

Reservasjonsopplysning med GSM-R

Prosjekt i Eksperter i Team 2003
Landsby 20 – Jernbaneverket

Gruppe 5 – Zug-Jugend:

Kjetil S. Pedersen
Andreas Onsum
Morten P. Topland
Richard Horgen
Øyvind Strand

Eles. 1

♀ 624.139 NSB EKS



Oppgavetekst

Målet for denne oppgaven var å utvikle en brukervennlig løsning for opplysning om reserverte plasser på tog, ved hjelp av kommunikasjonsnettverket GSM-R. Løsningen skulle være basert på kjent teknologi, og skulle gjøre det enklere for kunder å bruke mellom- og langdistansetog. Vi ville i tillegg se på hvilke utvidelsesmuligheter et slikt system kunne ha, med tanke på å foreslå et komplett system for plassreservasjon. Målet for dette systemet var å gjøre plassreservering enklere for kunden, og mer effektivt for togselskapet.

Forord

Ekspert i Team er et tverrfaglig emne som tar sikte på å samle studenter fra forskjellige fagretninger sammen for å gjennomføre et prosjekt. Hensikten er å få studentene til å jobbe sammen med andre som ikke har samme bakgrunn og referanseramme som de selv. Dette for å gi studentene trening som er mest mulig relevant i forhold til hvordan prosjektarbeid fortøner seg i næringslivet. Utfordringen for studentene blir dermed å få gruppene til å fungere sammen og faget legger derfor mye fokus på prosessen i prosjektarbeidet.


Oppgaven vår gikk ut på å utvikle et helt nytt system for opplysning om plassreservering på tog. Det endelige systemet blir presentert i denne rapporten. Dette var en kreativ oppgave, noe som førte til at gruppen hele tiden måtte ha et tett samarbeid. Derfor ble også gruppeprosessen viktig for gruppen vår.

Vi vil rette en takk til NSB ved Tor Egil Sæve og Ståle Ansethmoen, og Jernbaneverket ved Johan Anton Wikander for hjelp i utarbeidelsen av denne rapporten. I tillegg vil vi også takke Landsbyhøvdingen i Landsby 20, Hans Kristian Høidalen, samt studentassistenter Tora Laufey Petursdottir og Jørund Moseid som har opptrådt som fasilitatorer og lagt til rette for at denne rapporten kunne realiseres.

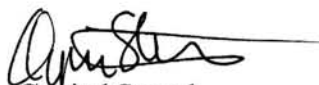
Trondheim 27.04.03


Kjetil Strandeng Pedersen


Andreas Onsum


Morten Pedersen Topland


Richard Horgen


Øyvind Strand

Innhold

Sammendrag	V
1. Innledning	1
2. Bakgrunnsstoff	2
2.1 <i>Systemet i dag</i>	2
2.2 <i>GSM-R</i>	2
2.3 <i>WLAN</i>	3
2.4 <i>Teori for kostnadsestimat</i>	4
2.5 <i>Markedsundersøkelse, teori og utførelse</i>	5
3. Resultater	7
3.1 <i>Teoretisk kravsspesifikasjon</i>	7
3.2 <i>Følger av utbyggingstrinn 1</i>	10
3.3 <i>Fysisk realisering</i>	10
3.4 <i>Kostnadsestimat</i>	14
3.5 <i>Markedsundersøkelsen</i>	15
4. Visjoner	20
4.1 <i>Håndholdte online salgsterminaler</i>	20
4.2 <i>Utbyggingstrinn 2</i>	20
4.3 <i>Utbyggingstrinn 3</i>	21
5. Diskusjon, konklusjon og anbefalinger	22
5.1 <i>Diskusjon</i>	22
5.2 <i>Konklusjon og anbefalinger</i>	25
Referanseliste	26
Vedlegg	27



Sammendrag

Denne oppgavens hensikt er å komme med et forslag som kan bidra til å gjøre tog til et mer attraktivt transportmiddel. Vi tok utgangspunkt i problemer ved plassreservering, først og fremst spørsmålet om et sete på toget er opptatt eller ikke. Dette er informasjon som er nyttig for reisende. Vi har laget et forslag til en teknisk løsning for dette. Den bygger på kjent teknologi, men vi har ikke implementert og testet den foreslåtte maskinvaren. Oppgaven har hatt et omfang på omtrent 60 timer, og budsjettet vårt har vært på 1000 kr.

Vår tekniske løsning forutsetter at et GSM-R-nett finnes på jernbanestrekningen toget skal brukes på. Vi ønsket å bruke dette nettets muligheter til å formidle datatrafikk for å løse oppgaven. Den tekniske løsningen bygger på at en sentral database har oversikt over hvilke plassreservasjoner som er foretatt til enhver tid. Hvert enkelt tog kan da få sine relevante opplysninger via GSM-R, og eventuelle endringer kan lastes ned kontinuerlig. Opplysningene lagres på en togdatamaskin, som er koblet til LCD-display ved hvert sete. Displayene viser mellom hvilke stasjoner et sete er opptatt. Hvert display er utstyrt med tre dioder. Når et sete er opptatt lyser en rød diode, når det er ledig lyser en grønn og når det blir opptatt i løpet av togturen lyser en gul.

Et slikt system vil gi store fordeler til kunder som ikke har reservert plass på toget. De vil enkelt kunne finne seg et sete som ikke er opptatt på ønsket strekning. Dermed er det liten sjanse for at man må flytte seg, selv om det er mulig at setet blir reservert i løpet av togturen. Systemet kan også være til glede for konduktøren, ettersom reservasjonsopplysninger blir kontinuerlig oppdatert. Hun vil da alltid vite hvor og når det kommer nye passasjerer som har reservert. Et slikt system har flere mulige utvidelser. Hvis konduktøren får en håndholdt terminal som kommuniserer med togdatamaskinen, vil hun kunne legge til eller fjerne reservasjoner. Det kan være nyttig hvis passasjerer går på uten plassbillett, og hvis passasjerer ikke dukker opp. Systemet vil bli viktig å ha hvis et togselskap (NSB i Norge) ønsker å innføre automatisk plassreservasjon i selve toget. Det vil si at passasjerer går på toget uten plassbillett, for så å reservere et ledig sete ved hjelp av et smartkort eller lignende. Da må man vite om setet er ledig først.

I tillegg til å utarbeide et forslag til nevnte system, har vi utført en markedsundersøkelse og laget et grovt kostnadsestimat. Markedsundersøkelsen ga dessverre få entydige svar. På spørsmålet om det var plagsomt å måtte flytte seg fra plassen sin, var det ingen enighet blant deltagerne i undersøkelsen. Det viste seg imidlertid at få unge mennesker anser NSB som en moderne bedrift. Det er noe som NSB muligens vil kunne motvirke ved å for eksempel implementere vårt system. Kostnadsestimatet tar kun med maskinvarekostnader. Installasjon, montering og programvareutvikling er ikke tatt med på grunn av manglende informasjon.

Vi konkluderer med at systemet er en forbedring av dagens system, og vil komme kundene til gode. Det anbefales å prøve ut systemet på en prøvestrekning for å lettere kunne anslå kostnad og finne ut hvor godt mottatt det blir av kundene.



1. Innledning

Denne rapporten ble utarbeidet av en gruppe på fem personer med forskjellig faglig bakgrunn. Gruppen har hatt samling en gang i uken i 14 uker, og budsjettet vårt har vært på 1000 kr. Rapporten utgjorde 40 % av et kurs på 2,5 vekttall, noe som tilsvarte en arbeidsmengde på omtrent 60 timer. Dette førte til at tidsomfanget til oppgaven var begrenset, noe som har hindret oss i å for eksempel lage en fysisk modell av systemet. I denne rapporten gis kun et forslag til realisering av systemet vårt for reservasjonsopplysning.

Vi tar for oss en teknisk løsning for reservasjonsopplysning på tog. Tanken er at passasjerer på mellom- og langdistansetog (vi ser her kun på Signatur og Agenda) kan se selv hvilke plasser som er opptatte eller ledige, samt når de blir det. Vi ønsker å kunne oppdatere informasjonen kontinuerlig. I tillegg vil vi se på mulige utvidelser av et slikt system, for å foreslå et komplett system for plassreservasjon.

Bakgrunnen for denne problemstillingen var at gruppen vår skulle skrive en oppgave som kunne komme jernbanen til gode. Vi fattet interesse for det nye togradiosystemet GSM-R, som skal utbygges i flere land i Europa, blant annet Norge. Ettersom dette systemet gir flere nye muligheter i forhold til dagens togekommunikasjon, ville vi se på hvordan GSM-R kunne utnyttes. Valget falt til slutt på kommersiell nytte for togselskaper. Vår fokus på plassreservering hadde årsak i at vi syntes NSBs nåværende system for plassreservering har mangler. Flere av oss hadde opplevd å bli flyttet fra et sete fordi det ble opptatt. En viktig forutsetning for denne oppgaven er at GSM-R-nettet er realisert der hvor løsningen vår skal brukes.

Rapporten begynner med bakgrunnsstoff som vi har brukt for å komme fram til resultatene våre. Så følger en presentasjon av vårt system for reservasjonsopplysning. Før diskusjonen og konklusjonen, kommer en del om visjoner for systemet vårt. Det vil si mulige utvidelser for å få et komplett reservasjonssystem.



2. Bakgrunnsstoff

2.1 Systemet i dag

Dagens system baserer seg på papirbilletter. Det er muligheter for plassreservering, men slike billetter kan bare kjøpes i billettluken på ett fåtalls stasjoner eller bestilles over telefon og internett. Narvesen, som har tatt over store deler av salget av billetter, leverer ikke denne tjenesten. Det vil si at hvis en ønsker plassreservering, må en først kontakte kundeservice per telefon, reservere setet og så få Narvesen til å skrive ut billetten for deg. Dagens system gir ikke mulighet for å selv velge hvor en vil sitte. Dette er en tjeneste som i dag tilbys av de fleste flyselskap i Norge.

For passasjerer uten plassbillett vil det ofte være usikkerhet om setet er reservert og om en annen passasjer vil gjøre krav på plassen. Å måtte flytte på seg kan oppleves som en belastning for mange, spesielt for eldre personer eller hvis man har med seg mye bagasje. Et ekstra irritasjonsmoment kan være hvis det er flere plasser ledig når en stiger på toget, og at disse er opptatt når man blir bedt om å flytte seg.

