.

Skjermtolker eller leselist, oversetter teksten på skjermen til punktskrift. De leveres i ulike lengder og er portable, se figur 2.3. Leselister kan kobles trådløst til f.eks. bærbare datamaskiner og mobiltelefoner [26].

Trekker og Wayfinder Access er navigasjonsprogrammer for synshemmede. Begge kan brukes til å navigere seg frem i byer og i landlige områder. Programvarene formidler navigasjonsdata via lyd, og har mange lignende funksjoner. Trekker krever en spesifikk maskinvare og koster til sammen ca. 28.000 kr inkludert mva. Wayfinder Access skal



Figur 2.3: Synshemmede kan lese med fingrene på en leselist [27].

kunne installeres på alle håndholdte enheter som bruker Symbian OS (s60v2 eller s60v3) [28]. Prisen på programvaren er på ca. 3000 kr, og er derfor en billigere løsning enn Trekker.

Owasys 22C er en spesielt utviklet mobiltelefon for blinde. Den består av et større og mer brukervennlig tastatur, og skjermen er erstattet med syntetisk tale. Det er likevel mulig å bruke noen av mobiltelefonene som allerede er på markedet. Ved hjelp av den lokale forhandleren kan synshemmede finne en optimal modell, da med tanke på skriftstørrelse, kontrast i displayet og god følbart tastatur [29].

Talks og Mobilespeak er programvare-løsninger for håndholdte enheter. Disse gir mulighet for forstørrelse og opplesning av tekst som presenteres på skjermen [29].

2.7 Oppsummering

Vi mottar 80 % av alle sanseinntrykk gjennom våre øyne. Synet er derfor en betydningsfull sans for oss. Omlag 161 millioner mennesker i verden er synshemmede. I Norge har ca. 3 % av befolkningen problemer med synet og ca. 1000 mennesker er blinde. Enkelte er født med et synsproblem, mens andre opplever at synet svikter helt eller delvis på et senere tidspunkt i livet. En slik overveldende forandring påvirker flere aspekter ved ens liv og medfører nye utfordringer i hverdagen. Dette, samt ulike årsaker til synshemming, er noe av hva vi har gått gjennom. Vi presenterte også ulike hjelpemidler som finnes i dag, deriblant førerhund, punktskrift og taktile skilt.

KAPITTEL 3

Problembeskrivelse

For å få en innsikt i hverdagslivet til blinde og svaksynte, har det vært viktig å ha kontakt med mennesker som befinner seg i denne situasjonen. Referansegruppen introduseres innledningsvis, deretter følger en presentasjon av de tre utvalgte scenarioene. Ulike tilretteleggingsmetoder belyses, etterfulgt av en introduksjon til trådløse teknologier som skal evalueres videre i oppgaven.

3.1 Referansegruppen

Referansegruppen består av 5 synshemmede, to kvinner og tre menn på over 25 år. Av disse er fire blinde og en svaksynt. To av intervjuobjektene ble blinde som barn, mens to andre ble blind i voksen alder. Personene ble intervjuet individuelt, og intervjuene foregikk i deres hjem og over telefon. I begynnelsen ble temaet for oppgaven presentert for referansegruppen, der målet var å skape en åpen dialog om synsproblemet og om de ulike utfordringene i dagliglivet. I ettertid har det også vært viktig å beholde kontakt med referansegruppen, og har derfor beholdt kommunikasjonen med enkelte via e-post og telefon.

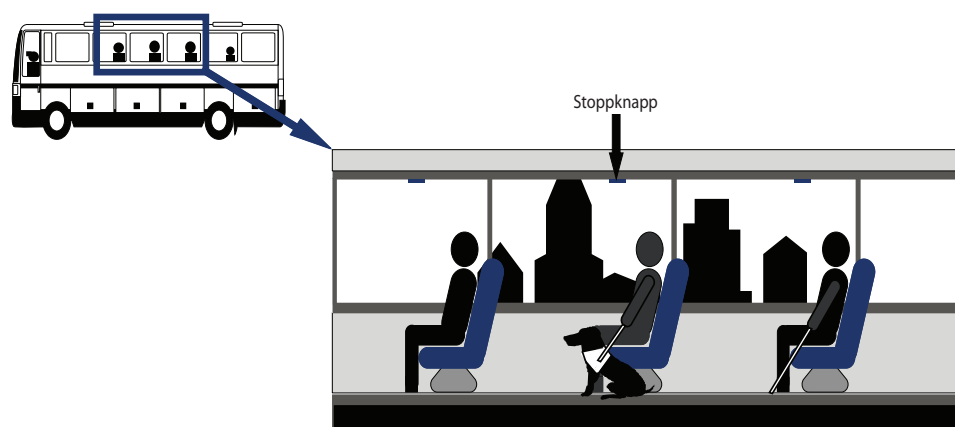
3.2 Presentasjon av scenarioer

Etter diskusjoner med en referansegruppe kom det spesielt frem tre scenarioer hvor de ofte møter utfordringer. Beskrivelsen av scenarioene skal

synliggjøre problemene og hindringene de støter på.

3.2.1 Scenario 1 – Alene på bussen

I dette scenarioet befinner den synshemmede seg alene på bussen, se figur 3.1. Dersom vedkommende skal kjøre en spesifikk rute jevnlig (eksempelvis ruten til og fra arbeid), vil han eller hun lære den ved føling på kroppen. En indikasjon på at bussen tar en venstre eller høyre sving, fornemmes ut ifra den retningen kroppen skyves mot. Den synshemmede kan også merke om bussen kjører i en oppover- eller nedoverbakke.



Figur 3.1: Den synshemmede ombord på bussen.

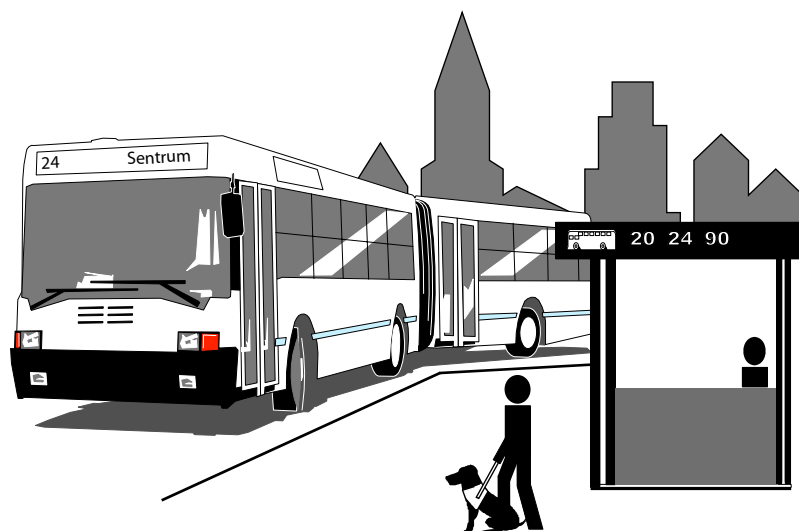
Til gjengjeld er utfordringene flere når personen kjører en ukjent rute. Informantene forteller at de føler seg usikre og utrygge, da de ikke vet hvor de befinner seg. Det skyldes lite informasjon på bussen. De må be buss-sjåføren om å varsle dem om hvor de skal av, men i mange tilfeller blir dette glemt av sjåføren. Det ble også ytret et ønske om en enklere måte å signalisere om avstigning. Dette skyldes at noen synshemmede har vanskeligheter med å finne stoppknappen, og ofte må de spørre sjåføren eller andre passasjerer om hvor den er plassert.

I korte trekk ønsker de synshemmede:

- informasjon om neste holdeplass, for å kunne gå av på riktig stoppested.
- en måte å signalisere til buss-sjåføren om at bussen skal stoppe.

3.2.2 Scenario 2 – Alene på bussholdeplassen

Den synshemmede befinner seg alene, uten ledsager, på bussholdeplassen. Figur 3.2 gir en grafisk beskrivelse av situasjonen.



Figur 3.2: En synshemmet person som oppholder seg på holdeplassen.

Informantene forteller at det er vanskelig å lese rutetabeller. De ønsker bedre tilgang til denne informasjonen for å kunne vite om bussen er kjørt eller når neste buss ankommer. I de aller fleste tilfellene er det flere busser som har holdeplass på samme sted, og dersom andre reisende er til stede på holdeplassen ber synshemmede om hjelp til å finne og stoppe riktig buss.

Det nevnes også at sannsynligheten er større for at bussen stopper dersom flere befinner seg på holdeplassen, og at utfordringen er størst når de står alene. Synshemmede må ofte håpe på at bussene stopper slik at de kan spørre hvor den skal. Ofte stopper man feil buss, og den man skal sitte på med kjører forbi. Et annet problem er å finne riktig buss når flere har stanset ved holdeplassen.

Det er også vanskelig for synshemmede å signalisere til buss-sjåføren om å stoppe, bruken av hvit stokk eller førerhund er det eneste signalet personen kan gi til sjåføren. Til tross for at synshemmede har med seg ett av disse hjelpemidlene, forteller informantene at sjåfører ofte kjører forbi. Flybussen stopper automatisk dersom sjåføren observerer en person med koffert, derimot er ikke responsen den samme ved bruk av blindestokk eller førerhund. Hørselen kan til en viss grad brukes for å høre hva slags kjøretøy som er i ferd med å passere, for deretter å gi signal til sjåføren. Et problem kan være å skille mellom ulike større kjøretøy. Enkelte ganger har synshemmede

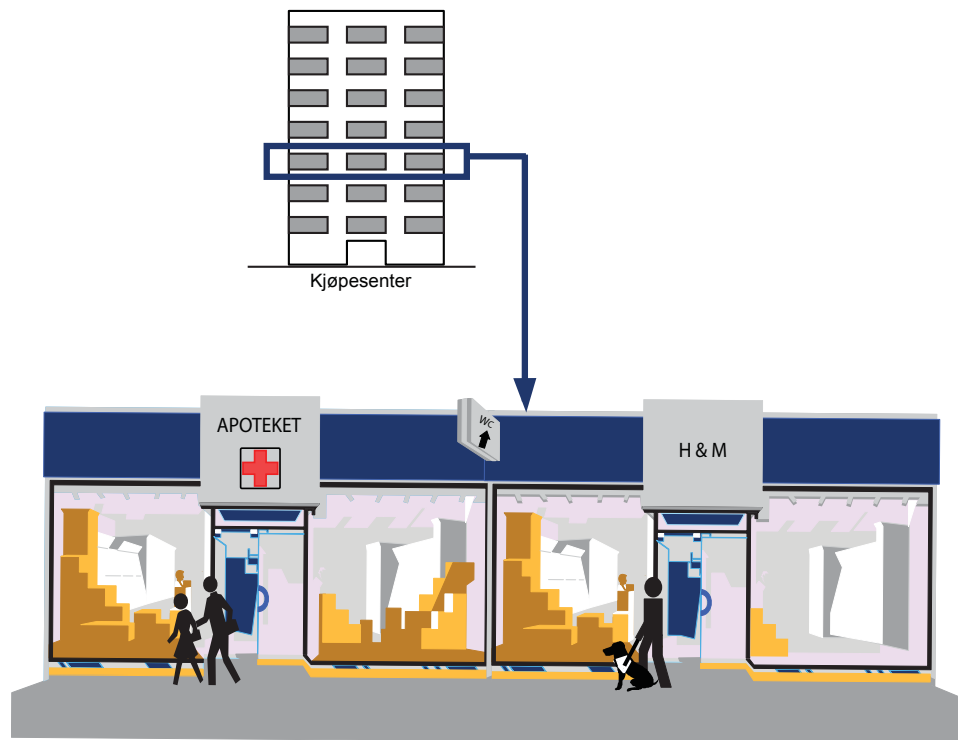
de opplevd å ha stoppet en lastebil. I tillegg må bussen være relativt nær før personen lykkes å identifisere den, og sjåføren rekker dermed ofte ikke å stoppe.

I korte trekk ønsker de synshemmede en måte å:

- få informasjon om neste avgang på holdeplassen. Spesifikk eller tilfeldig buss.
- signalisere til sjåføren om å stoppe ved holdeplassen.
- finne riktig buss, dersom flere har stoppet ved samme holdeplass.

3.2.3 Scenario 3 – Alene på en tur i et kjøpesenter

I denne situasjonen befinner den synshemmede seg alene og skal finne en bestemt butikk i et stort kjøpesenter (se figur 3.3).



Figur 3.3: En illustrasjon av den synshemmede på et kjøpesenter.

Dersom personen til en viss grad er kjent på senteret (f.eks. hvilken etasje butikken er i) kan vedkommende finne frem til butikken ved å spørre seg frem. Når tilfellet er å finne frem til en butikk man sjelden er i, ville informantene først prøvd å finne informasjonsdisken, om den fins, og spørre om

å bli fulgt til butikken. Ofte må de vente til den ansatte har tid. En annen løsning er å spørre forbipasserende om hjelp.

Når informantene vet at de jevnlig skal besøke samme butikk, prøver de å lære ruten til butikken slik at de kan finne den på egenhånd i fremtiden. Informantene nevner blant annet at de skulle hatt en måte å bli kjent med omgivelsene rundt eller butikkene i ruten de kjenner. Et annet problem er å finne ansatte i de ulike seksjonene for å få hjelp til å finne varer.

I korte trekk ønsker de synshemmede en måte å:

- navigere seg frem til en gitt butikk innenfor en stor bygning på egenhånd.
- bli kjent med bygningen – f.eks. vite hvilken butikk man befinner seg ved.
- signalisere etter hjelp til den ansatte.

3.3 Tiltak og metoder for tilrettelegging i dag

I denne delen skal vi sette søkelys på dagens tilrettelegging i scenarioene. Dette vil omfatte tiltak og tjenester som kan bidra til å redusere problemene som mange synshemmede møter.

3.3.1 Scenario 1 – På bussen

Omkring i Norge har det blitt forsøkt å innføre annonsering på bussene. I Bergen, Norges nest største by, brukes annonsering svært sjeldent. Til tider har noen få bussjåfører tatt initiativ til å annonsere manuelt. På den andre siden har Oslo hatt stor framgang på dette området. Oslo og Akershus Trafikkservice AS har tatt i bruk teknologien for sanntidsinformasjon, og systemet sørger blant annet for automatisk visning og utrop av neste stopp [30]. Sanntidsinformasjon brukes allerede i andre land, f.eks. Storbritannia. I tillegg til talende annonsering nyttes obligatorisk stopp ved alle holdeplasser i de aller fleste ruter i London. Tiltaket hjelper synshemmede betydelig. Imidlertid blir ikke obligatorisk stopp gjennomført i Oslo og Akershus.

Den synshemmede kan lettere signalisere om avstigning når annonsering av neste stoppested benyttes. Stoppknappen er den eneste måten passasjerer kan signalisere om avstigning til sjåføren. Plassering av stoppknappen er ikke standardisert, og dens plassering er avhengig av innredningen av

bussen. Med årene har tilretteleggingen på dette området bedret seg, men det gjenstår fremdeles forbedringer [18, seksjon 5.3.2].

Synshemmede ber ofte sjåføren om å bli varslet om avstigning. Spesielt gjelder dette der automatisk annonsering av holdeplasser ikke benyttes, og den synshemmede er fullstendig avhengig av buss-sjåføren. Synshemmede kan likevel ikke sette sin lit til sjåføren til enhver tid, ettersom det gjerne hender at vedkommende glemmer å opplyse om avstigning.

I Norge tilbys en dør-til-dør-transport, som gir funksjonshemmede muligheten til å kjøre et visst antall turer med drosje mot en egenandel. Likevel er ordningen ikke tilstrekkelig for synshemmede alle steder, da antall turer begrenser seg til seks per år.

3.3.2 Scenario 2 – På holdeplassen

I dag brukes skriftlige informasjonstavler for svært mange ruter i distriktene i Norge. Rutetabeller på holdeplassene er ikke tilpasset svaksynte alle steder og blinde kan ikke benytte seg av disse. Enkelte selskaper tilbyr rutetabeller i form av punktskrift, og ruter utformet med tydelig og stor skrift. Bussruter er også tilgjengelige via internettet, men det krever at sidene følger en universell utforming for at synshemmede skal ta dem i bruk.

Sanntidsinformasjonssystemet (SIS) som benyttes av Oslo og Akershus Trafikkservice AS tilbyr sine passasjerer sanntidsinformasjon på holdeplassene. Brukere av kollektivtransport kan til enhver tid vite når neste buss kommer, men foreløpig presenteres informasjonen kun visuelt på holdeplassene. Selskapet tilbyr en tjeneste basert på Wireless Application Protocol (WAP) og SMS for å motta sanntidsinformasjon for buss på mobiltelefonen. Via tjenesten kan personen sjekke om bussen er i rute, når den ankommer holdeplassen og når neste buss kommer. Men per i dag er disse tjenestene kun brukbar for seende [30].

En annen problemstilling for mange synshemmede er å stoppe en buss for påstigning, se figur 3.4. En løsning for mange synshemmede er å gi beskjed til busselskapet dagen før, eller spørre andre personer på holdeplassen om hjelp. I prosjektet Anropsbaserte KollektivtrafikkTjenester for Alle (AKTA) ble det implementert en SMS-tjeneste for påstigning [32]. Utformingen av tjenesten baserer seg på tall- og bokstavkoder, noe som kan gjøre den vanskelig å bruke for synshemmede. Et eksempel på bruken av tjenesten vises under:

- AKTA 1 52 1415 20 A (AKTA, rutens startnr., påstigningsholdeplass, avgangstid, tidsvarsling før ankomst, assistanse)



Figur 3.4: Synshemmede i trafikken. Foto: NBF, Thomas Barstad [31].

En slik tjeneste krever informasjon om holdeplassen. Enkelte stoppesteder er f.eks. ikke merket med holdeplassnummer, eller nummeret kan ikke tydes pga. hærverk. Slik informasjon vil uansett kun være tilgjengelig for seende.

En annen utfordring er å finne riktig buss når flere har stoppet på holdeplassen. I dag finnes ingen løsning som bistår synshemmede under et slikt forhold. Sanntidssystemet brukt i Oslo og Akershus har ingen styring av busser som sørger for at kun én buss ankommer en holdeplass om gangen. I [18, seksjon 5.3] foreslåes annonsering via lyd enten av bussen eller holdeplassen. En slik løsning skal benyttes enkelte steder av Oslo og Akershus Trafikkservice AS. For mer informasjon om tilrettelegging av bussholdeplasser se [18, seksjon 5.3.2.1].

3.3.3 Scenario 3 – På kjøpesenteret

Blinde og svaksynte har i dag ingen enkel måte å orientere seg i et kjøpesenter. En mulighet er å bruke taktile kart, d.v.s. kart som synshemmede kan føle med fingrene. Disse brukes svært sjeldent, og inneholder dessuten begrenset med informasjon [18, seksjon 2.10.6].

Synshemmede behøver i det minste opplysninger om butikkens plassering. Informasjon om butikkene og deres lokasjon er tilgjengelig i de aller fleste kjøpesentre. Slike informasjonstavler må være utformet godt slik at svaksynte kan ta dem i bruk [18, seksjon 2.10]. Likevel er ikke disse brukbare for blinde, ettersom punktskrift eller lyd sjeldent brukes i slike tavler.