En av jobbene til konduktøren er å holde oversikt over sitteplassene på toget. Ved starten av togturen har konduktøren en viss oversikt over hvem som har plassbillett, da hun har en utskrift av hvilken seter som er reservert. Denne informasjonen kan konduktøren motta senest noen minutter før toget forlater startstasjonen. Plassreserveringer som blir gjort etter at utskriften er tatt, eller etter at toget er satt i bevegelse, vil konduktøren ikke få informasjon om. Dersom en passasjer uten plassbillett går på et tog som har obligatorisk plassreservering, noe som er tilfelle på de fleste Signatur avganger, så vil denne reservasjonen ikke være knyttet til et bestemt sete. Dermed kan en togavgang få en del passasjerer som må stå, dersom toget allerede er fullt.

2.2 GSM-R

GSM-R er navnet på det nye kommunikasjonssystemet for jernbanen, som skal implementeres i Europa. Det vil erstatte den tradisjonelle togradioen. GSM-R står for Global Service for Mobile transmission Rail, og er utviklet av EU og UIC, en verdensomspennende organisasjon for samarbeid innen jernbane. GSM-R er basert på andre generasjons mobilnett (GSM), men tilpasset jernbanen. EIRENE er navnet på standarden som GSM-R skal oppfylle. Målet med standarden er at den skal gjelde over hele Europa, slik at trafikk over landegrensene kan gå smertefritt. Slik er det ikke i dag, ettersom forskjellige land har forskjellige kommunikasjonssystemer.

2.2.1 Historikk

I 1997 undertegnet 32 jernbaneforvaltninger og operatører et MOU (Memorandum Of Understanding), hvor man forpliktet seg til å benytte EIRENE-spesifikasjonen ved nye



anskaffelser til kommunikasjonsnett. Et AoI (Agreement on Implementation) ble undertegnet i år 2000. Da forpliktet man seg til å begynne implementasjon av GSM-R i år 2003. Det svenske jernbaneverket (Banverket) startet utbyggingen allerede i 1997, og vil være ferdige i løpet av 2003.

2.2.2 Teknisk oversikt

Ifølge Jernbaneverket ved Wikander (2003) skal det norske GSM-R-nettet dekke alle jernbanestrekninger i Norge, iberegnet alle tunneler over 100 m. GSM-R tilbyr atskillig flere tjenester enn den tradisjonelle togradioen, som stort sett kun fungerer som radio mellom togfører og togleder. Wikander har lagt fram følgende eksempler på hva Jernbaneverket vil bruke GSM-R til:

- Radio for togframføring (togradio)
- Radio for togkontroll (ETCS)
- Samband for fjernstyring av nødstop
- Datakanal for kommunikasjon mellom togledelse og tog
- Radio for vedlikeholdstjenesten
- Radio for skiftetjenesten
- Radio for stasjonstjenesten
- Administrativt samband

GSM-R sender på et eget frekvensbånd, nærmere bestemt 876-880 MHz og 921-925 MHz. Båndbredden er på 2,4 kbit/s. Systemet er utviklet for hastigheter opp til 500 km/t.

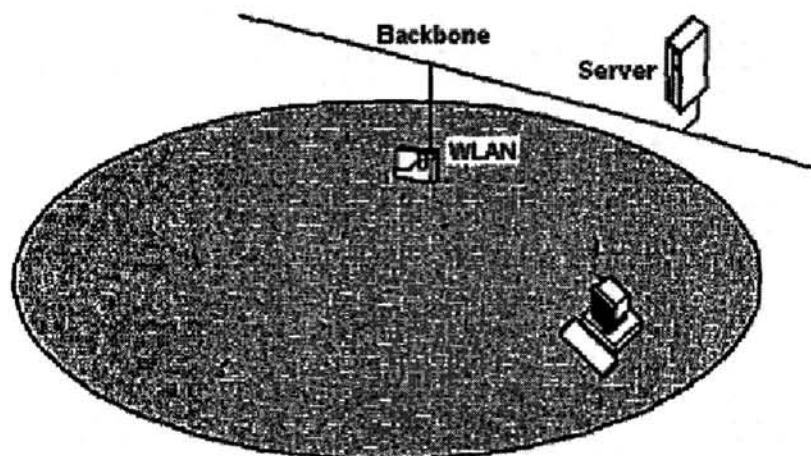
EIRENE har definert fem prioriteter på GSM-R-nettet:

1. Nødanrop angående togtrafikk
2. Anrop angående togkontroll
3. Generelle nødanrop og gruppeanrop mellom togførere i samme område
4. Togdrift
5. Tuginformasjon

Systemet som presenteres i denne oppgaven vil sende trafikk med prioritet 5.

2.3 WLAN

Den mest vanlige formen for trådløs datatrafikk går over WLAN (Wireless Local Area Network). WLAN er definert av den internasjonale standarden IEEE 802.11 som et alternativ til twisted pair og coax (IEEE 802.3). For WLAN benyttes det enten radiobølger (RF) eller infrarød teknologi (IR) for overføring mellom en basestasjon og en eller flere klienter over avstander større enn flere hundre meter (Prasad, 2000). En prinsippskisse for en mulig løsning er vist i figur 1.



Figur 1: Prinsskisse av en mulig løsning med WLAN

2.3.1 Transmisjonsformer

WLAN med infrarød transmisjon benytter seg av en bølgelengde på 820 nm. Dette er det minst brukte alternativet for elektromagnetisk transmisjon hovedsaklig fordi man her er avhengig av fri sikt mellom sender og mottaker.

Radiobølgetransmisjon er den mest brukte formen for WLAN og benytter seg av ISM-båndet (2,4 – 2,5 GHz). Dette båndet er lisensfritt og tilgjengelig over hele verden. Elektromagnetiske bølger i dette frekvensområdet (mindre enn 5 GHz) er ikke avhengig av fri sikt, men er av samme grunn mer utsatt for interferens fra annet utstyr som benytter samme frekvens. For en datarate på 11 Mbps kan det vises at en dekningsradius på over 250 m er oppnåelig (Green, Obaidat, 2002). Lavere bitrater vil gi bedre dekningsradius. En kan også oppnå større dekningsområde ved å benytte seg av flere sendere.

2.4 Teori for kostnadsestimat

For å kunne gjennomføre et kostnadsestimat for hva vår skisserte løsning kommer til å koste vil vi innhente priser på de komponenter vi mener er relevante og nødvendige for realisering av systemet. Estimater blir bygd opp på den måten at vi først finner hvor store antall vi må kjøpe av hver del for å kunne dekke alle Signatur- og Agendatog. Deretter vil vi multiplisere antallet med prisen vi har innhentet for hver del. I tillegg vil vi også regne ut kostnadene som må påregnes på stasjonene. Dette vil si innkjøp av WLAN-utstyr. Det hele summeres, men siden vi snakker om ganske store kvanta som kjøpes, trekker vi fra en del av beløpet som kvantumsrabatt. Til slutt lager vi et intervall vi forventer at de faktiske kostnadene vil ende i, ved hjelp av en usikkerhetsfaktor.

Estimatet vil kun ta for seg kostnader forbundet med kjøp av komponenter og vil ikke i noen grad omhandle installasjons- og monteringskostnader.



2.5 Markedsundersøkelse, teori og utførelse

2.5.1 Teori

En markedsundersøkelse er et verktøy som brukes for å kartlegge forbrukernes holdninger og meninger om et produkt eller tjeneste. Denne informasjonen vil kunne avdekke problemer og muligheter i markedet. Produsenten kan så bruke denne informasjonen til å forbedre bedriftens markedsføring av produktet ved å fremheve de kvalitetene som forbrukerne vektlegger. Markedsundersøkelsen kan også avdekke manglende egenskaper ved produktet. I så måte kan en slik undersøkelse være med på forme et produkt slik at det på best mulig måte er tilpasset de som bruker produktet (Selnes, 1993).

Det viktigste med en markedsundersøkelse er at man i etterkant kan få ut relevant informasjon som man kan ta med seg i det videre arbeidet. Dette er ofte ikke så lett som det høres ut til. Hvordan man velger å samle inn data vil for eksempel legge føringer på hvordan man kan utforme spørreskjemaet. Dette gjelder både med hensyn til omfang av undersøkelsen, kompleksitet i spørsmålene og layout. Hvis den som utfører undersøkelsen for eksempel ikke får lov, eller har mulighet til å hjelpe den spurte med tilleggsopplysninger og oppklaringer må man sørge for å stille spørsmål som er lett forståelige og utvetydige. De mest vanlige formene for spørreundersøkelser er personlig intervju, telefon eller undersøkelser via post.

Etter å ha valgt innsamlingsmetode må man liste opp hva man egentlig ønsker å få ut av undersøkelsen. Deretter må man konstruere spørsmål som tester det man er ute etter. Her er det også viktig at spørsmålene ikke legger føringer på svarene som kommer ut. Det vil si at ikke spørsmålsformuleringen skaper en skjevhet i svarene ut fra det som er reelt. Man må også passe på at spørsmålene ikke inneholder begreper som folk har lite forhold til og som kan forvrengte budskapet til spørsmålet. Spørsmålsformuleringen bør med andre ord være så enkel som mulig og heller bruke illustrerende situasjoner enn vanskelige ord.

I tillegg bør man også vektlegge rekkefølgen på spørsmålene som blir stilt. Man bør for eksempel unngå å stille de vanskeligste spørsmålene helt i starten. Dette vil virke demotiverende på personene som blir spurt og kan påvirke kvaliteten på informasjonen som innhentes. Det bør være en naturlig progresjon i spørsmålene og man bør huske på at spørsmålene som stilles i forkant er med på å danne konteksten til etterfølgende spørsmål. Avhengig av lengden på spørreundersøkelsen kan det også være lurt å spare noen enkle spørsmål til slutt i undersøkelsen. Den spurte kan etter hvert gå lei av å svare og krysse noe mer vilkårlig utover i undersøkelsen. De fleste vil likevel svare korrekt på spørsmål som alder og kjønn selv om motivasjonen for å svare ikke lenger er på topp.

Til slutt er det en gylden regel som sier at et spørreskjema bør være så kort som mulig og samtidig gi mest mulig informasjon (Selnes, 1993).

2.5.2 Utforming av spørreundersøkelsen

Grunnen til at vi velger å gjennomføre en spørreundersøkelse er for å kartlegge folks innstilling og holdninger overfor plassreserveringssystemet slik det fungerer i dag hos NSB.



Dette gjør vi for å se om det finnes aspekter her som kan forbedres og om det å innføre systemet som vi beskriver i denne oppgaven, vil kunne løse noen av de forbedringspunktene vi håper å avdekke.

Vi vil bruke personlig intervju som datainnsamlingsmetode. Det vil i praksis si å ”spørre ut mannen/kvinnen i gata”. Vi velger denne formen siden denne er den minst ressurskrevende og det er mye lettere å få tilstrekkelig tilfeldighet i svarene i motsetning til telefonintervju og via post. Vi har også bestemt oss for å la forsøkspersonene få fylle ut skjemaet uten assistanse slik at vi ikke bevisst eller underbevisst legger føringer på svarene vi får inn.

Skjemaet fokuserer kun på det eksisterende plassreserveringssystemet til NSB og tar ikke på noen måte for seg systemet vi vil skissere i denne oppgaven. Grunnen til dette er at vi ser det som svært vanskelig å få inn noen gode objektive svar på om vår foreslåtte løsning er noe folk verdsetter. Dette fordi at folk vanskelig vil ha noen referanseramme for systemet å forholde seg til. Vi kunne selvfølgelig forklart hvordan systemet vårt vil fungere, men vi føler at vi da ikke vil få tilstrekkelige objektive svar ut av undersøkelsen. Derfor har vi bestemt oss for at undersøkelsen kun skal avdekke eventuelle svakheter ved dagens system.



3. Resultater

3.1 Teoretisk kravspesifikasjon

3.1.1 Oversikt over systemet

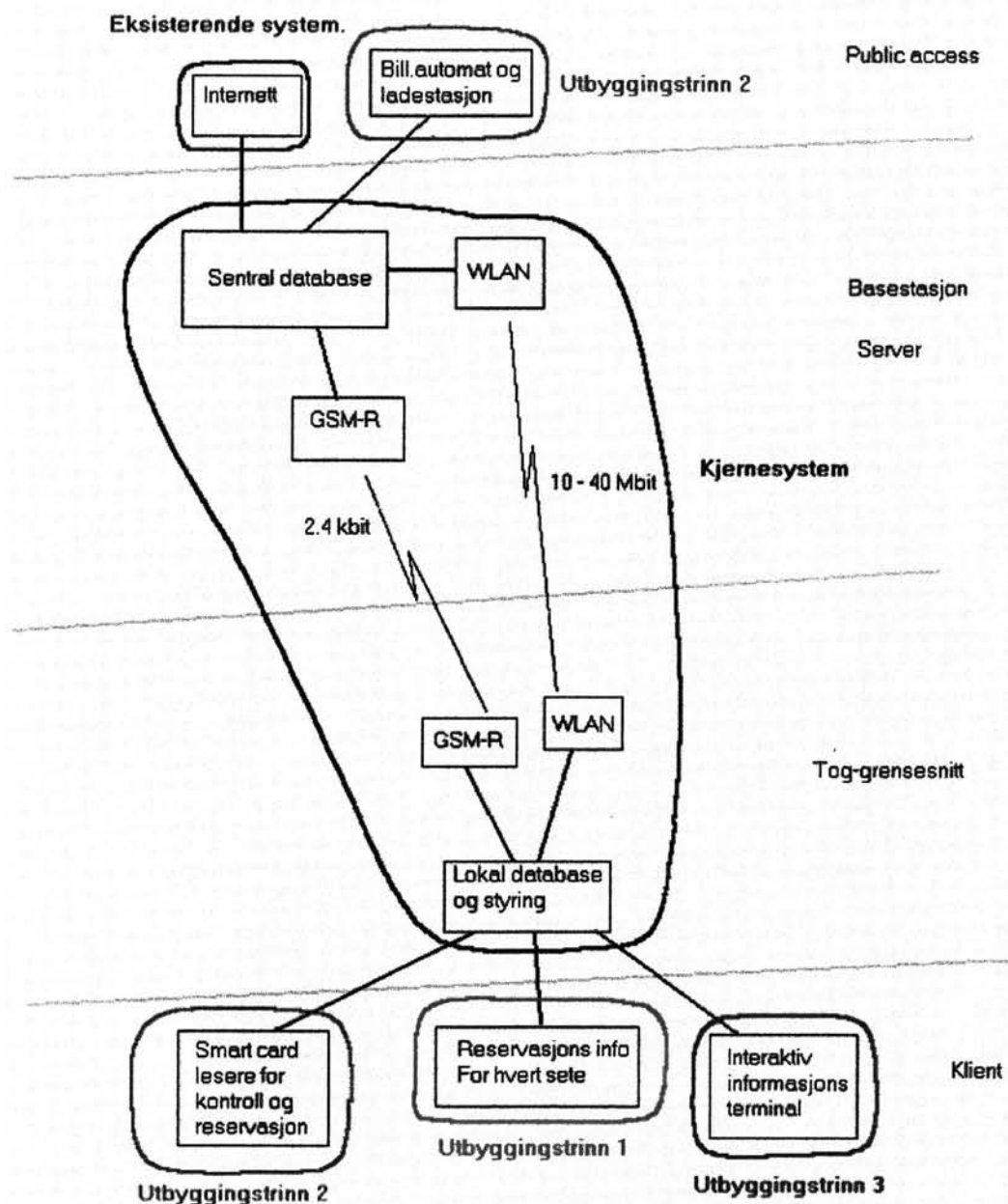
Vi valgte å konsentrere oss om den delen av systemet som skulle befinne seg på toget, nærmere bestemt utbyggingstrinn 1 og kjernesystemet (se figur 2). De andre utbyggingstrinnene behandles i kapittel 4.

Kjernesystemet skal stå for kommunikasjon mellom tog og en sentral enhet, som inneholder en database for plassreservering. Dette skjer ved hjelp av GSM-R for kontinuerlig kommunikasjon, og WLAN ved hver stasjon. WLAN er nødvendig for å sikre full synkronisering med databasen. Forbindelsen mellom kjernesystemet og utbyggingstrinnene blir realisert ved hjelp av en togdatamaskin.

Utbyggingstrinn 1 skal opplyse passasjerer på toget om hvilke seter som er reservert, og når de er det. Dette vil være mulig ved hjelp av synkronisering mot togdatamaskinen. Utbyggingstrinn 1 danner et grunnlag for de andre utbyggingstrinnene.

I utbyggingstrinn 2 ser vi for oss automatisk innsjekk på togene, ved hjelp av for eksempel smartkort. I den forbindelse vil det være ønskelig med bestillingsautomater og muligens ladestasjoner, avhengig av hvordan betaling skal foregå.

Utbyggingstrinn 3 omfatter interaktive informasjonsterminaler på togene, slik at reisende for eksempel kan se om toget er forsinket eller om en eventuell korrespondanse er i rute.



Figur 2: Systemoversikt

3.1.2 Krav til kjernesystemet

GSM-R gir mulighet for kontinuerlig oppdatering av reservasjonsdatabasen i togdatamaskinen. Systemet bør oppdateres minst en gang mellom hver stasjon, slik at databasen er oppdatert når nye passasjerer kommer på toget. Perioden for oppdatering må da være mindre enn korteste reisetid mellom to stasjoner. Oppdatering hvert femte minutt vil være tilstrekkelig.

I tilfelle stor trafikk på GSM-R-nettet, vil det bli nødvendig med et alternativt system for å sikre at reservasjonsdatabasen blir synkronisert med den sentrale databasen ved hver stasjon. Grunnen er at trafikk angående reservasjoner har lavest prioritet på GSM-R-nettet. Dette kan føre til at oppdateringer ikke finner sted ved stor trafikk. WLAN ved hver stasjon er vår valgte løsning, ettersom det er en billig løsning med stor kapasitet. Dette sikrer i tillegg redundans i systemet. Systemet vårt vil fremdeles fungere, selv om GSM-R-nettet ikke har dekning overalt. Når toget er mellom to stasjoner er det en klar fordel om kun endringer gjort siden forrige synkronisering sendes. Trafikken kan bli for stor hvis man sender all reservasjonsinformasjon hver gang.

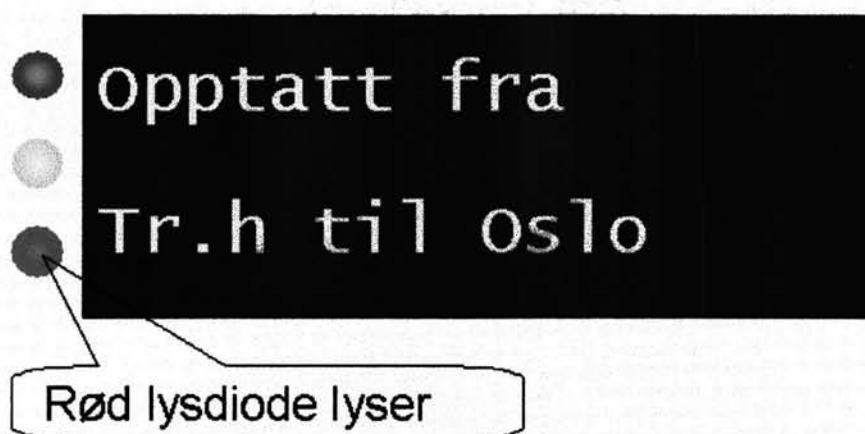
En nødvendighet for utbyggingstrinn 1 er at systemet vårt vet hvor toget er til enhver tid. Dette må gjøres mulig ved hjelp av GSM-R.

3.1.3 Krav til utbyggingstrinn 1

Utbyggingstrinn 1 omfatter en teknisk løsning for å informere passasjerer om hvilke seter på toget som er reservert og når. Dette velger vi å løse ved å ha et LCD-display og et lyssignal, som skifter farge, ved hvert sete.

LCD-displayet skal vise når setet er opptatt, dvs. fra en stasjon til en annen stasjon. Hvis ikke setet er reservert, tenker vi oss at displayet viser en velkomstbeskjed. En slik beskjed vil i tillegg være en bekreftelse på at displayet fungerer, men dette er ikke obligatorisk. Displayet må være bakgrunnsbelyst, ettersom lyset i en vogn ikke alltid er tilstrekkelig til å kunne lese displayets skrift. I tillegg må det være mulig å lese displayet fra midtgangen i vognen. Displayet må plasseres slik at det beskyttes mot støt, for eksempel fra bagasje.

Lyssignalet skal indikere om setet er opptatt, blir opptatt eller er ledig. Dette vises ved hjelp av skiftende farger, og vi velger henholdsvis rødt, gult og grønt. Lampen må være synlig fra midtgangen, og være vernet mot støt. I figur 3 vises en skisse av lyssignal og LCD-display, hvor lyssignalet er realisert ved hjelp av tre lysdioder (LED) i forskjellige farger. Plasseringen av lysdiodene er ment som et eksempel.