En annen mulighet er å benytte seg av en informasjonsskranke dersom det eksisterer. Personen kan be om å bli fulgt til den aktuelle butikken, men må ofte vente til vedkommende har ledig tid. Eventuelt kan synshemmede spørre tilfeldige passerende om hjelp.

Konstruksjonen av bygningen spiller en vesentlig rolle for vårt scenario. Særlig gjelder det bygninger som skal fungere for det generelle publikum. For at synshemmede skal kunne orientere seg i et kjøpesenter, må innemiljøet være utformet på en fornuftig og ukomplisert måte. Ideelt sett bør det være en bygning med rette linjer, der viktige funksjoner er plassert logisk og gjerne på samme sted i hver etasje. Noen metoder for tilrettelegging av det fysiske miljøet ble allerede nevnt i seksjon 2.6.

For at den synshemmede skal komme seg frem mellom etasjene, bør heis og trapp plasseres i nærheten av hverandre. Personer med førerhund vil foretrekke vanlig trapp eller heis framfor rulletrapp. Forandringer i underlaget like før påstigning og etter avstigning benyttes for å varsle synshemmede om rulletrapp. Denne metoden benyttes i de aller fleste bygningene [18, seksjon 3.2].

Smale og veldig brede korridorer bør unngås, likeledes korridorer utformet i bue eller skråe vinkler. Synshemmede kan bli forvirret og lettere miste retning. NBF foreskriver en korridorbredde på 140 cm til 180 cm [18, Fotnote 28 s. 140]. Få kjøpesentre følger disse kravene. I [18, kapittel 3] presenteres flere metoder for tilrettelegging av bygninger, men disse blir ikke alltid fulgt av offentlige og private bygg.

3.4 Introduksjon til trådløse teknologier

Videre i oppgaven skal det foretas en vurdering av hvilke trådløse teknologier som kan minske utfordringene i scenarioene. En kort introduksjon av de disse følger.

3.4.1 Bluetooth

Bluetooth ble utviklet av Ericsson i begynnelsen av 1990-tallet og er nå en standardisert teknologi. I utgangspunktet skulle den erstatte ledninger til tastatur, men i dag finnes det ulike anvendelser av teknologien. Eksempler på noen anvendelser er trådløs taleoverføring i handsfree-løsninger og synkronisering mellom PC og håndholdte enheter [33].

3.4.2 WiFi

WiFi, også kalt WLAN, er et sett av ulike kommunikasjonsstandarder som gjør det mulig å koble sammen enheter trådløst. IEEE 802.11a/b/g er noen eksisterende kommunikasjonsstandarder. Et WiFi-nettverk dekker et mindre geografisk område, og er vanlig å finne både hjemme, på arbeidsplasser og utdanningsinstitusjoner [34].

3.4.3 IrDA

IrDA overfører data ved hjelp av infrarødt lys, og anvendes ofte i områder som krever kort rekkevidde. En vanlig bruk er i fjernkontroller for TV-apparater, dvd-spillere og flere andre enheter [5].

3.4.4 RFID

RFID-teknologien brukes til å identifisere objekter i form av unike data, disse lagres i en RFID-brikke som er festet til det aktuelle objektet. En RFID-leser kan lese lagret data ved å sende radiobølger mot en RFID-brikke, som er utstyrt med en liten antenne. Det finnes to typer RFID-brikker, passive og aktive. Passive RFID-brikker trenger ingen strømkilde og er rettet mot bruksområder som krever kort rekkevidde. Aktive RFID-brikker har en innebygd strømkilde. Disse tilbyr f.eks. større prosessor, minne-kapasitet og lengre rekkevidde enn passive brikker. Det er viktig å legge merke til at kommunikasjon foregår enveis [35]. Teknologien brukes i adgangskontrollsystemer, varesikring og ikke minst benyttes den i autopass-brikkene i Norge [7].

3.4.5 Near Field Communication (NFC)

Det finnes ingen standardisering av RFID-teknologien. Av den grunn finnes det ulike varianter av teknologien, deriblant NFC. Ideen er å levere mobiltelefoner og andre håndholdte enheter med NFC-moduler i fremtiden. En NFC-initiator, tilsvarende en RFID-leser, vil ta initiativ til kommunikasjon. En NFC-target vil tilsvare en RFID-brikke, denne vil besvare kommunikasjonen. En enhet med NFC-modul kan operere i begge modi [36].

3.5 Oppsummering

Mange enkle dagligdagse gjøremål byr på store utfordringer for svaksynte og blinde. Tre situasjoner i dagliglivet ble fremhevet gjennom dialog med synshemmede. De fortalte om utfordringer ved bruk av kollektivtransport – nemlig ombord på bussen og på holdeplassen. I den tredje situasjonen er problemene forbundet med orientering og navigasjon i et stort kjøpesenter. Det ble også satt fokus på hvordan det tilrettelegges for synshemmede i dag i de tre utvalgte scenarioene. Enkelte tiltak er lite gunstige for synshemmede og noen metoder er ikke tilstrekkelig nok for å løse problemene. Videre i oppgaven skal det foretas en analyse om trådløse teknologier kan løse problemene i de ulike scenarioene. Bluetooth, IrDA, WiFi, RFID og NFC ble derfor introdusert til slutt.

KAPITTEL 4

Analyse av kollektivtrafikkjenester

Transportmulighetene varierer fra by til by, og enkelte steder er ruteinformasjon lett tilgjengelig og holdeplassene er lette å finne. Likevel er ikke kollektivtrafikken godt nok tilrettelagt for synshemmede de aller fleste steder.

Dette kapitlet retter oppmerksomhet mot problemstillingene ombord på bussen og på holdeplassen. Vi presenterer systemarkitekturer for vår løsning, etterfulgt av brukerkrav ved utvikling av hjelpemidler for synshemmede. Til slutt foretas en analyse av hvilke teknologier som kan benyttes i godt samsvar med kravene.

4.1 Systemarkitekturer

I samarbeide med personer i referansegruppen har vi diskutert mulige løsninger som kan bidra til å redusere problemene synshemmede støter på ombord på bussen og på holdeplassen. Systemarkitekturer for begge scenarioer presenteres. Videre fremheves nødvendige komponenter i hver av arkitekturene, samt hvilke funksjoner som må inngå i disse.

4.1.1 Scenario 1 – På bussen

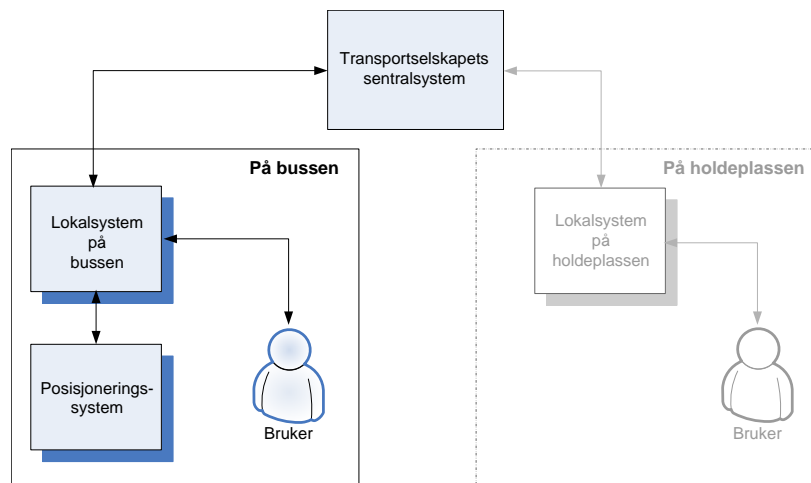
En av utfordringene på bussen er å gå av på riktig holdeplass, og skyldes manglende informasjon om neste stoppested. Annonsering av holdeplasser er derfor en sentral faktor i dette scenarioet. Det er nødvendig med et system som til enhver tid vet posisjonen til bussen. For et slikt formål kan

hver buss utstyres med GPS. Systemet på bussen skal kunne beregne neste holdeplass, samt tid til ankomst på neste holdeplass, vha. posisjonsdata. Informasjonen kan formidles videre til passasjerene. Dersom talende annonsering ikke benyttes, vil en løsning være å la den synshemmede kommunisere trådløst med systemet på bussen. Personen kan benytte en privat enhet for å sende forespørsel og motta svar om neste holdeplass. Enheten må sørge for å presentere informasjonen tilpasset sin bruker.

Informasjon om neste holdeplass reduserer problemet knyttet til signalisering om avstigning. Likevel strever mange synshemmede med å bruke stoppknappen. Systemet på bussen kan la vedkommende signalisere avstigning direkte fra sin private enhet. Ettersom systemet har tilgang til bussens posisjon, kan det dermed informere den synshemmede om når avstigning skal skje. En slik løsning vil være diskret og personen slipper å lete etter stoppknappen.

Arkitekturs elementer

Oversiktsfiguren 4.1 viser komponentene i systemarkitekturen. Den består i grove trekk av fire deler: Bruker, lokalsystem, posisjoneringssystem og sentralsystem. Nærmere beskrivelse av de ulike komponentene følger.



Figur 4.1: De ulike komponentene i systemet som skal bistå synshemmede på bussen.

- **Bruker** er synshemmet og befinner seg på bussen, se figur 4.1. Via sin private enhet skal passasjereren kunne be om informasjon om neste holdeplass og signalisere om avstigning på en bestemt holdeplass.

- **Posisjoneringssystemet**

Hver buss vil være utstyrt med et eget posisjoneringssystem. Ved forespørsel fra lokalsystemet skal posisjoneringssystemet lokalisere tilhørende buss.

- **Lokalsystemet på bussen**

Hver buss vil være utstyrt med et lokalsystem. En av oppgavene til systemet er å vite hvor bussen befinner seg og om den er i rute. Utarbeidete data rapporteres videre til sentralsystemet.

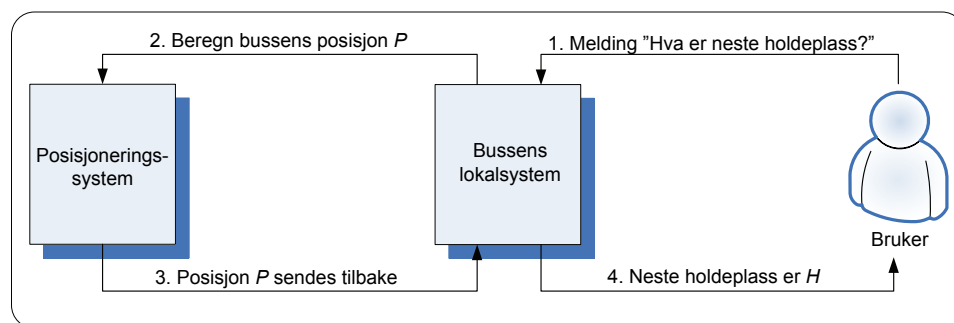
Systemet skal gjøre rute-informasjon tilgjengelig for passasjerer via et brukergrensesnitt. Dersom systemet ikke benytter talende annonsering av holdeplasser, skal brukeren aksessere denne informasjonen via sin private enhet. Videre skal systemet kunne motta forespørsel om avstigning fra brukeren, og varsle vedkommende om når avstigningen skal skje.

- **Sentralsystemet**

Sentralsystemet skal holde rede på hvor bussene er til enhver tid og om de er i rute. Systemet skal kunne sende eventuelle meldinger om forandringer i trafikken til holdeplassene som berøres.

Informasjonsflyten - neste holdeplass

Figur 4.2 viser den overordnede informasjonsflyten i systemet. Brukeren befinner seg på bussen og ønsker informasjon om hvor bussen er for å kunne gå av på riktig holdeplass.



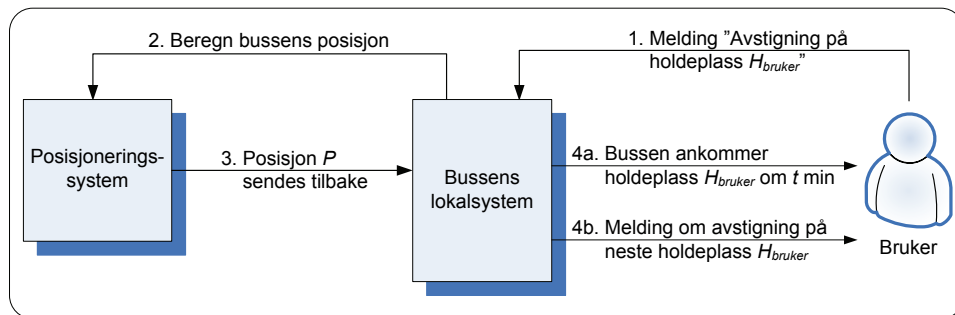
Figur 4.2: Overordnet datautveksling når brukeren ønsker informasjon om neste holdeplass.

1. Brukeren oppretter en forbindelse til lokalsystemet og ber om informasjon om neste holdeplass.

2. Lokalsystemet ber posisjoneringssystemet om å beregne bussens posisjon.
3. Posisjoneringsystemet utarbeider og returnerer posisjonsdataene.
4. Lokalsystemet beregner neste holdeplass H vha. posisjonsdataene og viderefremidler denne informasjonen til brukeren.

Informasjonsflyten - avstigning

Personen skal kunne signalisere om avstigning ved holdeplass H_{bruker} , se figur 4.3.



Figur 4.3: Overordnet datautveksling når brukeren signaliserer ønske om avstigning.

1. Brukeren sender forespørsel om avstigning på holdeplass H_{bruker} .
2. Lokalsystemet ber om posisjonsdata.
3. Posisjoneringsystemet beregner og sender posisjon P .
4. Lokalsystemet beregner holdeplass H_{neste} .
 - (a) Hvis $H_{neste} \neq H_{bruker}$, sendes en tilbakemelding med estimert ankomsttid t .
 - (b) Hvis $H_{neste} = H_{bruker}$, formidles melding om avstigning på holdeplass H_{neste} .

4.1.2 Scenario 2 – På holdeplassen

Buss-informasjon er utilgjengelig for synshemmede på samtlige holdeplassene, da den presenteres visuelt og i liten skrift. En løsning på dette problemet er å benytte et system som oppdaterer buss-informasjon i sanntid.

Kjernen i problemstillingen er tett knyttet med formidling av denne informasjonen.

En måte er å bruke talende annonsering på holdeplassene om når neste buss kommer. I seksjon 3.2 antydte vi en slik løsning, likevel kan slik auditiv informasjon bli overdøvet av andre lyder, især i trafikkerte områder eller tettsteder hvor støynivået kan være høyt. Mengden informasjon kan også bli for stor å forholde seg til når flere busser ankommer en holdeplass samtidig. Dessuten er det viktig at den synshemmede mottar auditiv informasjon i god tid, slik at vedkommende får mulighet til å forberede seg til å stanse bussen.

Lokalisering av en buss ville vært enklere dersom én buss av gangen ankom holdeplassen. Per i dag er det ingen kontroll som sørger for nettopp dette. Innføring av et lokaliseringssystem på hver holdeplass, kan bli en dyr løsning, særlig da det kun er rettet mot en liten målgruppe.

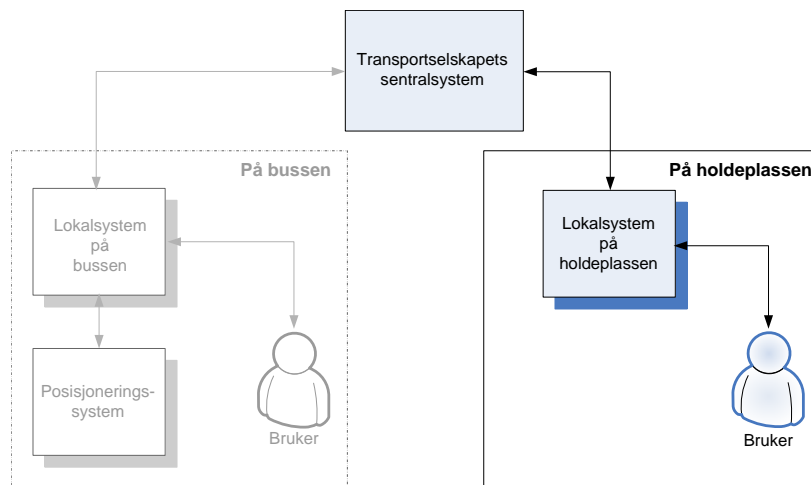
En annen utfordring er å signalisere til sjåføren om å stoppe ved holdeplassen. Én holdeplass betjenes ofte av flere busser, noe som skaper flere vanskeligheter for synshemmede. Bruk av synlige elementer på holdeplassene for å signalisere om påstigning vil trekke unødvendig oppmerksomhet, og er ikke ønskelig av synshemmede.

En løsning er å la den synshemmede kommunisere trådløst med systemet på holdeplassen via sin private enhet. Vedkommende kan dermed justere lyd i forhold til omgivelsene. Den synshemmede kan motta ønsket bussinformasjon, samt sende forespørsel om påstigning fra sin private enhet. Løsningen vil være diskret og samtidig redusere hindringene synshemmede møter i de nevnte problemområdene.

Arkitekturens elementer

Systemarkitekturen består i grove trekk av tre komponenter, se figur 4.4:

- **Bruker** oppholder seg på en gitt holdeplass. Brukeren, en synshemmet person, kan vha. en privat enhet motta bussinformasjon om kommende busser eller om bussen står ved holdeplassen. Videre vil han/hun kunne formidle en forespørsel til en spesifikk buss om å stanse for påstigning.
- **Lokalsystemet på holdeplassen**
Hver holdeplass vil ha et eget lokalsystem. Dette systemet vil ha ansvar for formidlingen av bussinformasjon til bruker. Det skal kunne motta ekstern informasjon om forsinkelser fra sentralsystemet. Etter forespørsel fra bruker skal systemet kunne sende melding til en gitt buss om å stanse på den aktuelle holdeplassen.



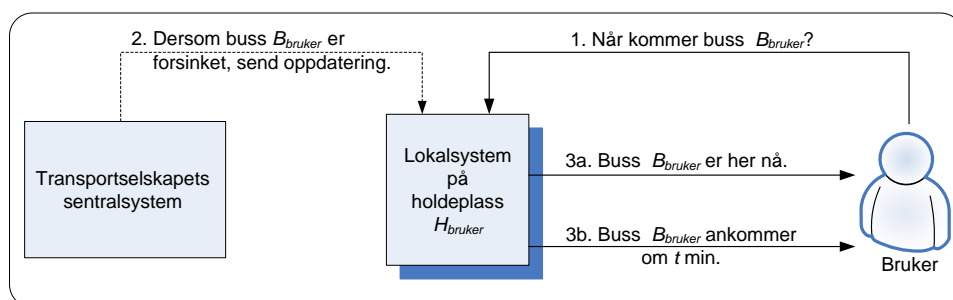
Figur 4.4: De ulike komponentene i systemet som skal bistå synshemmede på holdeplassen.

- **Sentralsystemet**

Sentralsystemet skal holde rede på hvor bussene er til enhver tid og om de er i rute. Systemet skal kunne sende eventuelle meldinger om forandringer i trafikken til holdeplassene som berøres. En annen oppgave er å formidle forespørsel om påstigning til gjeldende buss.

Informasjonsflyt - informasjon om ankomsttid

Figur 4.5 viser informasjonsutvekslingen når brukeren ønsker informasjon om ankomsttider, enten det gjelder en spesifikk eller en tilfeldig buss.



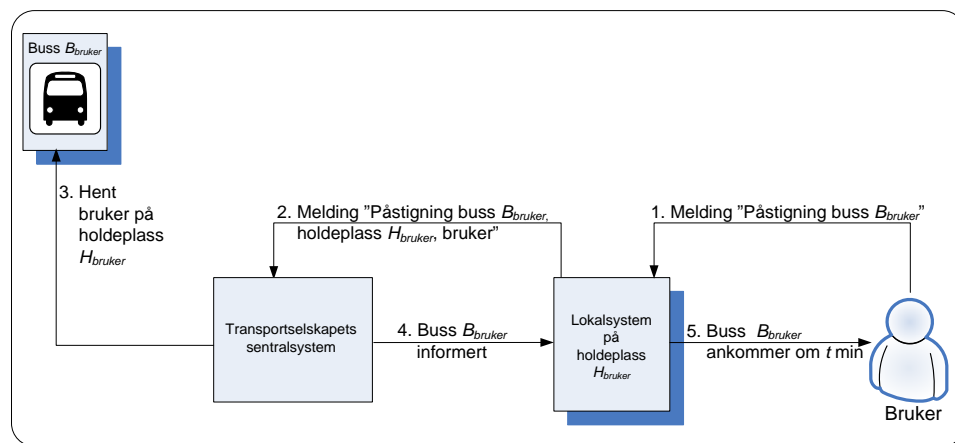
Figur 4.5: Overordnet datautveksling når brukeren ønsker bussinformasjon.

1. Brukeren kobler seg til lokalsystemet på holdeplassen og ber om ankomsttid for buss B_{bruker} .

2. Dersom buss B_{bruker} er forsinket, vil sentralsystemet varsle lokalsystemet.
3. Eventuelle forsinkelser tas til betraktning i beregningen av ankomsttid for B_{bruker} . Brukeren kan motta en av følgende informasjonsmeldinger fra lokalsystemet:
 - (a) Buss B_{bruker} befinner seg ved holdeplassen.
 - (b) Buss B_{bruker} ankommer om t minutter.

Informasjonsflyt - påstigning

Brukeren skal kunne signalisere om påstigning til buss B_{bruker} . Figur 4.6 viser informasjonsflyten for denne hendelsen. Brukeren befinner seg på



Figur 4.6: Overordnet datautveksling når brukeren kommuniserer med lokalsystemet.

holdeplass H_{bruker} og venter på buss B_{bruker} . Vedkommende kobler seg til lokalsystemet, dersom ingen forbindelse er satt opp fra før av.

1. Brukeren sender forespørsel om påstigning og angir ønsket buss B_{bruker} .
2. Lokalsystemet videreformidler forespørselen til sentralsystemet. Forespørselen holder informasjon om buss B_{bruker} , holdeplass H_{bruker} og bruker.
3. Sentralsystemet varsler buss B_{bruker} om ventede passasjer på holdeplass H_{bruker} .
4. En bekreftelse på mottatt forespørsel sendes tilbake til lokalsystemet på holdeplass H_{bruker} .

5. Lokalsystemet varsler så brukeren om når buss B_{bruker} ankommer holdeplass H_{bruker} .

I punkt 2 og 3 sendes det informasjon om brukeren. Dette bør ikke inneholde sensitive opplysninger, men heller en kort beskrivelse av brukeren, som f.eks. "synshemmet" eller "rullestolbruker".

4.2 Brukerkrav til teknologiene

Målgruppen er mennesker med spesielle behov, og det er særdeles viktig å involvere dem tidlig i prosessen. Løsningen må ivareta synshemmedes ønsker og behov på en tilstrekkelig måte. Denne seksjonen belyser ulike krav til teknologiene som skal benyttes i løsningene.

4.2.1 Krav til privat enhet

Den private enheten skal bistå synshemmede, ikke føre til ytterligere utfordringer. Den bør tilby informasjon over små høyttalere og ikke kun via høretelefoner, da synshemmede i stor grad bruker hørselen til å orientere seg. Enheten skal ikke være stor og tung å bære med seg, siden det kan medføre en ekstra belastning for den synshemmede. Den bør ikke kreve bruk av begge hendene, da den synshemmede også benytter seg av blindestokk eller førerhund. I tillegg bør enheten ikke kreve mye opplæring og trening for å tas i bruk. En god løsning er å integrere ny programvare i verktøy som allerede brukes til andre formål. Dermed slipper brukeren å håndtere flere enheter på en gang.

4.2.2 Krav til informasjonsformidling

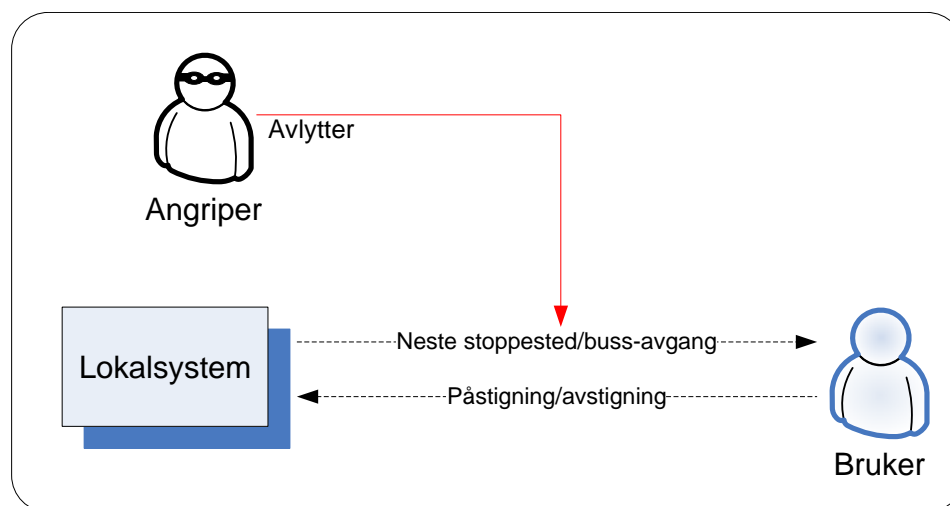
Formidling av informasjon til synshemmede er svært viktig. Forstørring av tekst kan være til hjelp for svaksynte. En slik løsning er derimot ikke brukbar for blinde. Informasjon til blinde skal formidles vha. punktskrift eller tale.

4.2.3 Krav til tilkobling

Den synshemmede skal kunne kommunisere med lokalsystemet som er ombord på bussen eller på holdeplassen. Det er viktig at den trådløse teknologien tilbyr en enkel tilkobling som krever lite konfigurering.

4.2.4 Krav til sikkerheten mellom bruker og lokalsystemene

All informasjon som sendes over den trådløse kommunikasjonskanalen kan i utgangspunktet avlyttes, se figur 4.7. Det er derfor nødvendig å vurdere hvilke sikkerhetsmekanismer som trengs.



Figur 4.7: Trådløs kommunikasjon mellom bruker og lokalsystem.

Informasjon om neste stoppested eller buss-avgang kan være tilgjengelig for alle; enten via skjermer, skriftlige tavler eller på internettet. Slike data klassifiseres ikke som sensitive opplysninger. Det dermed er unødvendig å autentisere brukeren for denne tjenesten. Dataene bør imidlertid være korrekte, da feil informasjon kan skape utrygghet og forvirring hos den synshemmede. Særlig gjelder dette dataene som utveksles ved bruk av påstignings-, og avstigningstjenesten. Dataintegritet er en viktig faktor for alle data som utveksles. Den trådløse teknologien bør derfor tilby en mekanisme som hindrer modifisering av data. Kryptering er ikke nødvendig da dataene ikke er av sensitiv art.

Misbruk av avstigningstjenesten, kan skape unødige forsinkelser i ruten. I dag kan alle benytte seg av stopp-knappen, men misbruk kan oppdages lettere. Derimot vil det være lettere å sende forespørsel om avstigning fra en privat enhet uten å bli oppdaget. Signalisering om påstigning er mer omfattende å utføre. I dette tilfellet må forespørselen sendes til den aktuelle bussen som gjerne befinner seg et stykke unna. En slik tjeneste bør kun benyttes av mennesker som trenger assistanse. En form for autentisering er nødvendig for begge tjenestene. Passasjerer i dag trenger ikke å autentisere seg for avstigning eller påstigning av en buss. Autentiseringsdataene bør ikke være særlig sensitive, og en grad av anonymitet bør kunne opprettholdes.

En inntrenger kan også gi seg ut for å være systemet, og dermed sende ukorrekte data til brukeren. Det er viktig at brukeren kommuniserer med riktig system. Av den grunn bør systemet autentiseres.

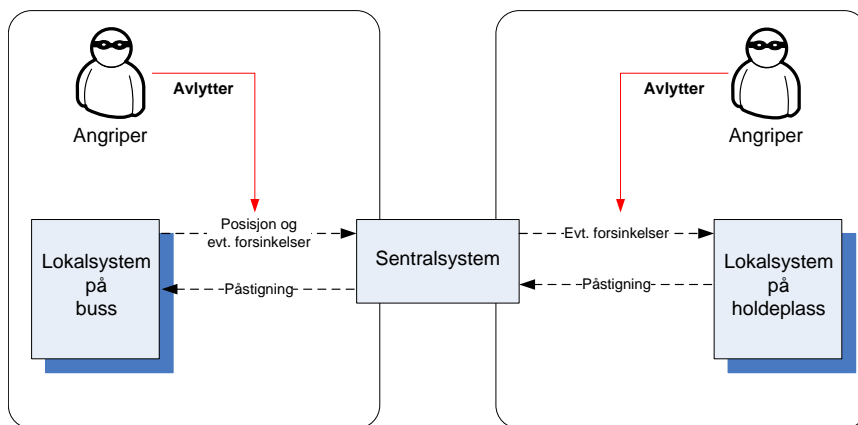
Overvåkning av passasjerer er også mulig. Mellom lokalsystemet og bruker sendes data som identifiserer den private enheten. Det vil være vanskelig for en angriper å knytte denne informasjon til enkeltmennesker, men muligheten er like fullt til stede. Aktøren som tilbyr tjenestene vil ha tilgang til disse dataene, samt autentiseringsdata. Slike elektroniske spor kan utnyttes i ulik grad ut ifra hvor sensitive opplysninger det gjelder. Dette er et tema tilknyttet personvern og adresseres ikke videre i denne oppgave.

Kort oppsummert kan vi si at den trådløse teknologien bør tilby:

- autentiseringsmekanisme
- dataintegritet

4.2.5 Krav til sikkerheten mellom lokalsystemene og sentralsystemet

En tredje person kan avlytte den trådløse kommunikasjonen mellom lokalsystemene og sentralsystemet, se figur 4.8. Kommunikasjonskanalen må vurderes i forhold til hvilke sikkerhetsmekanismer som trengs.



Figur 4.8: Trådløs kommunikasjon mellom lokalsystemene og sentralsystemet.

Alle data som utveksles kan manipuleres av en angriper. Hver buss sender posisjonsdata og eventuelle endringer i rutetid til sentralsystemet. Forandring av data som sendes fra bussen, medfører feil informasjon hos sentralsystemet. Lokalsystemene på de tilhørende holdeplassene vil bli feilinformert og beregne ukorrekte ankomsttider. Passasjerer ved holdeplassene vil

ha vanskeligheter med å oppdage dette. Ukorrekte data kan derfor føre til forvirring og irritasjon blant kollektivbrukere. Det er ikke nødvendig å hemmeliggjøre posisjonsdata eller forsinkelser i trafikken, da slik informasjon er offentlig. Krypteringsmuligheter er ikke en viktig forutsetning, men det er derimot nødvendig med en dataintegritetsmekanisme.

Forespørsel om påstigning sendes fra lokalsystemet på holdeplassen til lokalsystemet på bussen, via sentralsystemet. For at synshemmede skal føle seg trygg ved bruk av påstigningstjenesten, må den være pålitelig. Dataene som utveksles bør ikke manipuleres av en angriper. Dataintegritet er derfor viktig for å hindre forandring av data. Kryptering er kun nødvendig når autentiseringsdata av bruker utveksles.

Fravær av autentiseringsmekanismer åpner muligheten for misbruk av tjenesten (f.eks. sende ugyldige assistanse-meldinger) og å sende feil posisjonsdata og informasjon om uekte forsinkelser. I tillegg kan en angriper gi seg ut for å være et legitimt lokalsystem eller sentralsystem. Det bør således benyttes en gjensidig autentiseringsmekanisme mellom lokalsystemene og sentralsystemet.

Den trådløse teknologien skal kunne tilby:

- autentisering
- dataintegritet

4.2.6 Krav til rekkevidde

Rekkevidden må vurderes i forhold til bruksområdet, i dette tilfellet vil det være ombord på bussen og på holdeplassen.

- **På bussen**
Alle passasjerene skal ha tilgang til tjenestene som tilbys. Det må være tilstrekkelig signal framme så vel som bak og av den grunn må det tas hensyn til bussens lengde. Tillatt lengde av buss er 15 meter, og 18.75 meter for leddbuss [37]. Teknologien må tilby en rekkevidde på minst 10 meter.
- **Ved holdeplassen**
Det kan være nødvendig å begrense rekkevidden ved holdeplassen. Stor rekkevidde kan gjøre det vanskelig for synshemmede å vite hvor nært de befinner seg holdeplassen. På en annen side kan for kort rekkevidde gjøre det vanskelig for synshemmede å ta i bruk tjenesten. Det kan ikke gis noen generelle krav til lengden av rekkevidden, da den bør tilpasses situasjonen og den synshemmede.

4.2.7 Krav til overføringshastighet

Det stilles lave krav til overføringshastigheten da det utveksles små data-mengder mellom bruker og lokalsystemet. Disse data er informasjon om neste stoppested, ankomsttid og data tilknyttet avstignings- og påstignings-tjenesten.

4.2.8 Krav til strømforbruk

Rekkevidden vil variere ut ifra hvilken trådløs teknologi som benyttes. Den påvirker strømforbruket - jo lengre rekkevidde jo høyere strømforbruk. For håndholdte enheter bør strømforbruket begrenses.

4.3 Evaluering av teknologier

Denne seksjonen presenterer en analyse av hvilke teknologier som kan anvendes for å løse vanskelighetene synshemmede møter i kollektivtrafikken. Fordeler og ulemper ved de aktuelle teknologiene blir undersøkt, knyttet opp til kravene nevnt i forrige seksjon. En klient-server modell benyttes i drøftingen. Aller først skal vi se nærmere på hvilke enheter som kan være passende for klientrollen.

4.3.1 Håndholdte enheter

Mobiltelefoner, PDA-er og smarttelefoner er i dag vanlig forbrukerelektro-nikk. Disse tilbyr små høyttalere, samt mulighet for tilkobling av hørete-lefoner. Flere PDA-er og smarttelefoner leveres imidlertid med berørings-skjermer, noe som er lite brukervennlig for synshemmede, da særlig for blinde. Det er nødvendig å velge en håndholdt enhet med tastatur, gjerne med store og følbare taster. Verken smarttelefoner, PDA-er eller mobilte-lefoner er tunge verktøy. Disse er kjente redskaper og brukes allerede av mange. Det er derfor ikke nødvendig å utvikle en enhet spesielt tilpasset synshemmede. PDA-er og smarttelefoner har større prosessor og minne-kapasitet enn mobiltelefoner. Fordelen er at disse kan tilby flere funksjoner, samt muligheten for utvikling og installering av mer krevende program-vare. Figur 4.9 viser et eksempel på en smarttelefon.



Figur 4.9: Bildet av Nokia N95 [38].

4.3.2 Teknologier tilbudt i håndholdte enheter

Ett av kravene er å benytte teknologi som allerede er integrert i nåværende enheter, da spesiallagde moduler kan bli for dyre å produsere. Bluetooth og IrDA er svært utbredt i elektronikk-markedet. Disse er integrert i flere mobiltelefoner, PDA-er og smarttelefoner. NFC er en type RFID-teknologi, som er tiltenkt for håndholdte enheter. Få mobiltelefoner leveres med NFC i dag, da denne teknologien er relativt ny. WiFi-teknologien har høyt strømforbruk og krever større minnekapasitet enn det vanlige mobiltelefoner tilbyr. WiFi benyttes derfor i avanserte enheter som smarttelefoner og PDA-er. Håndholdte enheter kan i tillegg tilby andre trådløse teknologier som GSM, 3G og General Packet Radio Services (GPRS). Smarttelefonen som er avbildet i figur 4.9 tilbyr bl.a. Bluetooth, WiFi og IrDA. For flere spesifikasjoner se [38].

4.3.3 Informasjonsformidling

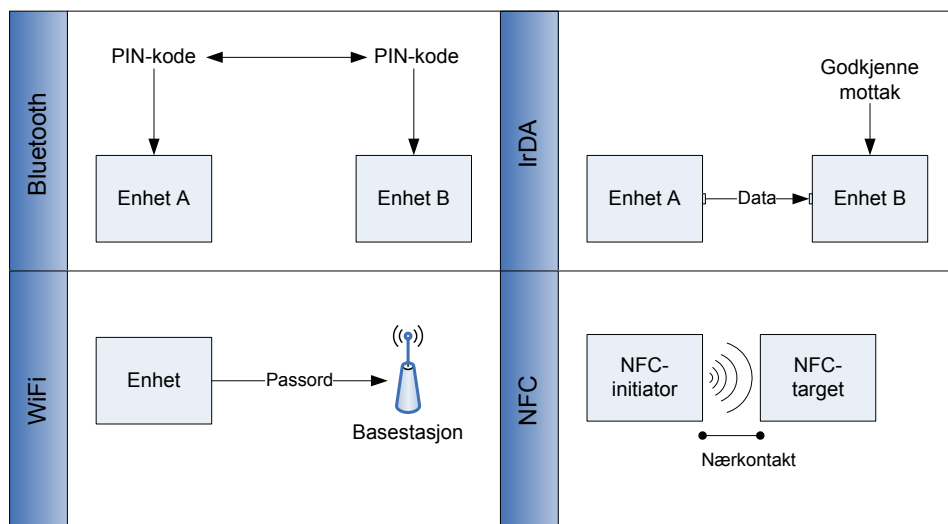
Smarttelefoner og PDA-er formidler omtrent all informasjon visuelt, noe som setter begrensninger for synshemmede. Problemet med informasjonsformidling til synshemmede kan løses ved hjelp av programvarene Nuance Talks og Zooms [39]. Disse kan gjøre tekstlig informasjon tilgjengelig i tale og/eller forstørre skjermbildet. Programvarene gjør det mulig å ha tilgang til alle verktøyene som tilbys av den håndholdte enheten, eksempelvis sending og mottak av sms, surfing på internettet, samt bruk av kalender og WAP-tjenester. De kan også brukes sammen med en håndholdt enhet tilknyttet en leselist. Nuance Talks og Zooms er tilgjengelige for Nokia 60-

og 80-serien og kjører på Symbian OS plattformen. Telefonens høyttalere og høretelefoner kan benyttes, og brukeren kan justere den syntetiske talen etter ønske. En annen lignende programvare er MobileSpeak [29].