Figur 3: LCD-display med lysdioder



3.2 Følger av utbyggingstrinn 1

I det man går på toget som passasjer og kommer inn i en vogn, vil man med en gang begynne å lete etter en sitteplass, enten man har kjøpt plassbillett eller ikke. Det setet man setter seg på, vil man helst slippe å flytte seg fra. Dersom man har en plassbillett, kan det noen ganger være ubehagelig å be noen flytte seg fra plassen. For den som må flytte seg vil det også være litt ekstra bry, spesielt hvis man har mye bagasje. Pr i dag må konduktøren huske hvem som sitter på de forskjellige plassene, og hvis en person ikke aktivt rekker billetten til konduktøren, så kan konduktøren anta at personen allerede er kontrollert. På grunn av konduktørens oppgaver med billettkontroll, vil andre oppgaver, som å gi støtte og informasjon til passasjerene, ha lavere prioritet.

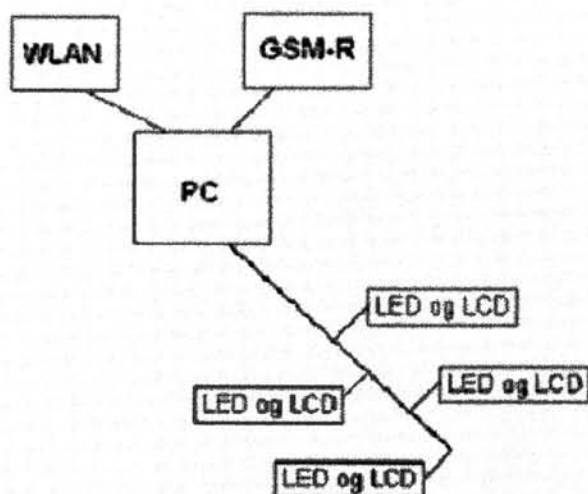
Ved utbygging av trinn 1 vil man som passasjer i all hovedsak slippe å måtte be noen om å flytte seg fra en plass, dersom man har plassbillett på dette setet. Grunnen til at færre passasjerer må flytte seg, er at når man som passasjer kommer inn på toget uten plassbillett, vil man kunne se om et sete er ledig, opptatt eller kommer til å bli opptatt. Setet kan i løpet av togturen bli opptatt. Da vil fargen på displayet skifte farge til gult, for så senere å bli rødt når man kommer til stasjonen som passasjer med plassbillett skal på. Dersom det sitter en passasjer på plassen som blir reservert mens toget er i bevegelse, kan passasjerer gå og finne seg en plass som ikke er opptatt før toget kommer til stasjonen hvor det er plassreservert fra. Plassreserveringer som blir foretatt mens toget er i bevegelse vil vises. For seter som er merket rødt, men som ikke har fått noen passasjer, kan både konduktør og passasjerer anta at plassreservasjonen ikke er benyttet.

Med innføringen av trinn 1 vil passasjerene og konduktørene få mer informasjon om belegget av setene. I dag er dette informasjon som kun konduktøren har ved starten av togturen. Derfor har denne informasjonen store usikkerhetsmomenter ved seg. Ved utbyggingstrinn 1 vil oppdateringer skje fortløpende, noe som gir sikrere informasjon til konduktør og passasjerer.

3.3 Fysisk realisering

3.3.1 Valg av maskinvare

Kjernen i togmodulen (figur 4) er en PC bygget av standard komponenter for å oppnå høy kostnadseffektivitet. I dette systemet settes det ikke store krav til prosesseringshastighet, men plass kan være en betydelig faktor. Det velges derfor å benytte seg et hovedkort av typen mini ITX. Dette er hovedkort som er 170 mm x 170 mm. Mini ITX tar ikke bare sikte på lite areal, men også på å integrere de vanligste PCI kortene på hovedkortet. Videre ønsker vi å lagre arbeidsdata og operativsystem på en 3,5" IDE harddisk med 5400 RPM (5400 omdreininger i minuttet).



Figur 4: Oversikt over komponenter på togmodulen

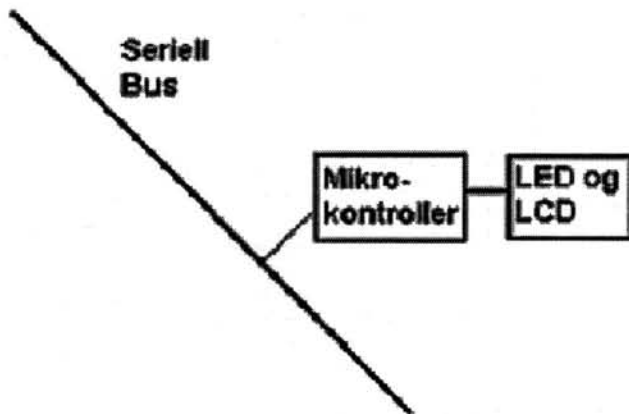
Når toget står på stasjonen vil det meste av datatrafikken gå via et WLAN grensesnitt. Vi har valgt å benytte oss av et USB 2.0 grensesnitt mellom WLAN kortet og PC-en og en kanalbåndbredde på 11 Mbit. Dette er fordi de fleste mini ITX hovedkort kun har én PCI brønn integrert på hovedkortet. Denne benyttes i vårt system til datatrafikken mellom PC-en og GSM-R systemet på toget. Når toget ikke er på stasjonen går datatrafikken over GSM-R.

I togkupéen vil hvert sete ha ett LCD display som er bakgrunnsbelyst og 3 LED's i henholdsvis grønt, gult og rødt som vist i figur 5. Vi foreslår at hvert display skal kunne vise 2x16 tegn og ha en bokstavstørrelse på 5 mm x 8 mm. For at displayene skal passe inn i eksisterende interiørdesign er det for Signatur-togene blitt valgt å benytte hvit skrift på blå bakgrunn i displayet.



Figur 5: LCD display og dioder

Både displayene og diodene vil styres over en seriell buss av PC-en. Da verken diodene eller displayene har støtte for en slik bussarkitektur vil en slik kommunikasjon gå via en mikrokontroller. Det benyttes én mikrokontroller for hvert sete som vist i figur 6.



Figur 6: Oppkobling av LED og LCD vha. en mikrokontroller

3.3.2 Plassering av informasjonsmodulen (LED og LCD)

En mulig plassering for informasjonsmodulene er på bagasjehyllen som vist i figur 7. Det er da hensiktsmessig å felle inn komponentene i bagasjehyllen for å beskytte display og dioder mot støt og slag fra bagasje som lastes opp. Komponentene bør derfor plasseres bak et beskyttende pleksiglass.



Figur 7: Plassering av informasjonsmodul

3.3.3 Synkronisering

Hvis systemet over en lengre periode ikke har kunnet oppdatere seg mot den sentrale serveren kan det være nødvendig med en fullstendig synkronisering. Det vil ikke være hensiktsmessig å gjøre dette over den begrensede kanalen en har tilgjengelig via GSM-R nettet. Synkroniseringen vil i stedet foretas over WLAN når toget står på stasjonen.

3.4 Kostnadsestimat

Usikkerhet	25 %
Antall Stasjoner	151

Tabell 1: Antatt usikkerhet og antall stasjoner

Stasjonskostnader	Pr stasjon	Totalt
Accesspunkt	kr 1 240,00	kr 187 240,00
Antenne	kr 2 195,00	kr 331 445,00
Antennekabel(23m)	kr 1 650,00	kr 249 150,00
Totale stasjonskostnader		kr 767 835,00

Tabell 2: Stasjonskostnader

Komponentkostnader med blått display			
	Totalt antall komp.		
Blått display	9452	kr 3 751 498,80	
Dioder	28356	kr 28 356,00	
Mikrokontroller	9452	kr 472 600,00	
WLAN	50	kr 24 750,00	
PC	50	kr 44 500,00	
Kabel	9408	kr 197 568,00	
Stasjonskostnader		kr 767 835,00	
Kostnad		kr 5 287 107,80	
Rabattfaktor 20%		kr 1 057 421,56	
Totalkostnad		kr 4 229 686,24	± kr 1 057 421,56

Tabell 3: Kostnadsestimat for blått LCD-display

Komponentkostnader med vanlig display			
	Totalt antall komp.		
Vanlig display	9452	kr 1 310 897,88	
Dioder	28356	kr 28 356,00	
Mikrokontroller	9452	kr 472 600,00	
WLAN	50	kr 24 750,00	
PC	50	kr 44 500,00	
Kabel	9408	kr 197 568,00	
Stasjonskostnader		kr 767 835,00	
Kostnad		kr 2 846 506,88	
Rabattfaktor 20 %		kr 569 301,38	
Totalkostnad		kr 2 277 205,50	± kr 569 301,38

Tabell 4: Kostnadsestimat for vanlig LCD-display

De to estimatene vi lagde var identiske bortsett fra valg av display. Her var det to typer, det ene nesten 3 ganger så dyrt som det andre. Funksjonaliteten til de to displayene skilte seg ikke



så mye fra hverandre, men grunnen til at vi tok med begge alternativene var at det dyre displayet hadde vesentlig bedre utforming på skjermen.

Vi tok utgangspunkt i en usikkerhet på 25 % i estimatene. Antall stasjoner ble funnet ved å telle de stasjonene som enten Signatur eller Agenda var innom i Norge på sine vanlige togruter. Det var kun disse stasjonene som var interessante for vårt prosjekt og i så måte rettfærdiggjorde allokering av kostnader til dette prosjektet. For andre mellomregninger som ble utført henvises det til vedlegg.

3.5 Markedsundersøkelsen

3.5.1 Innledning

Vi fikk i alt inn 295 besvarelser i markedsundersøkelsen, som foregikk på Trondheim Torg og Trondheim Sentralstasjon. Besvarelsene var ganske jevnt fordelt på kjønn, med en liten overvekt av kvinner. Vi så derimot at nesten halvparten av de spurte var mellom 16 og 24 år. Dette kom sannsynligvis av at denne aldersgruppen generelt var den som er mest positivt innstilt til slike spørreundersøkelser og dermed også ble den aldersgruppen som hyppigst gav svar. I tillegg kan det nevnes at Trondheims befolkning, under semestrene til universitetet og høyskolen, består av omtrent 25 % studenter.