4.3.4 Tilkoblingsmulighet

En *Bluetooth*-enhet vil, etter initiativ fra brukeren, søke etter andre enheter. To enheter kan automatisk koble seg opp mot hverandre dersom ingen sikkerhetsmekanismer er påkrevd av noen av partene. En sikker forbindelse krever derimot at brukerne involveres i større grad. I denne prosessen må begge parter ha kjennskap til en felles hemmelighet, nemlig en PIN-kode (Personal Identification Number). Denne skal tastes inn i begge enhetene (se figur 4.10). I dette tilfellet vil enhetene inntre en "pairing-fase". Etter at enhetene er "paired", kan de i fremtiden sette opp en sikker forbindelse uten å involvere brukerne [33].

Tilkoblingen mellom to *IrDA*-enheter foregår på en enkel måte (se figur 4.10). Enhet A vil søke etter andre enheter. Dersom den oppdager en enhet B, vil den initiere en forbindelse. Det forlanges ikke inntasting av PIN-kode fra brukeren, men kun en godkjenning om mottak av data. Enhetene må ha fri sikt og plasseres slik at portene peker mot hverandre [5].



Figur 4.10: Tilkoblingsmetoden for de aktuelle trådløse teknologiene.

Et *WiFi*-nettverk består av en eller flere basestasjoner som er aksesspunkter til nettverket. En enhet vil ved tilkobling kommunisere med en av disse basestasjonene, se figur 4.10. Dersom nettverket er usikret, vil tilkobling foregå automatisk. Brukeren må involveres i større grad dersom det er krav

om sikker kommunikasjon. Brukeren kan bli bedt om å oppgi nettverksnavn/brukernavn og passord [40].

Enheter som leveres med *NFC*-modul skal kunne operere både som initiator og target. En *NFC*-initiator tar initiativ til kommunikasjon, mens en *NFC*-target besvarer kommunikasjonen (se figur 4.10). Tilkoblingen mellom disse skjer via nærkontakt og involverer brukeren i liten grad [36].

4.3.5 Autentisering

Enhver *Bluetooth*-enhet har en unik *Bluetooth*-adresse. Den kan benyttes for å autentisere enheten. *Bluetooth*-adressen kan lagres i en database, slik at kun brukere med gyldig adresse får tilgang til tjenestene. En slik løsning vil ha begrenset sikkerhet, da *Bluetooth*-adresser enkelt kan forfalskes. Bruk av autentiseringsmekanismen definert i *Bluetooth*-standarden vil være sikrere. Til autentisering benyttes ulike nøkler, og disse genereres bl.a. fra en bruker-bestemt eller tilfeldig generert PIN-kode. Denne må testes inn i begge enhetene som skal kommunisere med hverandre [33].

IrDA definerer ingen autentiseringsprotokoll. Autentisering av den andre kommuniserende part sikres derimot gjennom det begrensede signalområdet. Enhetene må plasseres i direkte linje med hverandre [5].

WiFi tilbyr ulike innebygde sikkerhetsprotokoller, som WPA (*Wi-Fi Protected Access*) og WPA-2. Autentiseringsmetoden i disse kan benytte et felles passord for alle autoriserte brukere. Et alternativ er å benytte en autentiseringsserver som genererer nødvendige autentiseringsnøkler til bruk mellom basestasjonene og den mobile-enheten [36, 40]. Brukere autentiseres da mot denne serveren ved å oppgi tildelt brukernavn og passord.

NFC benytter ingen konkret autentiseringsmekanisme. En applikasjon må bruke autentiseringsprotokoller på et høyere lag om nødvendig [41].

4.3.6 Dataintegritet

Bluetooth har ingen spesifikk mekanisme for å forhindre forandring av data, men bruken av frekvenshopping gjør det likevel vanskelig å manipulere dataene [33]. WPA og WPA-2 som benyttes i *WiFi* bevarer dataintegriteten ved å ta i bruk *Message Integrity Code* [36]. *IrDA* har ingen innebygde sikkerhetsmekanismer, men betraktes sikker pga. den begrensede rekkevidden og at sender må plasseres i direkte linje med mottaker. *NFC* har ingen eksplisitte sikkerhetsmekanismer, men vanskelighetsgraden forbundet med et eventuelt modifieringsangrep gir en implisitt beskyttelse.

Dette har en sammenheng med hvilken kodingsmetode som benyttes for overføring av data [41].

4.3.7 Rekkevidde og strømforbruk

Bluetooth tilbyr rekkevidde på 1, 10 og 100 meter. Økt rekkevidde gir ofte høyere strømforbruk, så dagens håndholdte enheter opererer stort sett med en rekkevidde på 10 meter for å begrense forbruket. En Bluetooth-sender krever ikke direkte sikt med mottaker [6].

IrDA har en rekkevidde fra ca. 20 cm til ca. 1 meter. Den kan likevel utvides for enkelte bruksområder, men i dag brukes kort rekkevidde på håndholdte enheter. Teknologien forbruker dessuten lite strøm, men har til gjengjeld et begrenset signalområde [5].

WiFi krever høyt strømforbruk i motsetning til Bluetooth og IrDA [42]. Det eksisterer flere standarder for trådløse lokale nettverk. IEEE 802.11b/g tilbyr en rekkevidde på ca. 30 m for innendørsbruk og ca. 90 m for utendørsbruk [43]. En nyere standard er 802.11n, den har en rekkevidde på ca. 70 meter innendørs. For utendørsbruk tilbys det en rekkevidde på ca. 250 meter.

Rekkevidden mellom en *NFC*-initiator og *NFC*-targetet er på ca. 5 - 10 cm. Den korte leseavstanden er en nyttig egenskap ved *NFC*, og å øke rekkevidden er lite fordelaktig [36].

4.3.8 Overføringshastighet

Ved å benytte Bluetooth kan det overføres opp mot 3 Mbps [6], mens IrDA gir mulighet til en dataoverføringshastighet på opptil 4 Mbps [5]. Teoretiske overføringshastigheter for *NFC* er 106, 212 og 424 Kbps [36]. De ulike *WiFi* standardene tilbyr hastigheter mellom 11 og 54 Mbps [34].

4.3.9 Vurdering

Som en oppsummering av de nevnte teknologiene følger en vurdering av hvilken kommunikasjonsstandard som best oppfyller kravene nevnt i seksjon 4.2.

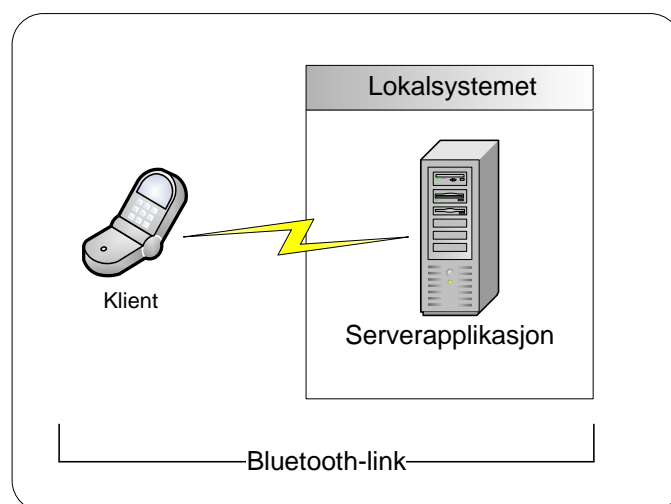
IrDA og NFC

Flere håndholdte enheter leveres med IrDA, mens på en annen side finnes det få enheter med NFC-moduler integrert. Både IrDA og NFC tilbyr enkel tilkobling og lavt strømforbruk sammenlignet med de andre teknologiene. Den allsidige tilkoblingsprosessen vil være fordelaktig. Brukeren vil i liten grad involveres ved tilkobling mot ethvert lokalsystem som benyttes. Overføringshastighetene som tilbys vil være tilstrekkelige, da det vil utveksles kort informasjon. Et problem med NFC er imidlertid at datainnholdet i en target ofte er statisk, mens informasjonen som skal formidles til brukeren forandrer seg hyppig.

I tillegg til kort rekkevidde, vil krav om fri sikt og begrenset signalvinkel gi en IrDA-forbindelse implisitt sikkerhet. På en annen side vil nettopp disse egenskapene være lite gunstige, og teknologien vil være svært vanskelig å benytte for synshemmede. Rekkevidden som tilbys av NFC er for kort for en aktuell anvendelse, da den synshemmede vil få problemer med å lokalisere NFC-modulen på lokalsystemet. Både IrDA og NFC er lite brukervennlige og kan ikke anvendes i en aktuell løsning.

Bluetooth

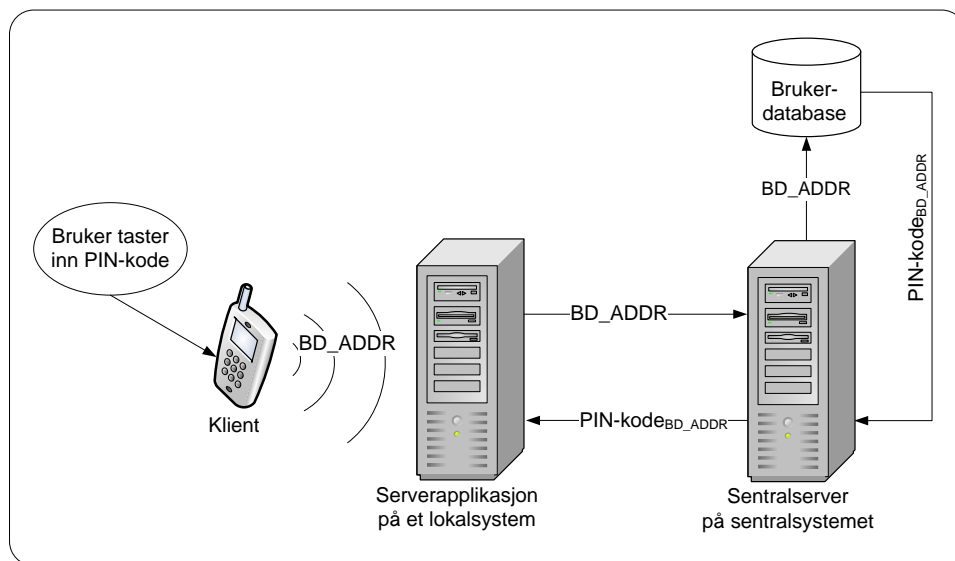
En løsning er å benytte Bluetooth for kommunikasjonen mellom klienten og serverapplikasjonen (se figur 4.11). Hvert lokalsystem er en serverapplikasjon som tilbyr busstjenester til en klient.



Figur 4.11: Bluetooth-modul integrert i serverapplikasjonen.

Dersom ingen av partene krever sikkerhet, vil klienten kunne søke og koble seg automatisk til enhver serverapplikasjon. En ulempe er at brukeren får full tilgang til alle tjenestene som tilbys av serverapplikasjonen. I følge sikkerhetskravene i seksjon 4.2.4 krever enkelte tjenester autentisering før bruk.

Brukeren kan autentiseres kun på bakgrunn av Bluetooth-adressen. Risikoen er at denne kringkastes ukryptert ved søk og tilkobling, og derfor kan fanges opp av en angriper. Selv om et slikt angrep vil være både vanskelig og kostbart å utføre, vil det fremdeles være mulig. Til tross for at autentiseringsmekanismen definert i standarden er en sikrere løsning, kan ikke den anvendes. Den krever nemlig inntasting av PIN-kode i begge enheter. I følge standarden kan en av partene generere en PIN-kode som kan tastes inn i den andre enheten. Problemet er at det genereres en PIN-kode for hvert par av enheter, og det medfører at brukeren i dette tilfellet må forholde seg til flere PIN-koder; en for hvert av lokalsystemene som brukes. Brukeren bør ikke behøve å forholde seg til mer enn én PIN-kode, og han/hun bør kunne benytte den mot alle serverapplikasjonene. Applikasjonslaget må derfor definere en egen autentiseringsmetode. I tillegg er det nødvendig å implementere en metode som genererer en universal PIN-kode for hver bruker. Metoden må kjøres på sentralsystemet.



Figur 4.12: Autentisering vha. Bluetooth-adresse og PIN-kode.

Til tross for en slik løsning må brukeren oppgi PIN-koden for hver serverapplikasjon han/hun kommuniserer med første gang. En måte å løse dette på er å la brukeren taste inn denne i klientapplikasjonen for fremtidig bruk. På den måten vil klienten kunne kommunisere med enhver serverapplika-

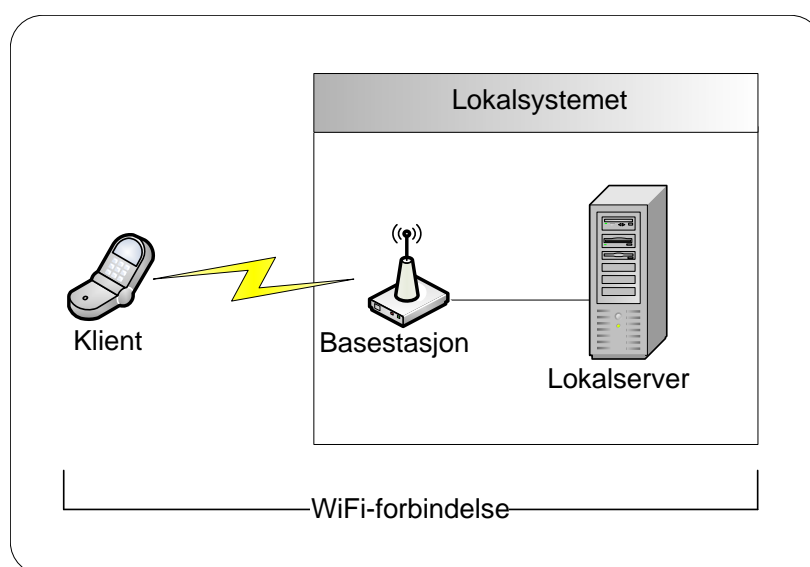
sjon uten å involvere brukeren. Serverapplikasjonen vil på sin side hente PIN-koden fra brukerdatabase i sentralserveren vha. Bluetooth-adressen (*BD_ADDR*) som kringkastes fra klientens enhet ved tilkobling. Figur 4.12 illustrerer denne prosessen. Lokalsystemet kan ha en kopi av den sentraliserte brukerdatabase, og da er det spesielt viktig å oppdatere brukerdata jevnlig.

En fordel med Bluetooth er at den tilbyr punkt-til-mangepunkt forbindelse, altså at flere samtidige brukere kan benytte seg av tjenestene. Lokalsystemet på bussen må muligens bli utstyrt med en Bluetooth-modul som har en rekkevidde på over 10 m, noe som fører til høyt strømforbruk. Dersom Bluetooth-modulen plasseres i midten av bussen, kan lavkostnadsvarianten være nok. På holdeplassen kan en rekkevidde på 10 m være tilstrekkelig.

En overføringshastighet på opp mot 3 Mbps er nok, da det er små mengder data som skal sendes. Til tross for at Bluetooth ikke har integritetskontroll av data, skjermer den seg mot avlytting, forandring og interferens vha. frekvenshoppingsmetoden.

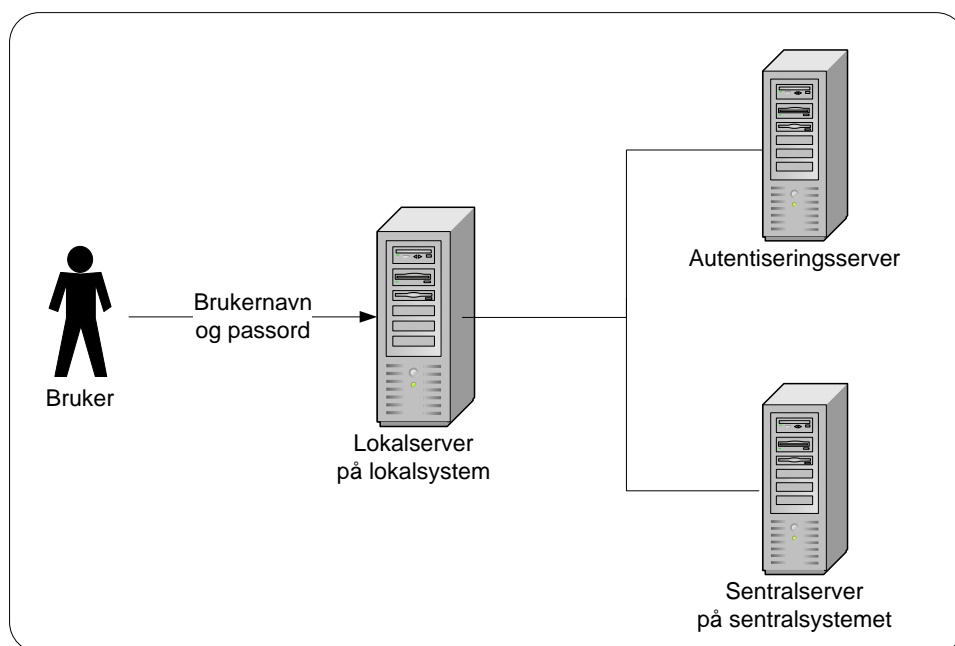
WiFi

På lokalsystemet må det utplasseres en basetasjon som gir tilgang til lokalnettet på stedet. Se figur 4.13. Hvert lokalsystem er en lokalserver som tilbyr buss-tjenester til en klient.



Figur 4.13: Bruk av WiFi for kommunikasjonen med lokalsystemet.

Tilstrekkelig sikkerhet kan opprettholdes ved å ta i bruk sikkerhetsmekanismene definert i WiFi-standardene. I denne sammenhengen vil det være ønskelig å autentisere hver bruker for seg, slik at individuell tilgangskontroll er mulig. En bruker må oppgi brukernavn og passord for å kunne få tilgang til tjenestene som krever autentisering. Sensitiv informasjon som personnummer eller fødselsnummer er ikke nødvendig å benytte som autentiseringsdata.



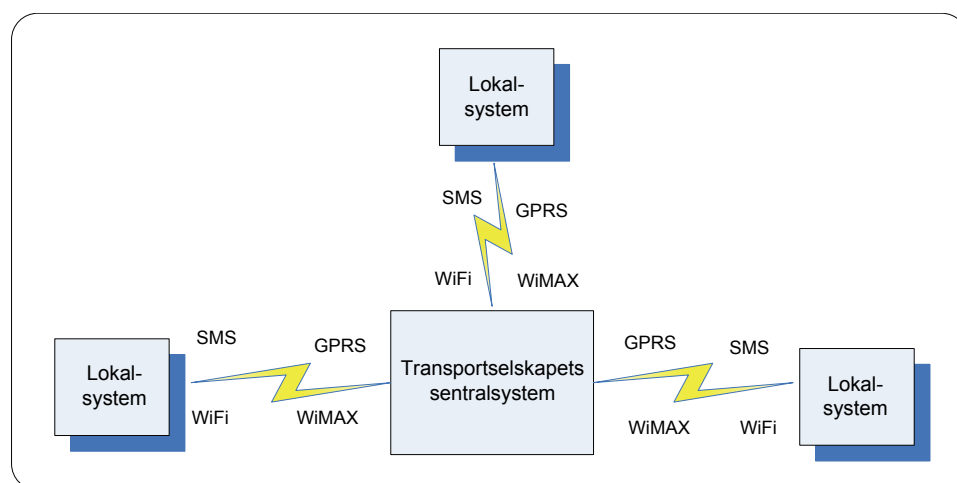
Figur 4.14: Bruker-autentisering før tilgang til tjeneste.

Av- og påstigningstjenestene vil kreve en sentralisert autentiseringsserver som bl.a. har ansvar for brukerhåndtering, samt en sentralserver som bl.a. formidler påstigningsmeldinger. Lokalserveren vil overføre oppgitt brukernavn og passord til autentiseringsserveren, og denne vil på sin side verifisere brukeren.

WiFi tilbyr punkt-til-mangepunkt forbindelse, og kan ha flere aktive brukere på samme tid enn Bluetooth. På en annen side er de overnevnte rekkeviddene større og går på bekostning av strømforbruk. Det er imidlertid mulig å regulere signalstyrken og dermed avpasse rekkevidden og strømforbruket. De høye overføringshastighetene er mer enn tilstrekkelige for applikasjonene. Forandring av data som utveksles kan forhindres vha. den innebygde mekanismen for integritetskontroll.

4.3.10 Infrastruktur og sikkerhet

Ulike teknologier som kan benyttes for kommunikasjonen mellom lokal-systemene og sentralsystemet vil bli drøftet. Disse diskuteres bl.a. i forhold til sikkerhetskravene nevnt i seksjon 4.2 (se figur 4.15).



Figur 4.15: Teknologier som kan benyttes mellom sentralsystemet og lokal-systemene

I kapittel 3 nevnes det at Oslo og Akershus Trafikkservice AS allerede tilbyr sine passasjerer sanntidsinformasjon [44]. All sanntidsinformasjon mellom holdeplassene, bussene og sentralsystemet sendes via GPRS, som er lagt oppå infrastrukturen til GSM. GPRS er imidlertid mer utsatt for angrep fra uvedkommende. Blant annet finnes svakheter i autentiseringsmekanismen. Relevant for denne sammenhengen er manglende autentisering av det tjenestetilbydende nettverket. En annen ulempe er at GPRS ikke tilbyr mekanisme for dataintegritet [45]. Nærmere evaluering av sikkerheten finnes i [45] og [46].

I AKTA prosjektet distribueres all sanntidsinformasjon og påstigningsdata via SMS. En fordel med AKTA er at SMS er en mye brukt informasjonskanal som de aller fleste kjenner til. Det er likevel viktig å se nærmere på mottakertid av SMS. I AKTA-rapporten kom det frem at levering av SMS tok i gjennomsnitt 14 sekunder [32]. I noen tilfeller kan det ta lenger tid, da antall brukere i et gitt område påvirker leveransetiden. At enkelte SMS-meldinger kan bruke lengre tid eller ikke kommer frem til mobilbrukeren, er et kjent fenomen. En annen ulempe med bruken av SMS er utformingen av tekstmeldinger som representerer en tjeneste. Disse består av tall- eller bokstavkoder, se eksemplene nedenfor:

- Fra Blindern til Gardermoen 1500 (SIS, Hele navnet oppgis)
- Fra 6253302 til 6426982 1830 (Nummeret på holdeplassene oppgis, SIS)
- AKTA 1 52 1415 20 A (AKTA, rutens startnr., påstigningholdeplass, avgangstid, tidsvarsling før ankomst, assistanse)

I motsetning til GPRS tilbyr WiFi de nødvendige sikkerhetsmekanismene, men innføring av en WiFi-basert infrastruktur vil likevel være vanskelig. Brukeren ombord på bussen kan oppleve å miste forbindelsen dersom bussen kjører fortere enn WiFi-standarden kan håndtere. Avstanden mellom holdeplassene vil også variere og nok kunne være lengre enn 250 meter, som er den største teoretiske rekkevidden som tilbys. To holdeplasser med hver sin basestasjon vil ikke kunne kommunisere trådløst, og det må eventuelt brukes repeatere.

4.3.11 Alternativ infrastruktur

Et alternativ er å benytte Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX), også kjent som IEEE 802.16-standarden. Systemet består av to komponenter, en basestasjon og terminal [47].

En WiMAX basestasjon vil ha en praktisk rekkevidde på opptil 20 km for utendørs bruk. Denne vil fungere som et aksesspunkt for WiMAX klienter.

En WiMAX terminal er en enhet med innebygd antenne som kan benyttes i indre og ytre omgivelser. WiMAX vil med tiden bli integrert i bærbare PC-er og håndholdte terminaler.

WiMAX tilbyr god sikkerhet og høye hastigheter over store avstander, og er primært beregnet for utendørsbruk. Det som er spesielt interessant er at teknologien har støtte for mobilitet, og kan brukes for mobile anvendelser. Det vil f.eks. være å la brukeren benytte seg av ulike tjenester, mens vedkommende sitter i ro i et transportmiddel. En slik egenskap vil være fordelaktig for enkelte av applikasjonene som har blitt diskutert.

4.4 Oppsummering

Alle trådløse teknologiene diskutert i denne seksjonen har sine fordeler og ulemper. Basert på kravene gitt i seksjon 4.2, gis en kort oppsummering av evalueringen, se figur 4.16.

	WiFi	Bluetooth	IrDA	NFC
Etablert i markedet	I stor grad	I stor grad	I stor grad	I liten grad
Håndholdte enheter	Kun i avanserte telefoner	I de aller fleste	I de aller fleste	I svært få
Tilkobling	Bruker involveres	Bruker involveres	Enkel, bruker involveres i liten grad	Enkel, bruker involveres i liten grad
Autentisering	WPA og WPA-2 (brukernavn/passord)	PIN-kode	Sender og mottaker må være i direkte linje med hverandre	Applikasjonslaget må håndtere dette
Dataintegritet	Message Integrity Code	Tilbyr ingen eksplisitt mekanisme	Tilbyr ingen eksplisitt mekanisme	Tilbyr ingen eksplisitt mekanisme
Rekkevidde	Innendørs: ca. 30 – 70 m Utendørs: ca. 90 – 250 m	1 m, 10 m og 100 m	ca. 20 cm - 1 m	ca. 5 – 10 cm
Overførings-hastighet	11 – 54 Mbps	Opp mot 3 Mbps	opp mot 4 Mbps	106, 212 og 424 Kbps
Strøm	Høyt forbruk	Lavt forbruk	Lavt forbruk	Lavt eller ingen forbruk

Figur 4.16: Oppsummering av evalueringen.

Det er mulig å utvikle og installere ny programvare i avanserte verktøy som PDA-er og smarttelefoner. Enkelte av disse kan kombineres med programvarene Talks og Zooms, eller annen lignende programvare for å formidle informasjon til synshemmede.

NFC er ikke etablert innen forbruker-elektronikk i like stor grad som WiFi, Bluetooth og IrDA. Disse er vanlige å finne i håndholdte enheter, bl.a. i PDA-er og smarttelefoner som er svært aktuelle å benytte i denne sammenhengen.

NFC og IrDA tilbyr en mer allsidig tilkobling enn WiFi og Bluetooth, som på en annen side krever at brukeren involveres i større grad. Verken NFC eller IrDA tilbyr eksplisitte sikkerhetsmekanismer, og ved anvendelser som krever sikkerhet må en implementere disse på et høyere lag. Både IrDA og NFC har egenskaper som setter en betydelig begrensning for en aktuell anvendelse i denne sammenhengen. IrDA krever bl.a. fri sikt og har en begrenset signalvinkel, mens NFC-moduler har for kort rekkevidde.

Både Bluetooth og WiFi er å foretrekke for anvendelse ombord på bussen og på holdeplassen. WiFi tilbyr større rekkevidde enn Bluetooth, men krever høyere strømforbruk. Det vil særlig være nødvendig å tilpasse rekkevidden på holdeplassen. Lavkostnadsvarianten som tilbys av Bluetooth kan derimot være tilstrekkelig ombord på bussen og på holdeplassen. Begge teknologiene tilbyr tilstrekkelige overføringshastigheter.

Sikkerhetsmekanismene definert i Bluetooth-standarden er lite fleksible og

kan ikke brukes. Det er nødvendig å implementere et eget sikkerhetslag på toppen av Bluetooth-protokollen. Bluetooth har ingen eksplisitt integritetsmekanisme som sørger for at overførte data forblir uendret. Bruken av frekvenshopp vanskeliggjør likevel et eksternt angrep. På en annen side kan de innebygde sikkerhetsmekanismene i WiFi tas i bruk, da disse tilfredstiller kravene til autentisering og dataintegritet.

I tillegg ble GPRS og SMS diskutert som aktuelle kommunikasjonskanaler i infrastrukturen. GPRS tilbyr kun autentisering av klient, og har heller ingen støtte for dataintegritet. Bruken av SMS er lite brukervennlig, da tjenestene må utformes vha. tall- og bokstavkoder.

WiFi er i utgangspunktet beregnet for å dekke et mindre geografisk område (f. eks. hjemmet eller en gruppe bygninger). En interessant teknologi som kan brukes istedenfor er WiMAX, som tilbyr større geografisk utstrekning enn WiFi og kan brukes for mobile applikasjoner.

KAPITTEL 5

Analyse av et system for innendørsbruk

Alle mennesker orienterer seg daglig innendørs. For mange synshemmede er det imidlertid svært utfordrende å bevege seg alene i store bygninger. Dette kapitlet fokuserer derfor på begrensningene som blinde og svak-synte møter i sin ferd på et kjøpesenter. En overordnet systemarkitektur for en aktuell løsning presenteres innledningsvis, etterfulgt av en kravspesifikasjon med fokus på målgruppen og dens behov. Til slutt evalueres de ulike teknologiene etter de satte kriteriene.

5.1 Systemarkitektur

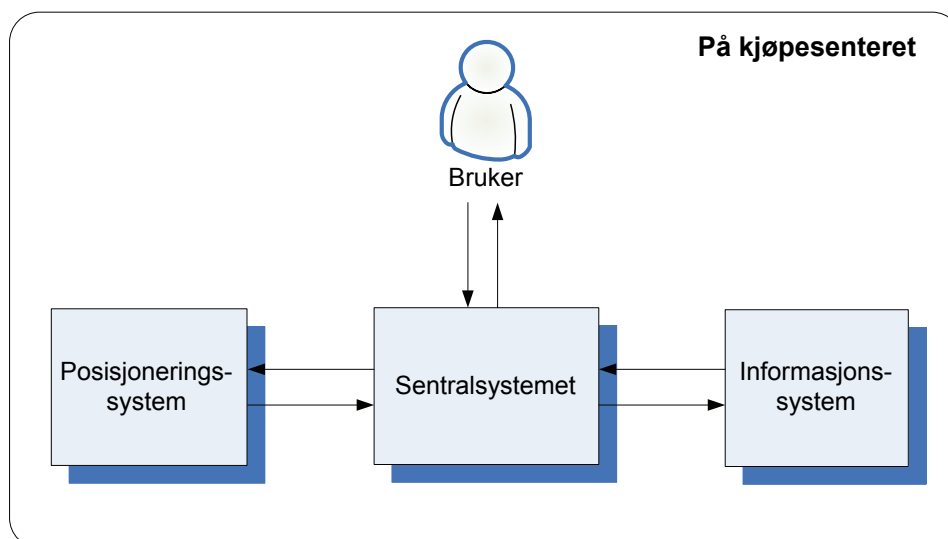
For å løse problemene nevnt i kapittel 3, er det nødvendig å ha en måte å lokalisere den synshemmede. To velkjente posisjoneringssystemer er GPS og GSM. GPS er et satellittbasert navigasjonssystem og kan ha en nøyaktighet på 3 meter under gode forhold. Denne teknologien er likevel ikke anvendelig for innendørsbruk, da signalet stoppes av diverse hindringer slike som vegger og tak [48]. GSM-systemet vil heller ikke være brukbart da det begrenses av lav nøyaktighet [49].

En løsning vil derfor kreve en installasjon av et posisjoneringssystem på kjøpesenterets område og at den synshemmede er utstyrt med en enhet som kan lokaliseres av systemet. Et annet delsystem kan ta seg av ruteberegning etter at nødvendige posisjonsdata er kjent. En kjent algoritme for å finne korteste sti mellom to punkter er Dijkstra's algoritme, og kan f.eks. benyttes til beregning av en rute [50]. Brukeren kan laste ned rutebeskrivelsen til sin private enhet, og la enheten alene ha ansvar for at brukeren føl-

ger ruten. En annen metode som kan skape større trygghet, er å la systemet lede brukeren gjennom hele ruten. Dersom den synshemmede forlater den oppgitte ruten, vil da systemet kunne varsle og eventuelt gi oppdatert retningsbeskrivelse. Når posisjonen til brukeren er tilgjengelig, kan systemet også informere om nærmeste butikk eller fasilitet. I tillegg kan systemet på vegne av brukeren varsle om hjelp til ansatte i en gitt butikk. Bruken av synlige metoder for denne tjenesten er ikke ønsket av synshemmede.

5.1.1 Arkitekturs elementer

En overordnet løsning for scenarioet presenteres i figur 5.1. Systemarkitekturen består av fire komponenter.



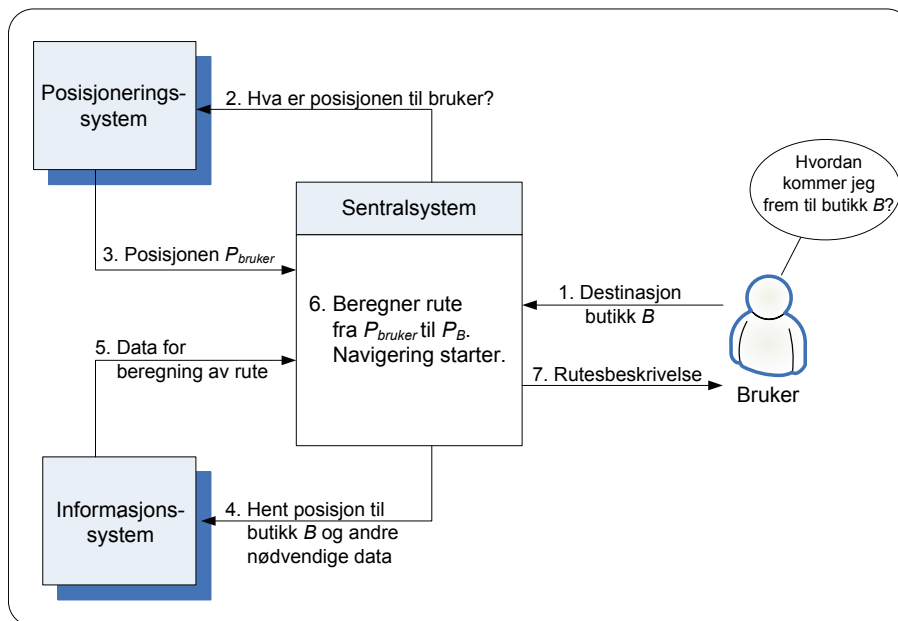
Figur 5.1: De ulike delsystemene som skal bistå synshemmede på et kjøpesenter.

- **Brukeren** er en synshemmet person som befinner seg på et kjøpesenter. Han eller hun kommuniserer med sentralsystemet vha. sin private enhet. Den synshemmede skal kunne navigere seg frem til en spesifikk butikk ved hjelp av systemet. I tillegg skal personen kunne motta informasjon om en gitt butikk, samt signalisere om hjelp til den ansatte i butikken.
- **Posisjonerings-systemet** vil ha ansvar for å beregne posisjonen til brukeren. Systemet skal kunne lokalisere brukerens enhet. Posisjonsdata estimeres ved forespørsel fra sentralsystemet.

- **Sentralsystemet** har i oppgave å formidle navigasjonsinformasjon til brukeren for å veilede ham eller henne frem til ønsket sted på kjøpesenteret. Systemet skal kunne informere om hva som befinner seg like i nærheten, ved forespørsel fra bruker. I tillegg skal det kunne tilby en tjeneste som varslar den ansatte om hjelp i en gitt butikk.
For alle de nevnte tjenestene må systemet sende forespørsel til posisjoneringssystemet for å lokalisere brukeren, samt be informasjonssystemet om nødvendige data for beregning av rute og annen informasjon om en gitt butikk.
- **Informasjonssystemet** skal kunne holde informasjon om butikker, fasiliteter, ansatte og en planoversikt over kjøpesenteret. Systemet skal kunne utlevere nødvendig informasjon etter forespørsel fra sentralsystemet.

5.1.2 Informasjonsflyt - navigasjonstjenesten

Figur 5.2 viser informasjonsflyten når brukeren ønsker å finne frem til butikk B .



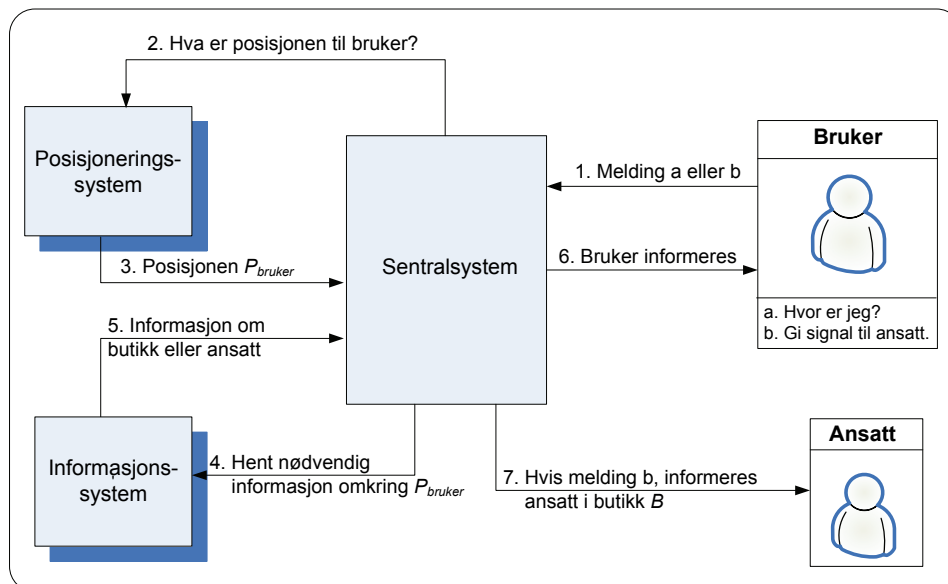
Figur 5.2: Overordnet datautveksling for navigering som skal bistå synshemmede innendørs.

1. Brukeren oppretter en forbindelse til sentralsystemet og får tilgang til informasjon om butikkene og andre fasiliteter på kjøpesenteret. Bru-

- keren velger ønsket butikk B og sender forespørsel om rutebeskrivelse.
2. Sentralsystemet sender melding til posisjoneringssystemet om å beregne brukerens posisjon.
 3. Dette delsystemet foretar beregninger og returnerer posisjon P_{bruker} .
 4. Sentralsystemet ber om nødvendige data fra informasjonssystemet for å kunne beregne en rute.
 5. Informasjonssystemet returnerer ønskede data.
 6. Sentralsystemet beregner ruten fra posisjon P_{bruker} til butikk B (posisjon P_B).
 7. Sentralsystemet navigerer brukeren frem til butikk B , og sender rutebeskrivelse til bruker.