Det viste seg også at vi hadde en klar overvekt av mennesker som ikke tok tog så ofte. Snaue 66 % tok toget 1-5 ganger i året, mens de som tok toget minst 1-2 ganger i uka utgjorde kun drøye 10 %. Dette skyldes nok først og fremst at over halvparten av besvarelsene stammer fra kunder på Trondheim Torg, og der var det bare tilfeldig om man traff på personer som tar toget ofte.

3.5.2 Generell holdning til NSB

Vi hadde en mistanke om at den generelle holdningen til NSB var relativt lunken. Vi ville derfor prøve å dokumentere dette og også i hvilke befolkningsgrupper NSB stod lavest i kurs. Tabell 5 viser hvordan svarene fordelte seg.

Hva slags forhold har du til NSB?

		Antall	Prosent
<i>Svaralternativ</i>	Dårlig	45	15,4
	Middels	140	47,8
	Bra	108	36,9
	Total	293	100
<i>Manglende svar</i>		2	
<i>Totalt antall besvarelser</i>		295	

Tabell 5: Forhold til NSB



Tallene bygger ikke opp under våre forutinntatte mistanker. Ikke flere enn 15 % var misfornøyde med NSB. Andelen av fornøyde mennesker i vår undersøkelse er nesten 37 %. Vi vil likevel anta at NSB gjerne skulle sett at dette tallet var høyere.

Det viser seg at på dette spørsmålet er de forskjellige aldersgruppene ganske enige. Ingen gruppe skiller seg veldig ut, men det kan jo være verdt å legge merke til at de aller eldste har et veldig godt forhold til NSB. $\frac{2}{3}$ sier at forholdet er bra, mens den siste tredjedelen har et middels forhold. Her må det legges til at det var ikke mange i denne aldersgruppen som var med i undersøkelsen (4,1 %), så det er vanskelig å kunne gi noe godt og bestemt bilde av situasjonen.

Det er heller ikke så store forskjeller hvis man ser på hvor ofte man tar tog. Skal vi si noe om tendensen her, må det bli at de som tar toget ofte stort sett har et ganske bra forhold til NSB, mens de som sjelden eller aldri tar toget er litt mer negative. Tallene er likevel for usikre til at man kan fastslå at NSB har et profileringsproblem i forhold til de som ikke benytter seg av tog så ofte.

Vi ville også finne ut i hvilken grad de ulike gruppene så på NSB som en moderne bedrift. Dette vil kunne fortelle oss hvordan NSB eventuelt burde profilert seg. Vi fikk følgende fordeling:

Fremstår NSB som en moderne bedrift?

		Antall	Prosent
<i>Svaralternativ</i>	Uenig	98	33,9
	Likegyldig	123	42,6
	Enig	68	23,5
	Total	289	100
<i>Manglende svar</i>		6	
<i>Totalt antall besvarelser</i>		295	

Tabell 6: NSB som moderne bedrift

Disse tallene kan være litt mer urovekkende for NSB. $\frac{1}{3}$ av de som ble spurt var ikke enig i at NSB er en moderne bedrift. Profileringsmessig for NSB ville det helt klart vært en fordel om de klarte å endre på dette synet. Dersom man blir oppfattet som en bedrift som "spiller på lag med fremtiden", blir det automatisk mye lettere å skape en god profil overfor kundene.

Det viser seg også her at de forskjellige aldersgruppene er ganske enige, men igjen er det de eldste som er mest positive til NSB. Dette er den eneste aldersgruppen der flere er enige enn uenige i påstanden.

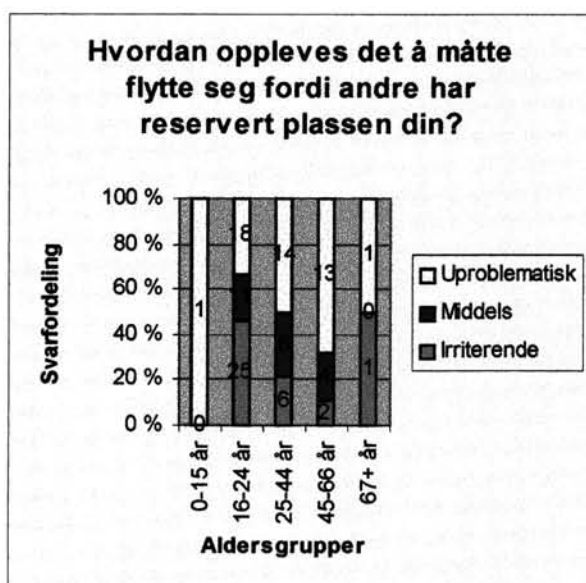
På dette spørsmålet var det også forskjeller mellom kjønnene. Blant kvinnene var ca halvparten likegyldige til påstanden, mens andelen uenige bare er litt større enn andelen enige. Blant mennene er situasjonen litt annerledes. Over 40 % av disse synes ikke NSB er en moderne bedrift, mens bare drøye 20 % synes det motsatte.

Tilslutt bør det nevnes at på dette spørsmålet ble andelen likegyldige så høyt som snau 42 %. Det betyr at det er veldig mange som ikke har gjort seg opp noen mening på dette spørsmålet, noe som igjen betyr at det blir vanskelig å fastslå noe bastant her.

3.5.3 Plassreservering

Så over på spørsmålene som går direkte på dette med plassreservering. Det som ble problemet med disse spørsmålene var at det ble veldig mange av besvarelsene som ikke ble tellende fordi man ikke hadde vært borti de aktuelle situasjonene. Det viste seg at snau 64 % av de spurte aldri har måttet flytte seg fordi andre har reservert plassen deres. På spørsmålet om man har måtte flyttet andre fra plassen man selv har reservert, svarte 51 % at dette aldri har skjedd. Dette betyr at mengden av besvarelser som blir tellende på disse spørsmålene blir litt for liten til at man kan slå i bordet med klare konklusjoner. Noen små tendenser skal vi likevel vise til.

Vi så først på spørsmålet om hvordan det oppleves å måtte flytte seg fordi andre har reservert plassen. Det viste seg at nesten halvparten av de som har vært borti en sånn situasjon synes dette er uproblematisk. Ca 1/3 synes at dette er litt problematisk/irriterende. Ser vi på dette i forhold til alder viser det seg at en ganske stor del av de mellom 16 og 24 år synes dette er problematisk. Nesten halvparten av de tellende i denne aldersgruppen har krysset for dette alternativet. I de andre aldersgruppene er det motsatt, men her må vi nevne at andelen av tellende besvarelser i disse gruppene er ganske liten, og dermed blir det som tidligere nevnt vanskelig å gi noen veldig god pekepinn på hva folket egentlig føler (se figur 8).



Figur 8: Tallene inni "stolpene" angir hvor mange som hadde krysset for hvert av alternativene.

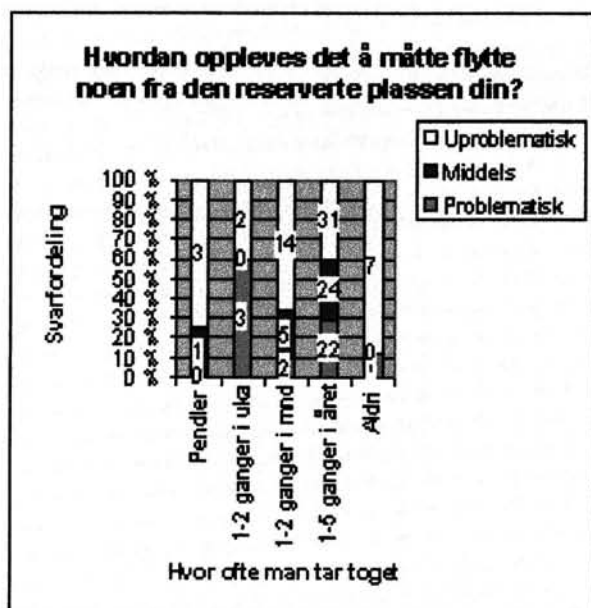
Vi så på det samme spørsmålet i forhold til hvor ofte man tar toget. Det viste seg at det er de som tar toget ganske ofte som synes dette er mest problematisk, dvs. de som tar toget 1-2 ganger i uka eller 1-2 ganger i måneden. Blant pendlerne fant vi ingen som hadde vært borti

en slik situasjon. Dette skyldes nok at denne gruppen stort sett tar Trønderbanen, og der er det ikke anledning for plassreservering. Blant de som tar toget sjelden, viser undersøkelsen at det er flere som finner dette uproblematisk enn motsatt.

På spørsmålet om hvordan det oppleves å måtte flytte noen fra den plassen man selv har reservert, viser det seg at ca halvparten av de som har vært borti dette synes dette er uproblematisk. Ca ¼ synes det motsatte. På dette spørsmålet kan det virke som de forskjellige aldersgruppene er ganske enige, men igjen er det gruppen mellom 16 og 24 år som sier at dette er mest problematisk.

I forhold til hvor ofte man tar toget, var det verdt å merke seg en ganske klar forskjell mellom de som tok toget 1-2 ganger i måneden og de som tok toget 1-5 ganger i året. I førstnevnte gruppe var det kun ca 10 % som så på dette som problematisk, mens andelen i sistnevnte gruppe var oppe i nesten 30 %. Blant de som tok toget 1-2 ganger i uka, var det faktisk en overvekt av de som syntes dette var problematisk, men her var det så få som hadde vært oppi situasjonen at det var håpløst å konkludere med noe som helst (se figur 9).

Det viste seg at det var omtrent jevnt fordelt mellom de som alltid kjøpte plassreservering og de som aldri gjorde det. Den største andelen krysset likevel for alternativet "Av og til". Videre viste det seg at den klart viktigste grunnen til at plassbillett ikke ble kjøpt, var at det ikke var noe behov for det. Herunder kommer igjen alle som kjører med Trønderbanen.



Figur 9: Tallene inni "stolpene" angir hvor mange som hadde krysset for hvert av alternativene.



4. Visjoner

4.1 Håndholdte online salgsterminaler

I vårt utbyggingstrinn 1 har vi ikke tatt høyde for at de reisende kan kjøpe en gyldig plassbillett via en online håndholdt salgsterminal på toget, lignende de håndholdte salgsterminalene som NSB bruker i dag. Dagens håndholdte salgsterminaler er ikke online, så man får ingen gyldig plassbillett ved kjøp av billett på toget, selv om man betaler for det. NSB har tatt høyde for at man med innføringen av GSM-R, har mulighet for å gjøre disse håndholdte salgsterminalene online. De har allerede sikret seg en avtale med Jernbaneverket, der Jernbaneverkets anbudsforespørsel for utbygging av GSM-R, inneholder mulighet for at de håndholdte salgsterminalene skal bli fullverdige online salgskanaler. Dermed vil man kunne gjøre reelle setereservasjoner på toget (Sæve, 2003).