5.1.3 Informasjonsflyt - lokasjonsbaserte tjenester

Den synshemmede skal kunne få informasjon om hva som er i nærheten, samt signalisere om assistanse til en ansatt i en butikk. Figur 5.3 viser dataflyten for disse hendelsene.



Figur 5.3: Overordnet datautveksling når bruker ønsker å vite informasjon om sin posisjon, og varsle ansatt om hjelp i en gitt butikk.

1. Brukeren sender forespørsel a eller b til sentralsystemet.

2. Uavhengig av mottatt melding, utbes posisjonen P_{bruker} til brukeren.
3. Posisjonsdata beregnes og returneres.
4. Sentralsystemet ber om informasjon omkring posisjon P_{bruker} avhengig av hvilken forespørsel som ble mottatt.
5. Informasjonssystemet henter frem og sender ønsket informasjon.
6. Bruker mottar svar på sin forespørsel fra sentralsystemet.
7. Hvis melding b ble sendt, sender sentralsystemet melding til den ansatte tilknyttet butikken i posisjon P_{bruker} .

5.2 Brukerkrav til teknologiene

Blinde og svaksynte har spesielle behov og ønsker. Disse bør utredes tidlig i utviklingsfasen, da deres krav spiller en avgjørende rolle. Denne delen vil se nærmere på og diskutere hvilke aspekter som er viktig for løsningen av problematikken med innendørsnavigering for synshemmede.

5.2.1 Generelt om utvikling

En synshemming kan i første rekke betraktes som et orienterings- og informasjonshandicap. Problemene i dette scenarioet er tett knyttet til disse begrensningene. Flere forsøk har blitt gjort for å utvikle navigeringsverktøy for blinde, både i innendørs og utendørs omgivelser [51]. Likevel har utviklingen av slike hjelpemidler fokusert mer på teknologiene i selve prosessen enn problemene knyttet til navigasjon for blinde. Behovet til den synshemmede blir altså ikke prioritert først ved utviklingen, dette tyder på lite fokus på brukervennlighet og at lite kunnskap hentes inn om innvirkning av navigeringshjelpemidler på de faktiske brukerne. Utviklingen av hjelpemidler for mennesker med spesielle behov innebærer sterk fokusering på brukervennlighet. Det er viktig å skape trygghet hos brukeren og tillit til systemet, av den grunn er sikkerhet et viktig krav [51].

Personer som ikke representerer målgruppen skal ikke teste prototyper av slike hjelpemidler. Seende forsøkspersoner kan ikke simulere synshemmedes oppførsel [51]. I dag er blindestokken og førerhunden de primære orienteringshjelpemidlene, og målet for utviklingen av navigeringsverktøy skal ikke være å erstatte disse, men i stedet å komplementere dem. Stokken gir f. eks. ingen informasjon om hindringer i høyder over livet, mens førerhunden er avhengig av å få instruksjoner fra sin bruker og kan ikke

orientere seg på egenhånd. Et teknisk navigeringshjelpemiddel bør derfor brukes sammen med et av de primære hjelpemidlene [52].

5.2.2 Krav til privat enhet og informasjonsformidling

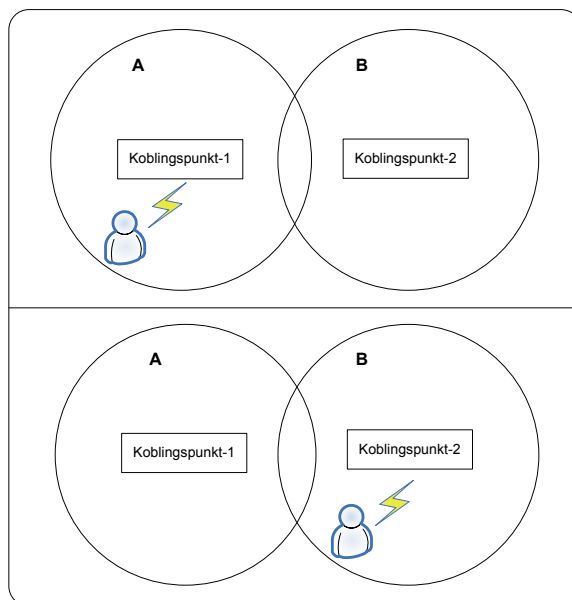
Kravene til den private enheten og informasjonsformidlingen som ble satt i seksjonene 4.2.1 og 4.2.2 gjelder også i dette tilfellet.

5.2.3 Krav til tilkobling

Den synshemmede skal kunne koble seg opp mot sentralsystemet og benytte seg av enhver tjeneste. Tilkoblingsprosessen som tilbys av den trådløse teknologien bør være enkel og kreve lite konfigurasjon.

5.2.4 Krav til automatikk

Når brukeren er tilkoblet systemet, skal vedkommende beholde forbindelsen så lenge det er ønskelig, og uavhengig av sin bevegelse på kjøpesenteret (se figur 5.4).

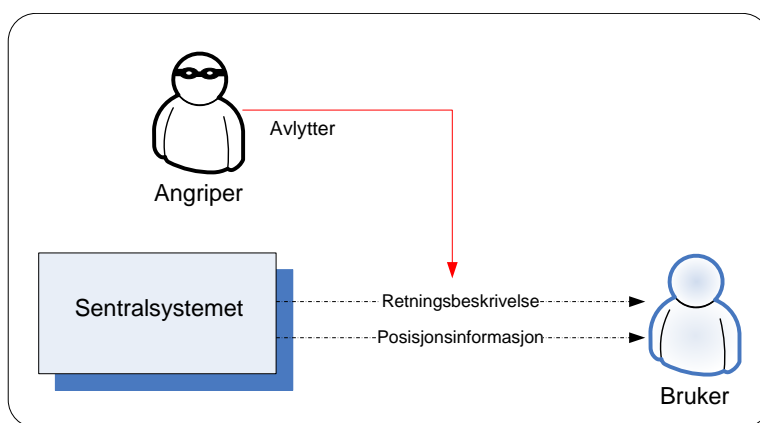


Figur 5.4: Brukeren beveger seg fra området A til B uten å miste forbindelsen.

Brukeren i område A har forbindelse med koblingspunkt-1 og beveger seg mot område B. Når vedkommende befinner seg i område B, vil brukeren ikke lenger ha forbindelse med koblingspunkt-1. Derimot er personen tilkoblet koblingspunkt-2, uten å ha mistet kommunikasjonsforbindelsen i overgangen mellom A og B. Den trådløse teknologien må kunne tilby en slik *roaming* egenskap.

5.2.5 Krav til sikkerhet mellom bruker og sentralsystemet

Vi skal se nærmere på hvilke sikkerhetsmekanismer som er nødvendige å benytte i kommunikasjon mellom bruker og sentralsystemet, se figur 5.5.



Figur 5.5: Kommunikasjon mellom bruker og sentralsystemet.

En av tjenestene er å navigere den synshemmede fra et punkt til et annet vha. retningsinstruksjoner (eks. venstre, høyre). Dersom en tredjepart avlytter denne informasjonen, vil vedkommende kunne overvåke bevegelsen, men vil ha vanskeligheter med å knytte dataene til den aktuelle brukeren. Samtidig gis det ingen konkret informasjon om hvor i området denne bevegelsen foregår. Det er ikke nødvendig å kryptere data som inneholder retningsbeskrivelser.

Systemet tilbyr også to lokasjonsbaserte tjenester som gir informasjon om brukerens posisjon. En angriper kan dermed overvåke hvilke butikker brukeren besøker hyppig og hvor vedkommende oppholder seg på et gitt tidspunkt. Disse tjenestene bør derfor benytte kryptering i kommunikasjon med brukeren.

Det er spesielt viktig å sørge for at angriperen ikke kan manipulere retningsinstruksjonene. Brukeren kan i verste fall ledes ut i feil inngang og rett ut i en trafikkert vei. Konsekvensene av ukorrekt informasjon kan føre

til desorientering, utrygghet og fare for den synshemmede. Informasjon om nærmeste butikk eller fasilitet bør være korrekt, spesielt da brukeren kan benytte dette for å skape et virtuelt kart over kjøpesenteret. Den trådløse teknologien bør tilby integritetskontroll av data.

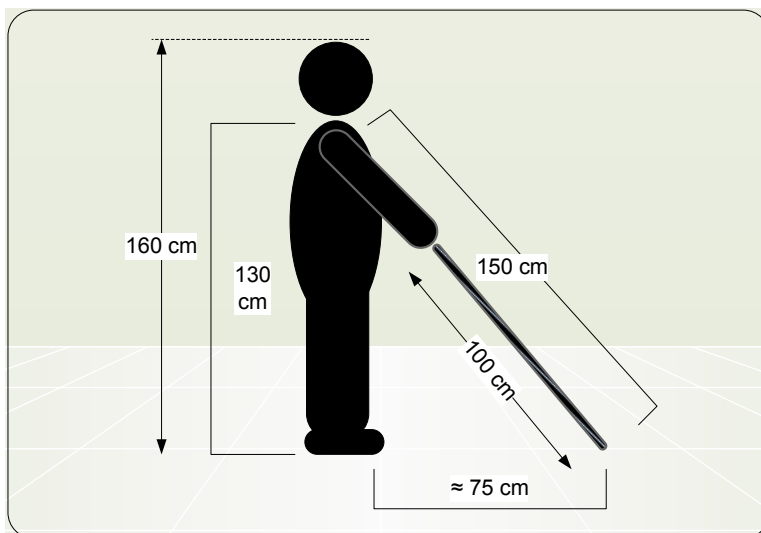
Et annet angrep kan gå ut på at en tredjepart kan gi seg ut for å være et legitimt system. For å skape trygghet og tillitt til systemet er det derfor nødvendig å sørge for at brukeren kommuniserer med riktig system. Teknologien som benyttes bør tilby autentisering av systemet. Tilgang til tjenestene bør begrenses og kun benyttes av personer som trenger dem. Systemet kan vha. autentiseringsmekanismer sørge for at kun autoriserte brukere får tilgang.

Den trådløse teknologien bør tilby følgende sikkerhetsmekanismer:

- Autentisering
- Kryptering
- Dataintegritet

5.2.6 Krav til nøyaktighet av posisjon

Posisjoneringssystemet skal estimere posisjonen til en bruker. Presisjon er derfor et særdeles viktig aspekt å ta hensyn til. Ved måling av posisjon vil det ofte være et avvik, og det må settes en begrensning til denne faktoren.



Figur 5.6: Et mal for et estimat.

Stor feilmargin kan føre til vanskeligheter for synshemmede, så avvik må minimeres. Basert på tilbakemelding fra referansegruppen, bør ikke avvi-

ket overstige avstanden mellom brukerens fot og spissen av blindestokken. For en person som er ca. 160 cm høy og bruker en blindestokk på 100 cm, vil denne lengden være tilnærmet lik 75 cm (se figur 5.6).

5.2.7 Krav til rekkevidde

Tjenester som tilbys av systemet skal være tilgjengelige uansett hvor brukeren befinner seg på kjøpesenteret. Det er ikke faste krav til lengden av rekkevidden, derimot må den tilpasses bygningen slik at hele kjøpesenterets areal dekkes.

5.2.8 Krav til overføringshastighet

Informasjonen som utveksles mellom systemet og bruker utgjør små datamengder. Likevel bør overføringshastigheten være høy nok når systemet skal formidle navigeringsdata i sanntid. Det skyldes at brukeren ikke skal vente for lenge på neste instruksjon.

5.3 Evaluering av teknologier

Teknologien som anvendes skal kunne innfri forventningene til bl.a. brukervennlighet, sikkerhet og pålitelighet. Kravene i forrige seksjon er derfor vesentlige i analysen som følger. Den vil drøfte fordeler og ulemper ved bruk av teknologiene Bluetooth, WiFi og RFID/NFC.

5.3.1 Mulighetene med håndholdte enheter

Mobiltelefoner, PDA-er og smarttelefoner tilbyr ulike funksjoner, mens de to sistnevnte gir mulighet for bruk av mer krevende programvare. Nuanse Talks og Zooms er programvare-løsninger som kan installeres på noen PDA-er og smarttelefoner. Disse programvarene forstørker tekst og/eller omformer den til tale. Flere håndholdte enheter leveres med Bluetooth, mens WiFi er forbeholdt PDA-er og smarttelefoner. Få håndholdte enheter leveres med NFC som er en type RFID-teknologi. Seksjonene 4.3.1 til 4.3.3 gir mer utfyllende informasjon.

5.3.2 Tilkoblingsmuligheter

I seksjon 4.3.4 ble det fortalt om tilkoblingsprosessen for Bluetooth, WiFi og NFC (se figur 4.10). Disse gjelder også i dette tilfellet.

På lik linje med NFC tilbyr RFID-teknologien en allsidig tilkobling og involverer brukeren i liten grad. Tilkoblingen settes i gang ved at det dannes et magnetisk felt mellom enhetene som kommuniserer.

5.3.3 Autentisering, kryptering og dataintegritet

Mulige autentiserings- og dataintegritetsmekanismer for Bluetooth, WiFi og NFC ble allerede diskutert i seksjon 4.3.5.

Bluetooth benytter en strømsiffer for å kryptere data. Nøkkelstrømmen har også sitt opphav i PIN-koden som brukes i autentiseringsprosessen.

Et *WiFi*-nettverk kan også benytte krypteringsmetodene inkludert i WPA og WPA-2. Ved bruk av en autentiseringsserver vil f.eks. denne ta seg av generering av krypteringsnøkler som skal brukes mellom basestasjonene og den mobile-enheten [36,40].

Innenfor *RFID*-teknologien leveres det brikker med støtte for både autentisering og kryptering. Kommunikasjonen mellom en leser og brikke kan avlyttes av en angriper. Integritetsmekanisme på et høyere lag kan være med på å forhindre et eventuelt modifieringsangrep [53].

5.3.4 Nettverksmulighet

Et *Bluetooth*-nettverk, også kalt piconet, kan bestå av maksimalt 8 aktive enheter. En av disse vil være master-noden, mens de andre nodene er slaver. All kommunikasjon mellom slaver må foregå via master-noden. Flere piconet kan også danne et scatternet. Det betyr at en av nodene må veksle mellom å være slave og master ut ifra hvilket nettverk den opererer i [6].

Oppsetning av et *WiFi*-nettverk vil bestå av en eller flere basestasjoner som er aksesspunkter til nettverket. Disse kan enten kobles sammen trådløst (repeater-modus), eller med en trådbunden Ethernet-forbindelse. WiFi gir dessuten støtte for flere tilkoblede brukere enn Bluetooth [34].

En gruppe med *RFID*-brikker eller *NFC*-targets kan ikke forbindes sammen til et nettverk. Informasjonen som holdes i hver enkel brikke eller target kan ikke utveksles i mellom dem [35,54].

5.3.5 *Roaming*

Bluetooth-standarden har ingen støtte for *roaming* og det medfører at brukeren må involveres for å sette opp en ny forbindelse [6]. Derimot oppfylder WiFi dette kravet, og brukere kan bevege seg fritt uten å miste forbindelsen til det trådløse lokalnettverket [34]. Verken RFID- eller NFC-teknologien er laget for nettverk, og har derfor ingen slik egenskap.

5.3.6 **Rekkevidde, strømforbruk og overføringshastighet**

Egenskapene som rekkevidde, strømforbruk og overføringshastighet ble belyst i seksjonene 4.3.7 og 4.3.8, og tok for seg teknologiene Bluetooth, WiFi og NFC.

Innenfor *RFID*-teknologien varierer rekkevidden med tilgjengelig energikilde og hvilken radiofrekvens den opererer på, mens overføringshastigheten varierer med frekvensbåndet [53, 55]. Passive brikker benytter elektromagnetisk induksjon for overføring av data, noe som medfører kort rekkevidde. Aktive brikker som har en strømkilde tilbyr lengre rekkevidde [35].

5.3.7 **Interferens**

På kjøpesenteret, kan systemet interferere med mobile enheter (f.eks. bærbar PC, mobil, smarttelefon) utstyrt med aktive trådløse sendere. I tillegg til andre fysiske objekter (f.eks. tak og vegger) kan alle disse elementene forstyrre signalene og i verste fall føre til at tjenestene blir utilgjengelige for brukerne.

WiFi og Bluetooth opererer i det ulisensierte ISM båndet på frekvens 2.45 GHz, og kan dermed forstyrre hverandre. Bluetooth løser likevel dette vha. frekvenshopp på bestemte intervaller [33]. NFC benytter en kort rekkevidde, og vil interferere i svært liten grad med andre trådløse sendere.

For en RFID-brikke vil graden av interferens med andre objekter være forbundet med radiofrekvensen som den opererer på. Valget av høyere radiofrekvens fører med seg ulemper, nemlig at signalet ikke kan penetrere materialer som metall og vann like godt ved et lavere frekvensområde [53].

5.3.8 **Drøfting av tjenestetilbydende nettverkssystemer**

På kjøpesenteret skal det finnes et tjenestetilbydende system, samt et posisjoneringssystem. Denne seksjonen ser nærmere på noen av forutsetningene i forhold til oppbygningen av et nettverk som skal tilby tjenester.

Bluetooth

Det må settes opp nok Bluetooth-moduler i kjøpesenteret til at hele området dekkes. Det er naturlig å velge Bluetooth-moduler med lang rekkevidde for å dekke store områder, men det vil gå på bekostning av strømforbruk. Hver modul vil være et tilkoblingspunkt til nettverket som tilbyr tjenestene.

Bluetooth-adressen kan benyttes til å autentisere brukeren. En ulempe er at adressen kringkastes ukryptert ved søk og tilkobling. En angriper vil kunne fange opp denne informasjonen, men et slikt angrep er vanskelig og kostbart å utføre. En slik løsning vil dessuten kreve en egendefinert krypteringsmekanisme.

Autentiserings- og krypteringsmekanismene definert i standarden kan ikke benyttes, da disse ikke tilbyr nok fleksibilitet. Disse mekanismene vil nemlig kreve inntasting av PIN-kode på klientsiden og på en modul som fungerer som et tilkoblingspunkt. Til tross for at en av partene kan generere en PIN-kode, vil den kun brukes for forbindelsen mellom de to gjeldende parter. Dette medfører at brukeren må forholde seg til én PIN-kode for hvert tilkoblingspunkt på kjøpesenteret. Det er nødvendig med en forhåndsbestemt PIN-kode som kan brukes for kobling til alle tilkoblingspunktene. Autentisering og kryptering må derfor håndteres av det øvre applikasjonslaget.

Manglende støtte for *roaming* medfører at brukeren må utføre tilkobling mot hvert enkelt tilkoblingspunkt. Bluetooth tilbyr heller ingen integritetskontroll av data, og det er en svakhet ved teknologien. Teknologien kan dessuten ha et begrenset antall aktive brukere, noe som er lite fordelaktig til bruk i et kjøpesenter med mange besøkende.

WiFi

Teknologien tilbyr lang rekkevidde som kan dekke store områder. For å dekke kjøpesenterets areal må det plasseres nok WiFi-basestasjoner. De to tilkoblingsmulighetene nevnt i seksjon 5.3.4 kan kombineres for å tilpasse nettverket til bygningen. Når en klient kobler seg til en av disse basestasjonene, vil brukeren få tilgang til tjenestene.

I motsetning til Bluetooth muliggjør WiFi at brukeren kan bevege seg fritt, uten å måtte koble seg til på ny for hver basestasjon han/hun benytter i sitt opphold på kjøpesenteret. En annen fordel med WiFi er at det eksisterer et innebygd sikkerhetslag som kan sentraliseres og innbefatter kryptering, autentisering og dataintegritetskontroll. I tillegg kan et system basert på WiFi ha et stort antall klienter tilkoblet nettverket. På en annen side har

WiFi et høyere strømforbruk enn Bluetooth. WiFi har likevel flere fordeler som gjør at den egner seg bedre som et tjenestetilbydende system.

RFID/NFC

RFID-brikker som plasseres omkring på kjøpesenteret kan være av typen aktive eller passive. NFC-teknologien som er den eneste varianten tiltenkt håndholdte enheter, vil utelukkes pga. den korte rekkevidden, da den synshemmede vil få problemer med å lokalisere en NFC-modul. Bruken av brikker med lang rekkevidde medfører at signalet svekkes i stor grad av besøkende på kjøpesenteret. Men da teknologien ikke er designet for nettverk blir det vanskelig å tilby tjenester kun ved bruk av RFID/NFC.

5.4 Posisjoneringsplattformer

Brukerens posisjon er en sentral faktor for alle tjenestene som tilbys. Denne seksjonen evaluerer om Bluetooth, WiFi eller RFID kan brukes til utvikling av et posisjoneringssystem.

5.4.1 Tidligere forskning

Denne delen tar for seg tidligere forskningsarbeid og hvordan disse har gått frem, samt hvilke resultater som ble oppnådd.

Posisjonering med Bluetooth

Bluetooth har ved flere anledninger blitt prøvd ut i posisjoneringssystemer [56, 57]. Ett forsøk har gått ut på å plassere en mengde Bluetooth-moduler forskjellige steder i et lokale. Disse konfigureres til å kunne bli oppdaget av andre enheter. Posisjonen til en gitt enhet bestemmes ut ifra hvilke stasjonære moduler enheten finner ved søk. Feilmarginen i dette forskningsarbeidet er oppgitt til å være 2-3 meter [57].

En annen metode som har vært utprøvd går ut på å la klienten forespørre en server om egen posisjon. Det utføres målinger av tiden det tar å opprette en forbindelse til forskjellige servere. Posisjonen bestemmes da vha. triangulering. Test-resultatene viser at det tar gjennomsnittlig 5.3 sekunder å opprette forbindelse og beregne posisjonen. Den gjennomsnittlige feilmarginen er +/- 1.7 meter, men feilen kan i verste fall være tilnærmet maks rekkevidde, nemlig 10 meter [56].

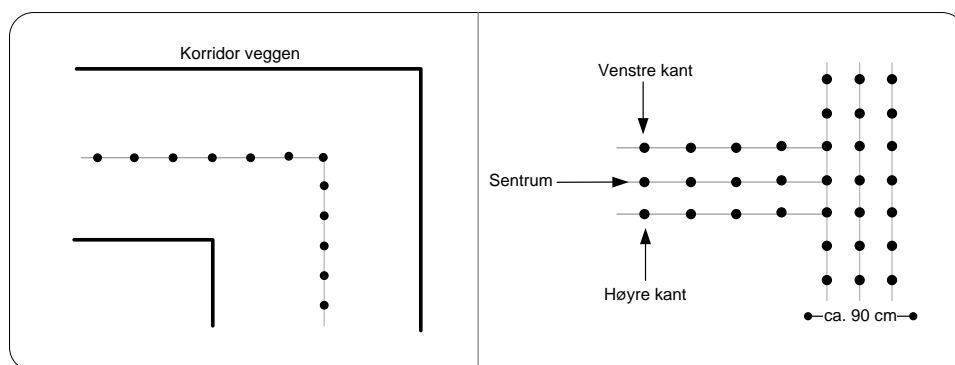
Posisjonering med WiFi

WiFi har også vært utprøvd som en mulig kandidat for innendørs posisjonering. En metode går ut på å knytte de forskjellige basestasjonene til et gitt geografisk område. Ved å identifisere hvilken basestasjon klienten er tilknyttet, kan man dermed estimere posisjonen til denne klienten [58]. Metoden er enkel å implementere, men siden hver basestasjon dekker et stort område oppnås lav presisjon. I et annet utprøvd system plasseres et *radioøye* i taket som dekker et kjegleformet område under seg. Denne løsningen gir en nøyaktighet på +/- 1 meter, selv i et område med hindringer.

Det er blitt utarbeidet en ligning, den såkalte Friis-ligningen, som uttrykker signalstyrke som funksjon av avstand, og benyttes innenfor telekommunikasjon [59]. Den Friis-baserte kalibreringsmodellen (FBCM) bruker en modifikasjon av denne ligningen, da den kun er optimalisert for et åpent terreng. En annen modell sammenligner signalstyrken med tidligere målinger (referansepunkter). Ingen av disse gir tilfredsstillende resultater, men en sammensetning av FBCM og bruk av referansepunkter gir en feilmargen på +/- 1.2 meter. Nøyaktigheten av posisjonen er avhengig av antall referansepunkter eller aksesspunkter som er satt opp i området [60].

Posisjonering med RFID

Innendørsnavigering med RFID er blitt undersøkt i flere arbeider [61], [62] og [63]. Disse arbeidene bygger alle på samme grunnidé, nemlig å skape virtuelle veier vha. passive brikker (se figur 5.7). Systemene forutsetter bruk av en RFID-leser integrert i en blindestokk eller i en sko, Bluetooth og en avansert telefon.



Figur 5.7: Virtuelle veier konstruert vha. RFID-teknologien.

Brikker som dekker en avstand på opptil 1.0 meter tas i bruk, og det lagres opplysninger om f.eks. avstanden til ulike fasiliteter, om stien er en blindvei eller om stien fører til en utgang. En type virtuell vei formes ved å plassere brikkene i en linje, der informasjonen i dem står i henhold til sin posisjon i bygningen [62,63].

En annen løsning er å lage et rutenett som består av to sidekanter og ett midtpunkt. Hver brikke, med en rekkevidde på ca. 15 - 20 cm, assosieres med en unik ID og sin posisjon i stien; høyre, venstre eller senter. Hver av disse posisjonsverdiene har en unik lyd som skal gi brukeren informasjon om sin posisjon i stien. Systemet har en feilmargin på mindre enn 20 cm [61]. I alle systemene må brikkene integreres i underlaget.

5.4.2 Drøfting av posisjoneringsplattformene

Flere håndholdte enheter leveres med Bluetooth- og/eller WiFi-moduler, og et posisjoneringsystem kan benytte disse til å lokalisere eieren.

Bluetooth kan interferere med andre trådløse nettverk (eks. WLAN, Bluetooth), men muligheten for og konsekvensen av interferens reduseres likevel av frekvenshoppingsmetoden. Bruk av lang rekkevidde virker på signalkvaliteten og signalet kan dessuten svekkes av fysiske objekter (vegger, tak, etc.). Alle disse faktorene kan påvirke utførelsestid av posisjonsbestemmelsen. Flere Bluetooth-noder med kort rekkevidde er å foretrekke framfor færre noder med lang rekkevidde, da man på den måten sørger for bedre signalkvalitet og dermed gjør tjenesten mer robust. Tidligere arbeid har påvist at bruk av flere Bluetooth-noder gir høyere presisjon, men på bekostning av utførelsestid. For hver node som skal inngå i beregningen, må en oppkobling foretas, samt at søketiden øker [56]. En feilmargin på 1.7 meter er uansett ikke tilfredsstillende for formålet i denne sammenhengen. Det vil ikke være tilstrekkelig å kun basere bestemmelsen av posisjonen på hvilke tilkoblingspunkter klienten er koblet til.

WiFi er et annet interessant alternativ. Signalet forplanter seg gjennom omgivelsene og utsettes for varierende grad av forstyrrelser. Disse vil påvirke beregningen av posisjonsverdien på lik linje med bruk av Bluetooth. En fordel er at WiFi har støtte for *roaming*, noe som fører til at brukeren slipper å foreta ny tilkobling for hver basestasjon. En oppkoblingen i WiFi kan dessuten ta kortere tid å opprette enn en forbindelse i Bluetooth [64]. I en WiFi-basert posisjoneringsplattform brukes det kortere tid på prosessen som omfatter tilkobling og beregning av posisjon enn ved bruk av Bluetooth [56,60]. WiFi kan i tillegg oppnå bedre presisjon. Tidligere eksperimenter viser en feilmargin på +/- 1.2 meter og +/- 1 meter.

RFID-teknologien er også blitt vurdert som basis for et posisjoneringssys-

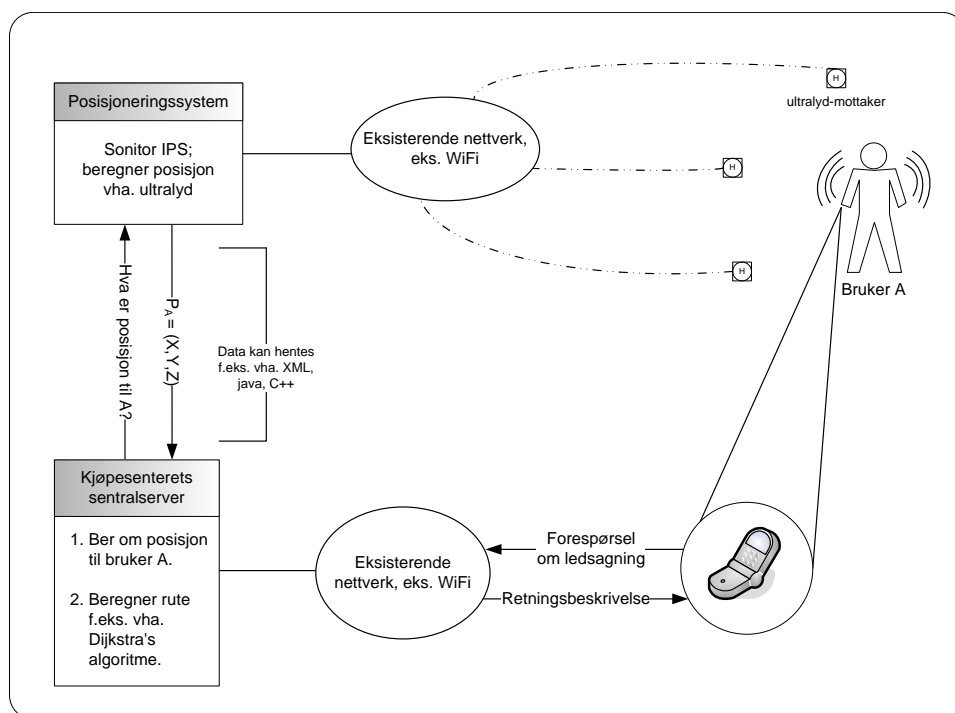
tem. Signalet til brikker med lang rekkevidde svekkes i stor grad av vann og metall. Besøkende i kjøpesenteret vil dermed være med på å blokkere signalet, da ca. 70 % av menneskekroppen er vann [53]. Lokalisering av en håndholdt enhet med NFC-modul vil derfor være vanskelig.

I tidligere forskningsarbeid skapes virtuelle veier vha. passive brikker med kort rekkevidde. Veier formet som en enkel linje av passive brikker kan bli vanskelig å finne til tross for at de har en bredde på opptil 1 meter. Det kommer av at dagens korridorer på kjøpesentre er bredere [62,63]. For å holde en bruker innenfor en trygg sti, vil en virtuell vei bestående av et senterpunkt og sidekanter være fordelaktig. På den måten vil brukeren vite om han eller hun befinner seg på høyre eller venstre side av stien. Den totale bredden er på ca. 90 cm og kan muligens være for smal. Til tross for at systemet krever noen forbedringer, har testresultatene ved bruk av denne type virtuelle vei vært positive [61]. Systemene krever både spesiallaget utstyr og at brikkene integreres i underlaget. Løsningene må også kombineres med en annen trådløs teknologi (f.eks. WiFi) for å tilby navigasjons- og lokasjonsbaserte tjenester.

5.4.3 Alternativ løsning

Ultral lyd er høyfrekvente lydbølger som ikke kan oppfattes av mennesker, men deler av dette området kan høres av flaggermus. Sonitor Technologies har studert hvordan flaggermusene kommuniserer, samt hvordan posisjon og avstand utarbeides, og har utviklet et innendørs posisjoneringssystem (IPS) basert på ultral lyd [65].

Tanken er at hver bruker utstyres med en brikke som sender ut et unikt ultral ydsignal. Dette vil oppfattes av mottakere omkring i bygget og overføres i digital format via et eksisterende nettverk (f.eks. WiFi) til en sentral server. Her lagres all informasjon om brikkens lokasjon og tidspunkt av signal-mottaket. Systemet kan lokalisere og overvåke brukerens bevegelse i sanntid. Den nødvendige presisjonen som kreves for denne sammenhengen kan oppnås ved å plassere flere ultral yd-mottakere omkring i bygget [65]. Sonitors IPS kan integreres med andre systemer eller annen programvare. F.eks. kan lokasjonsdata aksesseres vha. av et grensesnitt basert på XML, Java, C++, etc. Figuren 5.8 viser en systemarkitektur hvor Sonitors IPS benyttes. Når brukeren benytter seg av navigasjonstjenesten vil sentralserveren foreta ruteberegning vha. posisjonsdata. Brukeren vil mota rutebeskrivelse via sin håndholdte enhet.



Figur 5.8: Bruken av ultralyd for posisjonering.

5.5 Oppsummering

Vi har belyst svake og sterke sider ved teknologier med hensyn på brukervennlighet og sikkerhet, se figur 5.9.

PDA-er og smarttelefoner gir mulighet for utvikling og installering av ny programvare. Programvarene Talks, Zooms og MobileSpeak kan installeres i enkelte av disse. Samtlige håndholdte enheter leveres med Bluetooth og WiFi, men svært få tilbyr NFC-teknologien.

De trådløse teknologiene har blitt vurdert både som et tjenestetilbydende system og en mulig posisjonsplattform. Bluetooth tilbyr en enklere tilkobling enn WiFi, men begrenses av manglende støtte for *roaming*. Bruken av Bluetooth-moduler med lang rekkevidde kan være med på å minke antall tilkoblinger en bruker må utføre i sitt opphold på kjøpesenteret. En ulempe ved bruk av lang rekkevidde er høyt strømforbruk.

På en annen side vil presisjonen av utregnet posisjon påvirkes, da nøyaktigheten er avhengig av antall Bluetooth-moduler i området. De innebygde sikkerhetsmekanismene kan ikke anvendes, da disse er lite fleksible. Teknologien tilbyr heller ingen integritetskontroll av data, men bruken av frekvenshopping vil hindre avlytting og forandring av data i noen grad.

	WiFi	Bluetooth	RFID/NFC
Håndholdte enheter	Kun i avanserte telefoner	I de aller fleste	I svært få
Tilkobling	Bruker involveres	Bruker involveres	Bruker involveres i liten grad
Autentisering og kryptering	WPA og WPA-2	Begge mekanismene har opphav i PIN-koden	RFID: Varierer NFC: Implementering på et høyere lag er mulig
Dataintegritet	Message Integrity Code	Tilbyr ingen eksplisitt mekanisme	Tilbyr ingen eksplisitt mekanisme
Nettverk	Ja	Ja	Nei
Roaming	Ja	Nei	Nei
Rekkevidde	ca. 30 – 70 m	1 m , 10 m og 100 m	RFID: Varierer NFC: ca. 5 – 10 cm
Overførings-hastighet	11 – 54 Mbps	Opptil 3 Mbps	RFID: Varierer NFC: 106, 212 og 424 Kbps
Strøm	Høyt forbruk	Lavt forbruk	Lavt eller ingen forbruk

Figur 5.9: Kort oppsummering av analysen.

I motsetning til Bluetooth gir WiFi støtte for *roaming*, og vil være fordelaktig til bruk for et tjenestetilbydende nettverk. Sikkerhetsmekanismene definert i WiFi-standardene er fleksible og oppfylder de nødvendige kravene, dessuten tilbyr den integritetsjekk av data. En svakhet er høyt strømforbruk, men på en annen side tilbys høy overføringshastighet som er tilstrekkelig for å gi en online navigasjonstjeneste. En WiFi-basert posisjoneringssystem gir bedre presisjon enn et posisjoneringssystem basert på Bluetooth. Presisjonen er likevel ikke tilfredstillende nok.

RFID/NFC har lavt strømforbruk og tilbyr en enkel tilkobling. Lang rekkevidde vil ikke kunne anvendes på et kjøpesenter pga. stor grad av interferens med besøkende. Rekkevidden som tilbys av NFC er dessuten for kort for de aktuelle tjenestene som skal tilbys. En manglende egenskap ved RFID/NFC er muligheten til å danne et nettverk, og teknologiene kan av den grunn ikke benyttes til å bygge et tjenestetilbydende system.

RFID egner seg bedre som en posisjoneringssystem sammenlignet med de andre teknologiene. Ideen som ligger til grunn er å lage virtuelle veier vha. brikker med kort rekkevidde. For å kunne tilby tjenestene må teknologien imidlertid kombineres med en annen trådløs teknologi som WiFi. Et interessant alternativ til RFID er bruk av ultralyd, og en posisjoneringssystem basert på denne teknologien tilbys av Sonitor Technologies.

KAPITTEL 6

Oppsummering og konklusjon

6.1 Oppsummering

I denne oppgaven har vi drøftet forskjellige trådløse teknologier og deres potensiale til å hjelpe synshemmede i utvalgte situasjoner. I evalueringen har brukervennlighet og sikkerhet vært sentrale faktorer, og av den grunn har det vært viktig å gi leseren et innblikk i målgruppens livssituasjon og behov. Dette inkluderte i korte trekk forskjellige årsaker til synshemming og hvilke konsekvenser den medfører, i tillegg til hjelpemidler som bistår synshemmede i hverdagen.

I samtale med synshemmede ble det satt søkelys på utfordringene de møter i dagliglivet. Tre scenarioer ble fremhevet, to av dem knyttet til bruk av kollektivtransport, mens én ble rettet mot navigering og orientering på et kjøpesenter. Problemene og hindringene i disse ble beskrevet, samt hvilke tilretteleggingsmetoder og tiltak som eksisterer i dag.

En løsning på problemene i scenarioene ble skissert i form av en overordnet systemarkitektur. Denne omfattet beskrivelse av arkitekturens elementer og informasjonsflyt for de ulike tjenestene. Målgruppen har spesielle behov og ønsker, og disse ble lagt til grunn når brukerkrav ble presentert og diskutert. Dette ble etterfulgt av en analyse som kartla hvilke trådløse teknologier som egner seg best til å løse problemene i de utvalgte scenarioene. Teknologiene Bluetooth, IrDA, WiFi og RFID/NFC ble evaluert mht. de satte kriteriene og oppgaven undersøkte fordeler og ulemper med hver av dem.