4.2 Utbyggingstrinn 2

Dersom man i fremtiden velger å bygge videre på plassreservasjonssystemet, kan første delmål være å lage et billettsystem med elektronisk registrering på hvert sete. Dermed kan billetten inneholde navn og enkelte personlige opplysninger, i tillegg til reisens start og mål. Tanken er at når passasjereren setter seg på sitt sete, vil hun registrere sin elektroniske billett ved enten å trekke billetten gjennom en magnetstripeavleser eller ved å bruke smartkort. Dermed vil plassen automatisk bli registrert som opptatt, med på- og avstigningsstasjon visende i displayet. Dette vil frigjøre tid for konduktøren, fordi konduktøren kun trenger å sjekke om det sitter en person på seter hvor grønn eller gul diode lyser. Det er mulig at personer som har reservert ikke dukker opp. Dermed vil det bli mulig å snike på toget ved å sette seg på et reservert sete når man ikke har billett. Dette kan motvirkes med stikkprøvekontroller. Slike kontroller kan for eksempel utføres ved at et par personer sjekker alle som sitter på reserverte plasser en gang i løpet av reisen, og skifter tog etter at passasjerene er kontrollert.

Går man på toget uten å ha kjøpt billett, så kan man gjøre det av konduktøren via en håndholdt salgsterminal. Det eneste man trenger å tenke på er at setet man setter seg på er ledig, eller ikke kommer til å bli opptatt i løpet av den planlagte reisen. Dette kan man ganske enkelt finne ut ved å se på lysdiode og displayet.

Dette systemet kan kombineres med terminaler på stasjonen, hvor man for eksempel med touchscreens kan bestille plassene selv. Dette kan også gjøres via web, noe man har mulighet for i dag, men det finnes ingen mulighet for direkte å velge seg et bestemt sete. Behovet for personell på stasjonen kan dermed reduseres. Dersom billetten på forhånd har blitt bestilt via internett, som har samme brukergrensesnitt som terminalen på stasjonen, vil terminalen i dette tilfellet fungere som en "printer" for bestilte billetter. Det vil også være mulig å fylle opp smartkort her.



Dette systemet gir følgende fordeler:

- På toget vet man alltid hvor mange som er på til en hver tid. Dette gir den fordel at dersom man skulle få en ulykke vet man med en gang hvem som var med toget.
- Ved bestilling av billetter, for eksempel over internett, kan man se hvilken seter som eventuelt er ledig. Dette vil være sikker informasjon når toget først er satt i bevegelse, men før toget har forlatt perrongen vil det fortsatt være noe usikkerhet ved om passasjerene møter opp. I utbyggingstrinn 1 kan en plass være merket som opptatt, selv om den som har bestilt/kjøpt billetten ikke har benyttet seg av den.
- Ubehageligheter med å måtte be personer om å flytte seg vil reduseres betraktelig, da de som er på toget har fått plassreservert det setet de sitter på.
- Konduktøren kan i langt større grad enn før bruke tid på å hjelpe passasjerene med praktiske ting, som for eksempel å få bagasjen på plass eller forklare ting til barn.

4.3 Utbyggingstrinn 3

Her ser man for seg at man får enda større datakommunikasjon på toget. Dermed kan man få en interaktiv informasjonsterminal på hver sitteplass eller noen enkeltstående terminaler i hver vogn. Hva denne terminalen kan vise, setter egentlig bare fantasien begrensninger for.

4.3.1 Begrenset kommunikasjon med omverden

Dersom man setter begrensninger på dataoverføring fra toget til omverden og omvendt, så vil det i all hovedsak kun være informasjon innad i toget som er mulig. Med "påfyll" for hver gang man passerer en stasjon med WLAN, har man for eksempel mulighet for å få en spesialmeny med nyheter. Siden toget er et transportmiddel vil man i utgangspunktet sørge for at terminalen på hvert sete, først og fremst viser informasjon om reisen. I tillegg kommer muligheten for å ha for eksempel spill på denne skjermen, som administreres via den sentrale datamaskinen om bord, slik det gjøres i flere nye flytyper.

4.3.2 Med full internettilgang

Dersom man i fremtiden satser på bredbåndtilknytning til toget, for eksempel med innføringen av UMTS, så vil helt andre muligheter åpne seg. Da får man full tilgang til internett, i tillegg til alle de fordelene man har i systemet med begrenset kommunikasjon med omverden. Her er det ikke informasjonstilgangen som er begrensningen, men hvor villig man er til å investere i hardware.

5. Diskusjon, konklusjon og anbefalinger

5.1 Diskusjon

5.1.1 Kravsspesifikasjonen

I vår teoretiske spesifikasjon valgte vi WLAN for å sikre full synkronisering mellom den sentrale reservasjonsdatabasen og databasen på togdatamaskinen. Dette gir redundans i systemet vårt, dvs. at når en del av systemet ikke virker tilstrekkelig, kan et annet ta over. Man kan spørre seg om et annet valg hadde vært mer gunstig. Vi kunne for eksempel brukt det vanlige mobilnettet GSM ved hver stasjon, så sant det var dekning der. GSM-nettet ville allerede vært tilstede, noe som ville gitt lave kostnader ved å bruke det. GSM har imidlertid flere svakheter. Det er ikke tilstrekkelig pålitelig, ettersom enhver person med mobiltelefon ville bruke det nettet. Dermed er det en risiko for svært stor trafikk i perioder, noe som er umulig å forutse. En annen god grunn for å velge WLAN lå i begrepet redundans, siden redundans i et system bør bygge på forskjellig teknologi. Ettersom GSM-R og GSM er bygget på samme teknologi, er GSM et dårlig alternativ. WLAN er bygget på en helt annen teknologi, og har større hastighet. Siden WLAN-utstyr er standardisert og masseprodusert gir dette lave kostnader, akkurat som GSM-alternativet. I tillegg vil WLAN kunne brukes til andre ting, ettersom systemet vårt ikke vil ha bruk for hele båndbredden. UMTS (3. generasjons mobilnett) er et annet alternativ vi vurderte. Det ville imidlertid blitt et svært kostbart system, ettersom dette nettet ikke er tilstrekkelig utbygget i Norge. I tillegg vil det bygge på ny teknologi, som ikke er godt nok utprøvd til at man kan si noe om pålitelighet.

Et annet spørsmål angående WLAN er om det skal bygges ut på alle stasjoner. På strekninger hvor man stopper på små stasjoner raskt etter hverandre vil det kanskje ikke være behov for WLAN på alle stasjonene. Et annet moment var ubetjente stasjoner. WLAN forutsetter en PC på stasjonen, og ubetjente stasjoner ville kanskje ikke ha slikt utstyr. WLAN bør nok ikke bygges ut på slike stasjoner med mindre det er absolutt nødvendig.

Det må nevnes at sikring av full synkronisering ikke er essensielt for systemet. Det er mulig at trafikken over GSM-R-nettet ikke blir så stor, og da kan WLAN bli overflødig. Dette er det umulig å si noe om nå, siden GSM-R-nettet ikke eksisterer enda. Derfor synes vi at WLAN bør implementeres. Det er viktig at reservasjonsopplysningen fungerer, hvis ikke vil den miste sin positive effekt på kundene. Det kan dukke opp flere fordeler med WLAN. Hvis man vil bygge ut trinn 3, vil ikke hastigheten til GSM-R være tilstrekkelig (se 4.3.1).

Perioden for oppdatering av databasen om bord på toget ble foreslått å være mindre enn korteste reisetid mellom to stasjoner. Dette er den sikre løsningen, men det er mulig at det ikke er nødvendig å synkronisere så ofte. For å finne svar på dette, ville det være nødvendig med en statistisk betraktning som tar hensyn til hvor ofte den sentrale databasen endres.

På LCD-displayene skulle det stå mellom hvilke stasjoner setet var reservert. Man kan spørre seg om dette er informasjon som bør være så lett tilgjengelig. Hvilken som helst person på toget kan da få vite hvor alle passasjerene skal dra. Dette er imidlertid informasjon som er



ganske lett å få tak i hvis man virkelig vil. Ofte vil personer gladelig oppgi hvor de skal reise, og man kan jo også lytte når konduktøren kontrollerer billetter. Med vårt system blir dette enda lettere, men vi synes ikke det har noen vesentlig betydning. Eneste unntak kan være over landegrenser hvor det foregår mye smugling. En måte å motvirke dette på med systemet vårt, er å slå sammen reservasjoner som følger etter hverandre. Dvs. at hvis et sete er opptatt fra Trondheim til Lillehammer, og fra Lillehammer til Oslo, så viser displayet at setet er opptatt fra Trondheim til Oslo. Det skifter ikke når toget når Lillehammer. Slik vet man ikke sikkert hvor personer skal av toget. For å få greie på om denne tilleggsinformasjonen er et problem, bør Datatilsynet kontaktes. Det har ikke blitt gjort i dette prosjektet.

5.1.2 Fysisk realisering

Valg av maskinvare

I vårt system valgte vi å bruke 3.5" IDE harddisker som roterer på 5400 omdreininger i minuttet (5400RPM). Dette er fordi slike diskere ikke blir like varme som 7200RPM IDE harddisker. Er plass eller varmeutvikling svært kritisk kan en alternativ løsning være å benytte 2.5" harddisker. Dette er diskere som er beregnet på bærbare datamaskiner.

Videre ble det heller ikke valgt å implementere raid-konfigurasjon. Dette ville ha gitt redundans i form av speiling av data. Vi har kommet frem til at dette ikke er nødvendig da dataen på diskene også ligger på en sentral server. Ved et eventuelt datahavari vil systemet slutte å fungere. PC-en må da skiftes ut, for eksempel ved en endestasjon.

Valget av 11 Mbit båndbredde ble gjort da dette er en standard som er en godt innarbeidet over tid. En unngår dermed en del problemer som kan oppstå når en tar i bruk ny teknologi. For dette systemet er en slik båndbredde tilstrekkelig og en oppnår høyere rekkevidde enn ved høyere bitrater. Med 11 Mbit trenger man kun en antenne plassert ved sporet.

Det har blitt valgt å benytte en mikrokontroller for hvert LCD display. En alternativ løsning kunne ha vært å bruke en mikrokontroller for hvert setepar. En ville da ha oppnådd lavere komponentkostnad da én mikrokontroller ville ha styrt to display og seks dioder. Kostnader ved uskiftning ville imidlertid blitt mye høyere da to display måtte ha blitt skiftet ut hvis én komponent feilet.

Sikkerhet

Siden WLAN baserer seg på radiobølger kan systemet bli utsatt for avlytting og forsøk på datainnbrudd. Det kan derfor være ønskelig med kryptering av datatrafikken til tross for at dataen over WLAN er informasjon som er allment tilgjengelig via andre kanaler. For å stoppe forsøk på å endre reservasjonsinformasjon av utenforstående, er en mulig løsning at oppstrømstrafikken (data som sendes fra klient til server) kun går over GSM-R.

5.1.3 Kostnadsestimatet

I denne rapporten har vi ikke tatt sikte på å presentere noe endelig finjustert kostnadsestimat. Snarere ville vi legge frem et såkalt screening estimat. Det vil si et veldig grovt førsteestimat som kan være forbundet med stor usikkerhet helt opp til $\pm 25\%$. Estimaten skal kun fungere



som en retningsleder for å kunne si om prosjektet er kostnadmessig interessant å gå nærmere inn på (Rolstadås, 2001). Grunnen til at vi gjorde dette og ikke gjennomførte et mer nøyaktig estimat var at et bedre estimat krevde betydelig mer innsats med å innhente priser. I tillegg burde vi kjent bedre til togselskapet sine rutiner ved implementering og oppgradering av systemer ved utarbeidelsen av et slikt estimat.

Vi konsentrerte oss kun om de komponentene som systemet ville trenge og tok ikke med programvare-, monterings- og installasjonskostnader. Dette gjorde vi fordi disse kostnadene i stor grad ville være påvirkelige av hvilken implementeringsstrategi som ble valgt av togselskapet. Dersom man monterte systemet på togene i forbindelse med annet vedlikeholdsarbeid, noe som vel er sannsynlig, ville marginalkostnadene vært betraktelig mindre enn ved å ta togene ut av drift for kun å montere systemet. Å finne den beste strategien for å gjennomføre den fysiske implementeringen av systemet er i så måte utenfor rammene av dette prosjektet og vi vil derfor heller ikke behandle det særlig inngående.

Det ville uansett ikke vært hensiktsmessig å komme med noe mer enn et meget grovt estimat så lenge GSM-R teknologien som systemet baserer seg på ennå ikke er operativ på de mest aktuelle togstrekningene for dette systemet. Det vil ennå være snakk om noe tid før GSM-R teknologien er tilgjengelig på disse strekningene og innen den tid vil også prisen på de nødvendige komponentene ha forandret seg. Ut fra historisk empiri vil jo prisene på de elektroniske komponentene synke i takt med tiden.

5.1.4 Markedsundersøkelsen

Etter å ha gjennomført spørreundersøkelsen har vi gjort oss et par erfaringer vedrørende saker som kunne vært gjort annerledes og bedre. Resultatene fra undersøkelsen led noe av at vi hadde formulert et par av spørsmålene uklokt og svarene ble derfor ikke like gode som det vi hadde håpet.

Spesielt var spørsmål 3.2 uheldig formulert. Der ville vi finne ut hvorfor folk ikke kjøpte plassreservering. Spørsmålet var et oppfølgingsspørsmål til 3.1 som var "Kjøper du noen gang plassreservering?". 3.1 hadde alternativene aldri, av og til og alltid. Spørsmål 3.2 lød dermed "Hvis aldri, hvorfor?". Dette viste seg å være en dårlig formulering siden de aller fleste krysset av på av og til på spørsmål 3.1. Dermed svarte disse ikke på spørsmål 3.2, selv om det hadde vært interessant å høre også hvorfor disse ikke kjøpte plassreservering. Dersom formuleringen på 3.2 hadde vært "Hvorfor kjøper du ikke plassreservering?" hadde flere svart på dette spørsmålet og vi kunne fått bedre tall å jobbe med i den videre analysen. Slik spørsmålet ble, fikk vi inn altfor få svar til å kunne si noe som helst og vi måtte bare gå bort fra dette spørsmålet i analysen.

Når det gjelder analysen er den basert på resultatene fra 300 spørreskjema. Ideelt bør en slik undersøkelse ha minst 1000 spørringer før resultatene kan sies å være statistisk signifikante, men på grunn av begrenset tid gjennomførte vi kun 300. Man kan da si at vi ikke kan si noe med statistisk sikkerhet når det gjelder holdninger og meninger. Likevel vil svarene til 300 personer kunne brukes til å se etter eventuelle tendenser i befolkningen selv om man da ikke kan slå dette fast med tilstrekkelig sikkerhet.



Undersøkelsen ble i tillegg kun utført i Trondheim. Dette kan og har sannsynligvis hatt innvirkning på resultatene. Det ideelle hadde vært om denne undersøkelsen hadde vært gjennomført overalt rundt om i landet der man har togstrekninger. Dette hadde vi ikke ressurser til å gjennomføre. Derfor måtte vi basere oss på resultater kun fra Trondheim. Skulle denne undersøkelsen vært et ledd i den strategiske planleggingen til NSB burde man tatt seg bedre tid og gjennomført en større undersøkelse, men med tanke på bruksområdet vi hadde for undersøkelsen er 300 spøringer tilstrekkelig.

5.2 Konklusjon og anbefalinger

Vi har i denne rapporten kommet frem til et system som øker brukervennligheten ved bruk av tog som transportmiddel. Systemet er ikke essensielt for kundene i forhold til dagens system. Det vil snarere understøtte dagens system og vil oppleves som opplysende og som en ekstraservice. Vi har lagt vekt på å lage et system som er levedyktig og fysisk realiserbart. Vi mener å ha fått til dette gjennom å basere hele systemet på kjent teknologi og standardkomponenter. Dette gjør at kostnadene ved prosjektet går ned samtidig som man lett kan oppgradere systemet dersom dette skulle vise seg nødvendig i fremtiden. Et annet argument for å velge standardkomponenter er at man minimerer avhengigheten mot leverandører.

Før man bestemmer seg for å implementere systemet må det derimot utarbeides bedre og mer nøyaktige kostnadsestimat. Her bør man særlig ha fokus på montering, installasjon og utvikling av nødvendig programvare. Dette er emner som ligger utenfor rammene til denne rapporten, men disse vil sannsynligvis være kostnadsdriverne i prosjektet og derfor vil det være essensielt å få oversikt over disse.

Vår anbefaling til togselskaper som vurderer implementering av dette systemet vil være å dele implementasjonen i to deler. Først vil det være aktuelt å innføre dette på en prøvestrekning. Dette vil gjøre bedriften bedre i stand til å utarbeide et mer reelt kostnadsestimat samtidig som man lettere vil kunne måle økning i kundetilfredsheten ved å innføre systemet. I tillegg vil en slik prøvestrekning kunne avdekke barnesykdommer som da vil måtte endres før endelig innføring finner sted.



Referanseliste

Ansethmoen S. (StaleA@nsb.no), 25 Mar 2003. *Info om Signatur og Agenda*. E-mail til Topland M. (topland@stud.ntnu.no).

Bombardier, 2003. *Rail Vehicles* [online]. Bombardier. Tilgjengelig fra: http://www.bombardier.com/index.jsp?id=1_0&lang=en&file=/en/1_0/1_1/1_1_0.html%3FD45 [aksessert 19 mar 2003]

EIRENE, 2000. *Functional Requirements Specification* [online]. UIC. Tilgjengelig fra: <http://gsm-r.uic.asso.fr/docs/eirenefrs.pdf> [aksessert 19 mar 2003]

EIRENE, 2000. *System Requirements Specification* [online]. UIC. Tilgjengelig fra: <http://gsm-r.uic.asso.fr/docs/eirenesrs.pdf> [aksessert 19 mar 2003]

ERTMS, 2003. *What is ERTMS?* [online]. UNIFE. Tilgjengelig fra: <http://www.ertms.com/what.html> [aksessert 16 mar 2003].

Green D. B. & Obaidat M. S., *An Accurate Line of Sight Propagation Performance Model for Ad-Hoc 802.11 Wireless LAN (WLAN) Devices* [online]. IEEE Explore. Tilgjengelig fra: <http://ieeexplore-beta.ieee.org/> [aksessert mar 2003].

NSB, 2003. *Velkommen til Agenda* [online]. NSB. Tilgjengelig fra: http://www.nsb.no/internet/no/Agenda/Tog_typer/?language=no [aksessert 19 mar 2003].

Prasad N. R., 2000. *IEEE 802.11 System Design* [online]. IEEE Explore. Tilgjengelig fra: <http://ieeexplore-beta.ieee.org/> [aksessert mar 2003].

Rolstadås, A., *Praktisk Prosjektstyring*, 3. utg. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag, 2001.

Selnes, F., *Markedsundersøkelser*, 4. utg. Oslo: TANO Aschehoug, 1999.

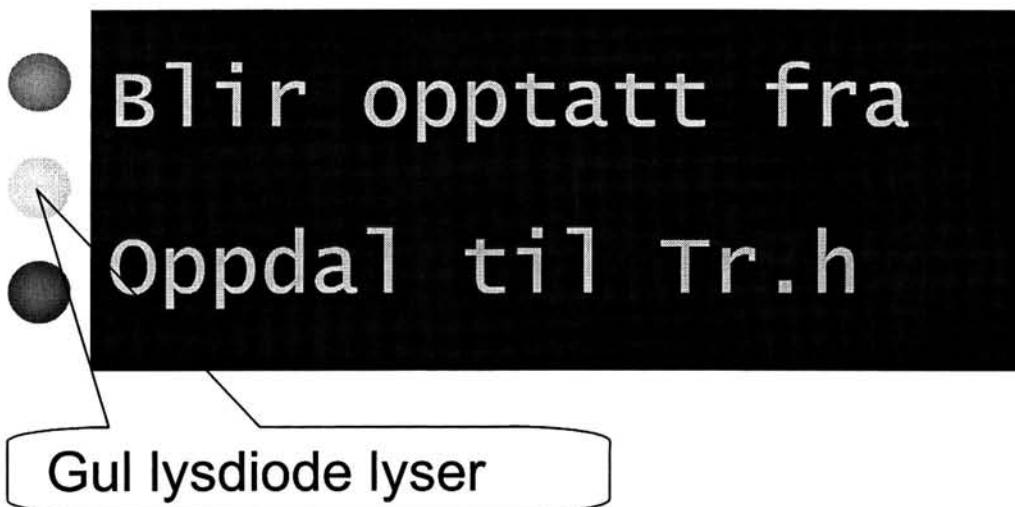
Sæve, T. E. (TorEgilS@nsb.no), 18 Mar 2003. *SV: GSM-r og NSB*. E-mail til Strand Ø. (oyvis@stud.ntnu.no).