6.2 Konklusjon

I denne oppgaven har vi undersøkt hvorvidt trådløs teknologi kan hjelpe blinde og svaksynte i bestemte situasjoner. Bakgrunn om synshemmede har vært betydningsfull for å kunne forstå hvilke utfordringer synsproblemet fører med seg, og hvordan det påvirker mennesket. I arbeidet har vi derfor brukt en referansegruppe med varierende grad av synshemming. Jevnlig kommunikasjon med denne gruppen har vist hvor viktig det er å være oppmerksom på deres behov og ønsker ved utvikling av applikasjoner for synshemmede. Deres krav har derfor stått sentralt i analysen gjennomført i denne oppgaven. Vi har særlig sett på noen vanlige problemer ved kollektivtransport og navigering innendørs i store bygg. Ulike teknologier, som alle er tilgjengelige på markedet, er undersøkt: Bluetooth, IrDA, WiFi og RFID/NFC. Teknologiene imøtekommer brukerkravene i varierende grad.

IrDA og NFC tilbyr en mer allsidig tilkoblingsprosess og lavere strømforbruk enn WiFi og Bluetooth. Begge teknologiene har likevel egenskaper som setter en betydelig begrensning for en anvendelse ombord på busser og på holdeplasser. IrDA krever at sender og mottaker er plassert i direkte linje med hverandre, samt å ha fri sikt. NFC tilbyr derimot for kort rekkevidde. Bluetooth og WiFi er å foretrekke, da disse ikke har slike begrensninger. Bluetooth krever imidlertid et egetdefinert sikkerhetslag, mens WiFi inkluderer innebygde sikkerhetsmekanismer som kan benyttes. WiFi er mer kompleks å sette opp og krever en del konfigurering, men tilbyr på sin side alt som kreves innen dataoverføring for anvendelser på busser og holdeplasser.

Både GPRS og SMS har blitt diskutert som en mulig kommunikasjonskanal i infrastrukturen. I tillegg til manglende integritetskontroll, har GPRS svakheter i autentiseringsprosessen. SMS er lite brukervennlig for synshemmede da tjenestene må utformes vha. tall- og bokstavkoder. Et alternativ er WiFi, men det kan være vanskelig å dekke et geografisk område som skal omfatte kollektivtransport. WiMAX tilbyr en større rekkevidde, og er således et bedre valg.

Mange av de samme fordelene og ulempene gjør seg gjeldende i analysen knyttet til problemene med orientering og navigering på et kjøpesenter. I tillegg kan det nevnes at både RFID og NFC utelukkes i stor grad pga. manglende egenskap til å danne et nettverk. Både Bluetooth og WiFi har denne egenskapen, men Bluetooth er utilstrekkelig, da brukeren aktivt må opprette en forbindelse til hvert tilkoblingspunkt. WiFi vil derimot la brukeren være tilkoblet det tjenestetilbydende systemet på kjøpesenteret så lenge det er ønskelig.

Både tilkobling, rekkevidde og signalstyrke er essensielle faktorer som påvirker beregning av posisjonen. Det viser seg at verken Bluetooth eller WiFi gir tilfredsstillende resultater, da presisjonen ikke er god nok. Passive RFID-brikker kan brukes for å lage virtuelle veier, og har vist seg å gi gode resultater. En ulempe er at systemet krever en spesiell blindestokk, samt at brikkene må integreres i underlaget. En konkurrerende løsning kan derfor være posisjoneringssystemet utviklet av Sonitor Technologies, som er basert på ultralyd. Systemet tilbyr i utgangspunktet nøyaktighet på romnivå, men Sonitor leverer også utstyr med vesentlig høyere presisjon. Begge de nevnte posisjoneringssystemene må kombineres med en annen trådløs teknologi som WiFi for å tilby navigasjonstjeneste og lokasjonsbaserte tjenester.

6.3 Videre arbeid

Vi har sett på fordeler og ulemper ved forskjellige trådløse teknologier for å hjelpe synshemmede. Grunnet tidsbegrensning og omfanget av applikasjonutvikling som kreves for bruksområdene, ble ingen prototyper utviklet.

Selv om enkelte teknologier ser ut til å egne seg bedre som plattform for slik utvikling, må det tas i betraktning at andre problemstillinger kan dukke opp under arbeidet. Det må jevnlig vurderes om løsningen skaper trygghet, pålitelighet og om problemene i de utvalgte scenarioene reduseres. På en annen side må det også vurderes om løsningen er prisgunstig og om den har en verdi for mennesker utenfor kjernegruppen.

Serverapplikasjonene må implementeres, slik at den kan håndtere forespørsler fra klientapplikasjonen som kjører på en PDA eller smarttelefon. Klientapplikasjonen må kunne samhandle med en annen programvare som presenterer data i tale eller forstørret tekst. En vurdering av hvilke programmeringsteknologier som egner seg best, er derfor nødvendig. Sikkerheten i sentralsystemene ble ikke vurdert i denne oppgaven og det bør redegjøres for hvilke sikkerhetsmetoder som må tas i bruk. For eksempel bør kun autoriserte ansatte ha tilgang til data om brukere.

All informasjon som presenteres skal være kortfattet og relevant. Den skal interferere minst mulig med informasjonen som den synshemmede samler fra omgivelsene. Omfanget av informasjon som presenteres av de ulike applikasjonene må vurderes og tilpasses synshemmede på en best mulig måte.

I analysen av kollektivtrafikkjenester kom det frem at WiFi og Bluetooth er å foretrekke. En løsning går ut på å kombinere WiFi med annen trådløs

teknologi, eksempelvis WiMAX. WiFi krever installasjon og konfigurasjon av basestasjoner på holdeplasser og ombord på busser. Rekkevidden på holdeplassen må tilpasses vha. målinger. WiFi og WiMAX må eventuelt integreres i utstyret som skal brukes på lokalsystemene.

Når det gjelder påstigningsproblematikken kan en løsning være å la Bluetooth kun formidle nødvendig informasjon (f.eks. holdeplassnummer, bussnummer og web-adresse til serverapplikasjonen) via en usikker kommunikasjonskanal. Tjenestene kan gjøres tilgjengelige på en web-adresse og brukeren kan få aksess via WAP. Sikkerheten håndteres da utelukkende av WAP-laget, og tjenesten kan kombineres med eksempelvis programmene Talks og/eller Zooms. Løsningen kan integreres i systemet som nå brukes av Oslo og Akershus Trafikkservice AS, da systemet allerede tilbyr en WAP-tjeneste. Løsningen egner seg nok mindre til bruk ombord på bussen. En begrensning er at serverapplikasjonen maksimalt kan ha syv aktive forbindelser av gangen. Et tiltak kan være å la serverapplikasjonen bruke metoden *first-in, first-out* for å tilby forbindelse til nye enheter.

Et tjenestetilbydende system, basert på WiFi, må installeres på kjøpesenteret. Basestasjonene må konfigureres og plasseringen av disse må tilpasses bygningen. Nødvendig informasjon om tilhørende butikker og fasiliteter må samles inn og lagres i informasjonssystemet. WiFi må dessuten integreres med et posisjoneringssystem basert på RFID. En eventuell graf over de virtuelle veiene må utarbeides, og data om ID og plassering for hver av brikkene bør lagres. Disse data er nødvendige for tjenestene som skal tilbys. Imidlertid kan det være interessant å veie en RFID-basert posisjoneringsplattform opp mot et IPS basert på ultralyd, da i forhold til kostnader, brukervennlighet, sikkerhet og bruksverdi på sikt. Det er da nødvendig å lage en graf basert på planoversikten til kjøpesenteret. Uavhengig av posisjoneringsplattform må det utvikles applikasjon som beregner en rute, navigerer brukeren på en enkel måte og utarbeider nødvendig data for de lokasjonsbaserte tjenestene.

Til slutt er det verd å nevne at prototypene jevnlig må testes av representanter fra målgruppen. Det er også nødvendig at testpersonene representerer ulike aldersgrupper.

BIBLIOGRAFI

- [1] Statistisk sentralbyrå, "Statistikk om Transport i Norge". 2005.
<http://www.ssb.no/transport/>, per okt. 2007.
- [2] A. Haraldsen. *Den forunderlige reisen gjennom datahistorien*. Tano Aschehoug, 1999.
- [3] Statistisk sentralbyrå, "Statistikk om informasjonssamfunnet i Norge". 2006.
<http://www.ssb.no/ikt/>, per okt. 2007.
- [4] Norsk Telemuseum, "Telehistoriske glimt – telekommunikasjon før og nå". 2006.
http://www.norsktele.museum.no/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=406&Itemid=76, per sep. 2007.
- [5] Infrared Data Association.
<http://www.irda.org>, per jan. 2008.
- [6] Bluetooth.org.
<http://www.bluetooth.org/>, per okt. 2007.
- [7] Sintef.
<http://www.sintef.no>, per mar. 2008.
- [8] G. Aasland. *Blindesaken i Norge*. Norges Blindforbund, 1959.
- [9] *Louis Braille - Mannen som oppfant blindeskriften*. Norges Blindforbund.
<http://www.blindforbundet.no/CDA/viewfile.aspx?id=1285>, per aug. 2007.

- [10] Blindeforbundet.no, "Leverandører av synshjelpemidler".
<http://blindeforbundet.no/CDA/storypg.aspx?id=158&zone=24&parentzone=188&Ver=1>, per aug. 2007.
- [11] *Bank for alle*. Norges Blindeforbund, 2006.
<http://www.blindeforbundet.no/cda/viewfile.aspx?id=1444&ver=1>, per aug. 2007.
- [12] A. K. B. Ernes. "Forbyr nettsteder som blinde ikke kan lese". Juli 2007.
<http://www.digi.no/php/art.php?id=388194>, per okt. 2007.
- [13] Nlb.no, "Aftenposten som DAISY-lydavis". Mars 2007.
<http://nlb.no/articleview.aspx?articleID=402>, per okt. 2007.
- [14] R. Lehtinen, D. Russell og G. G. Sr. *Computer Security Basics*. O' Reilly Media, 2. utg., juni 2006.
- [15] *Modul 5 - Synshemmede*. Norges Funksjonshemmedes Idrettsforbund, 2005.
<http://www.nfif.no/files/%7B7B3C912E-0F2F-4B4F-AF66-A61B59B4BA4B%7D.pdf>, per nov. 2007.
- [16] B. Hjorth. *Problemer med synet*. Rikstrygdeverket, 2000.
<http://www.nav.no/binary/1073748640/file>, per okt. 2007.
- [17] Wikipedia.org, "Eye".
<http://en.wikipedia.org/wiki/Eye>, per okt. 2007.
- [18] B. Nygård. *Et inkluderende samfunn*. Norges Blindeforbund, 2004.
http://www.blindeforbundet.no/nbf/publikasjoner/brosjyrer/Et_inkluderende_samfunn/inklsamfunn.pdf, per sep. 2007.
- [19] *Kort om seks vanlige øyesykdommer - en hefteserie*. Norges Blindeforbund, Mai 2005.
<http://www.blindeforbundet.no/nbf/publikasjoner/brosjyrer/oyesykdommer/Samlehefte.pdf>, per aug. 2007.
- [20] Blindeforbundet.no, "Fakta og publikasjoner".
<http://www.blindeforbundet.no/CDA/ContentPg.aspx?zone=44>, per okt. 2007.
- [21] Statistisk sentralbyrå, "Undersøkelse om synsproblemer, 2002".
<http://www.ssb.no/synsund/>, per okt. 2007.
- [22] Magne Lunde, "Synshemmede og arbeid - En analyse av hva som forklarer forskjellen i yrkesdeltakelsen mellom synshemmede og ikke-synshemmede." 1994.
<http://www.medialt.no/rapport/synarb.doc>, per okt. 2007.

- [23] *Fra valp til førerhund*. Norges Blindforbund, Desember 2002.
http://www.blindforbundet.no/nbf/publikasjoner/brosjyrer/forerhund/fra_valp_til_forerhund.pdf, per aug. 2007.
- [24] G. Langeland. *Når synet svikter*. Universitetsforlaget, 1991.
- [25] *Braille eller punktskrift*. Norges Blindforbund.
<http://www.blindforbundet.no/cda/viewfile.aspx?id=1393&ver=1>, per aug. 2007.
- [26] Provista.no, "Brilliant leselister".
<http://provista.no/ProductListing.aspx?m=21>, per aug. 2007.
- [27] Wikipedia.org, "Refreshable Braille display".
http://en.wikipedia.org/wiki/Refreshable_braille_display, per okt. 2007.
- [28] Wayfinder.com, "Wayfinder AccessTM".
<http://www.wayfinder.com/?id=912&lang=en-UK>, per okt. 2007.
- [29] Blindforbundet.no, "Tilrettelegging i samfunnet - Mobiltelefon".
<http://www.blindforbundet.no/CDA/zonepg.aspx?zone=104&parentzone=32>, per aug. 2007.
- [30] Trafikanten.no, "Sanntids Informasjon System".
<http://www.trafikanten.no/sis/>, per okt. 2007.
- [31] G. Haugsveen. *Synshemmedes transportvirkelighet - Utilgjengelig kollektivtransport og elendig alternativ gir isolasjon*. Norges Blindforbund, 2003.
<http://www.blindforbundet.no/CDA/viewfile.aspx?id=1491>, per okt. 2007.
- [32] M. Flø og Ø. Tveit. *AKTA - Evaluering av Demonstrator*. STF50 A3315. November 2007.
- [33] C. Gehrman, J. Persson og B. Smeets. *Bluetooth Security*. Computer security series. Artech House, 2004.
- [34] "IEEE – The world's leading professional association for the advancement of technology".
<http://www.ieee.org/>, per sep. 2007.
- [35] RFID journal.
<http://www.rfidjournal.com/>, per jan. 2008.

- [36] *Developing Practical Wireless Applications*. Elsevier Digital Press, 1. utg., 2007.
- [37] Wikipedia.org, "Buss".
<http://no.wikipedia.org/wiki/Buss>, per jan. 2008.
- [38] Wikipedia.org, "Nokia N95".
<http://en.wikipedia.org/wiki/N95>, per okt. 2007.
- [39] Nuance.com, "Programvarene Talks og Zooms".
<http://www.nuance.com>, per jan. 2008.
- [40] Wi-Fi Alliance, "Wi-Fi Protected Access".
http://www.wi-fi.org/knowledge_center/wpa/, per feb. 2008.
- [41] E. Haselsteiner og K. Breitfub. "Security in Near Field Communication(NFC)".
<http://events.iaik.tugraz.at/RFIDSec06/Program/papers/002-SecurityinNFC.pdf>, per jan. 2008.
- [42] Wikipedia.org, "802.11n".
Ref:<http://en.wikipedia.org/wiki/802.11n>, per jan. 2008.
- [43] Wikipedia.org, "WiFi".
<http://en.wikipedia.org/wiki/Wifi>, per jan. 2008.
- [44] Trafikanten.no og Oslopakke2.no, "Ny teknologi - SIS".
<http://www.oslopakke2.no/filestore/sis.pdf>, per jan. 2008.
- [45] Christos Xenakis, "Security Measures and Weaknesses of the GPRS Security Architecture". *International Journal of Network Security*, 6(2), ss. 158-169, 2006.
<http://60.249.15.160/contents/ijns-v6-n2/ijns-2008-v6-n2-p158-169.pdf>, per jan. 2008.
- [46] C. Peng. *GSM and GPRS Security*. Helsinki University of Technology, 2000.
<http://www.tml.tkk.fi/Opinnot/Tik-110.501/2000/papers/peng.pdf>, per des. 2007.
- [47] "WiMAX.no".
<http://www.wimax.no/>, per mar. 2008.
- [48] Wikipedia.org, "Global Positioning System".
<http://no.wikipedia.org/wiki/GPS>, per jan. 2008.

- [49] Wikipedia.org, "GSM localization". 2005.
http://en.wikipedia.org/wiki/GSM_localisation, per jan. 2008.
- [50] Wikipedia.org, "Dijkstra's algorithm".
http://en.wikipedia.org/wiki/Dijkstra's_algorithm, per mai 2008.
- [51] J. Sánchez og M. Elías. *Guidelines for Designing Mobility and Orientation Software for Blind Children*, ss. 375–388. University of Chile, 2007.
- [52] T. Heyes. "Electronic Travel Aids - why bother?"
<http://web.aanet.com.au/tonyheyes/pa/quest.html>, per okt. 2007.
- [53] A. Juels, "RFID Security and Privacy: A Research Survey". 28 September 2005.
http://www.rsa.com/rsalabs/staff/bios/ajuels/publications/pdfs/rfid_survey_28_09_05.pdf, per jan. 2008.
- [54] NFC forum.
<http://www.nfc-forum.org/>, per mai 2008.
- [55] Travis Sparks, "RFID - Cow Jewelry or Revolution".
<http://wwwx.cs.unc.edu/~sparkst/mobile/rfid/RFID.ppt>, per mai 2008.
- [56] J. Hallberg, M. Nilsson og K. Synnes. "Bluetooth Positioning". 2003.
<http://media.csee.ltu.se/publications/2003/hallberg03positioning.pdf>, per jan. 2008.
- [57] K. C. Cheung, S. S. Intille og K. Larson. "An Inexpensive Bluetooth-Based Indoors Positioning Hack".
http://architecture.mit.edu/house_n/documents/CheungIntilleLarson2006.pdf, per jan. 2008.
- [58] A. H. Nakken. *Lokasjonsbaserte tjenester - teknologi og overvåkning*. Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, 2004.
<http://w3.item.ntnu.no/~lillk/stud-proj/Nakken-lokasjon-og-personvern.pdf>, per jan. 2008.
- [59] Wikipedia.org, "Friis formula".
http://en.wikipedia.org/wiki/Friis_equation, per mai 2008.
- [60] F. Lassabe, P. Canalda, P. Chatonnay og D. C. and. "Refining WiFi Indoor Positioning Renders Pertinent Deploying Location-Based Multimedia Guide". *AINA*, 2, ss. 126–132, April 2006.

<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/10777/33944/01620365.pdf?tp=&isnumber=&arnumber=1620365>, per feb. 2008.

- [61] *Sesamonet - A navigation Aid for Blind People*.
http://www.europarl.europa.eu/stoa/events/workshop/2007_experience/sesamonet_en.pdf, per mai 2008.
- [62] S. Willis og S. Helal. *RFID Information Grid for Blind Navigation and Wayfinding*. 2005.
http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1550783, per mar. 2008.
- [63] B. Ding, H. Yuan, L. Jiang og X. Zang. *The Research on Blind Navigation System Based on RFID*. 2007.
<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/login.jsp?url=/iel5/4339774/4339775/04340289.pdf?temp=x>, per mar. 2008.
- [64] Glade Diviney, "An introduction to Short-Range Wireless Data Communications". April 2003.
http://irda.org/associations/2494/files/Publications/Short_Wireless.pdf, per mai 2008.
- [65] Sonitor Technologies, "IPS basert på ultralyd".
<http://www.sonitor.com>, per mar. 2008.