UIC, 2003. *GSM-R Frequently Asked Questions* [online]. UIC. Tilgjengelig fra: <http://gsm-r.uic.asso.fr/faq.html> [aksessert 16 mar 2003].

Wikander J., *GSM-R*. Presentert på foredrag om NSB og Jernbaneverket, Hell, Jan 2003.

Vedlegg

Vedlegg A: Oversikt over LCD-display og lysdioder



- Opptatt fra
-
- Tr.h til oslo

Rød lysdiode lyser

Vedlegg B: Spørreskjema for markedsundersøkelsen

Spørreskjema om plassreservering på tog

Undersøkelsen er gjennomført av gruppe 5, landsby 20
som et ledd i faget Eksperter i Team på NTNU

1. Hvor ofte tar du toget?

- Pendler 1-5 ganger i året
 1-2 ganger i uken Aldri
 1-2 ganger i måneden

2.1 Har du noen gang måttet flytte deg fordi andre har reservert plassen din?

- Ja Nei

2.2 Hvis ja, hvordan oppleves dette?

Irriterende		Middels		Uproblematisk
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.1 Kjøper du noen gang plassreservering?

- Aldri Av og til Alltid

3.2 Hvis aldri, hvorfor? (sett gjerne flere kryss)

- Har ikke behov
 Plagsomt å måtte flytte andre fra plassen
 Tungvint å bestille plassreservering
 For dyrt
 Annet

4.1 Dersom du har reservert plass, har du måttet flytte noen fra plassen?

- Ja Nei

4.2 Hvis ja, hvordan oppleves dette?

Problematisk		Middels		Uproblematisk
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Hva slags forhold har du til NSB?

Svært dårlig		Middels		Svært bra
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Hvor gammel er du?

- 0-15 år 45-66 år
 16-24 år 67+ år
 25-44 år

7. Kjønn

- Kvinne Mann

Tusen takk for hjelpen!

Vedlegg C: Andre tabeller og figurer omtalt i forbindelse med markedsundersøkelsen

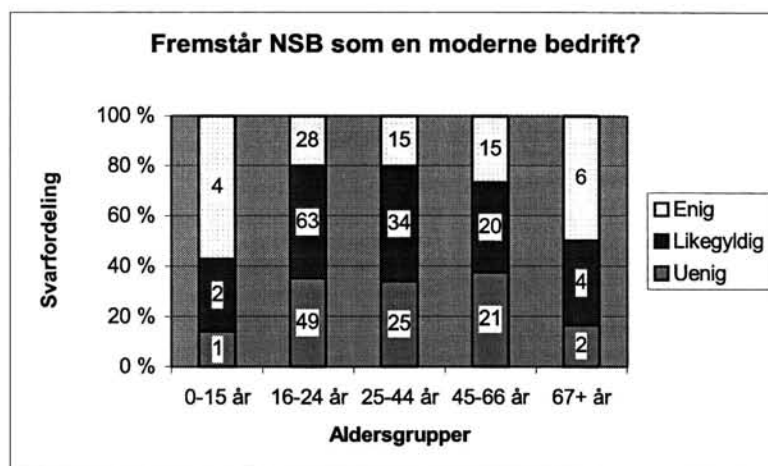
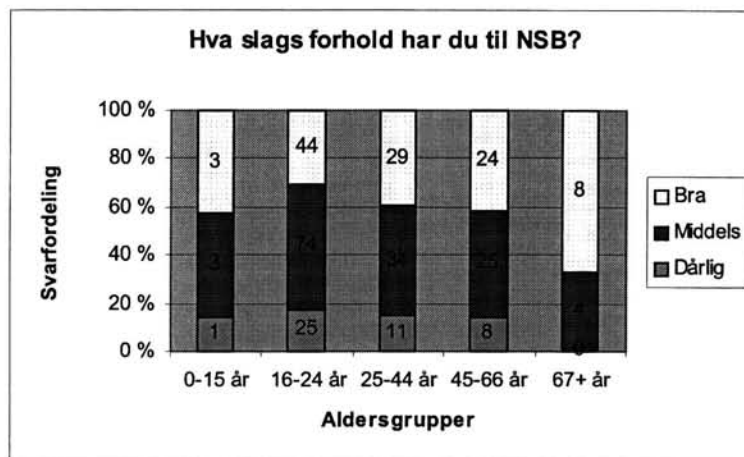
Her følger andre tabeller og figurer fra markedsundersøkelsen som behandler de situasjonene vi omtalte. Tabellene/figurene er plassert i samme rekkefølge som de ble behandlet i kapittel 3.4.

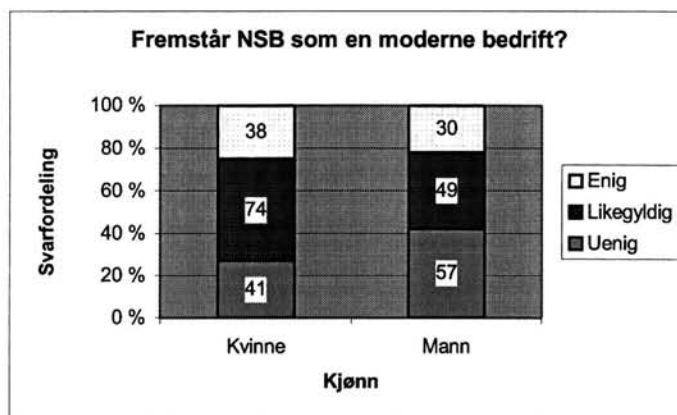
Generelle tabeller

Hvor gammel er du?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0-15 år	7	2,4	2,4	2,4
	16-24 år	143	48,5	48,6	51,0
	25-44 år	75	25,4	25,5	76,5
	45-66 år	57	19,3	19,4	95,9
	67+ år	12	4,1	4,1	100,0
	Total	294	99,7	100,0	
Missing	System	1	,3		
Total		295	100,0		

Hvor ofte tar du toget?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Pendler	17	5,8	5,8	5,8
	1-2 ganger i uka	13	4,4	4,4	10,2
	1-2 ganger i måneden	39	13,2	13,3	23,5
	1-5 ganger i året	194	65,8	66,0	89,5
	Aldri	31	10,5	10,5	100,0
	Total	294	99,7	100,0	
Missing	System	1	,3		
Total		295	100,0		

Generell holdning til NSB

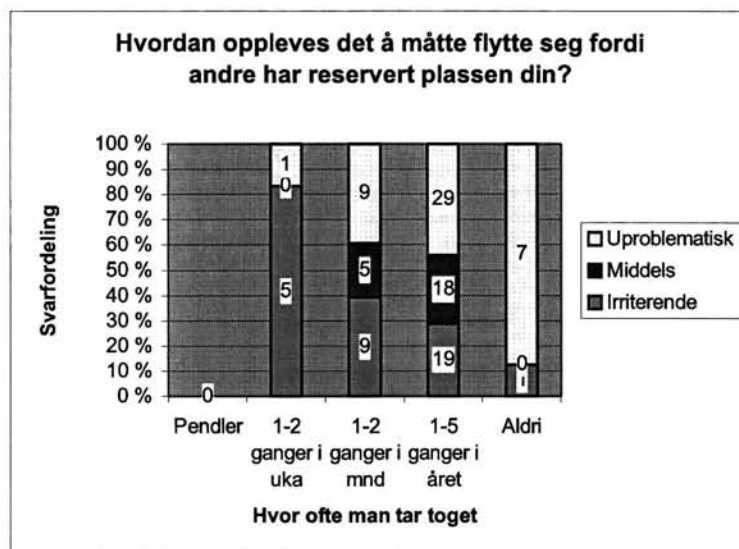




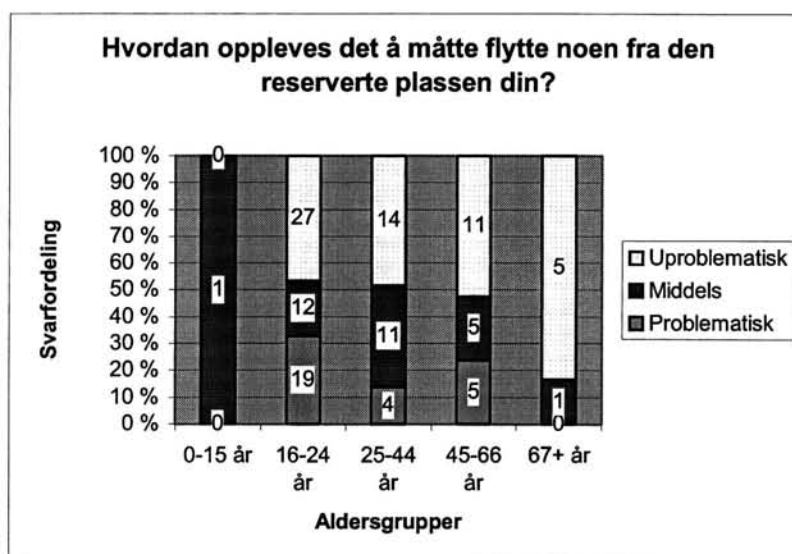
Plassreservering

Hvordan oppleves det å måtte flytte seg fordi andre har reservert plassen din?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ikke tellende	188	63,7	64,4	64,4
	Irriterende	34	11,5	11,6	76,0
	Middels	23	7,8	7,9	83,9
	Uproblematisk	47	15,9	16,1	100,0
	Total	292	99,0	100,0	
Missing	System	3	1,0		
Total		295	100,0		



Hvordan oppleves det å måtte flytte noen fra den reserverte plassen din?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Ikke tellende	152	51,5	56,9	56,9
	Problematisk	28	9,5	10,5	67,4
	Middels	30	10,2	11,2	78,7
	Uproblematisk	57	19,3	21,3	100,0
	Total	267	90,5	100,0	
Missing	System	28	9,5		
Total		295	100,0		



Kjøper du noen gang plassreservering?					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	,00	1	,3	,3	,3
	Aldri	83	28,1	28,5	28,9
	Av og til	119	40,3	40,9	69,8
	Alltid	88	29,8	30,2	100,0
	Total	291	98,6	100,0	
Missing	System	4	1,4		
Total		295	100,0		

MIKROMARC
BIBLIOTEKSYSTEM



71593712

23. 02. 2004

Jernbaneverket
Biblioteket

JBV



10TU00838

