

HØGSKOLEN I OSLO
OG AKERSHUS

Høgskolen i Oslo og
Akershus

OPPGAVE NR.

ET-1509

TILGJENGELIGHET

Åpen

HOVEDPROSJEKT ELEKTRO

OPPGAVENS TITTEL	DATO
Prototype på løsning for arbeid i og ved spor	20. mai 2015
	ANTALL SIDER / BILAG
	99s/ 11 bilag
FORFATTERE	VEILEDER: Boning Feng
Noman Asghar, Trym Bremnes, Vinh Vu og Dennis Warnaar	BI-VEILEDER: Ola Jetlund

UTFØRT I SAMMARBEID MED	KONTAKTPERSON
Jernbaneverket	Safiye Emelie Dursun Jetlund

SAMMENDRAG

I forbindelse med innføring av akseltellere i jernbaneverkets infrastruktur er det nødvendig å finne løsninger for sperring ved arbeid i og ved spor, som ikke baserer seg på bruk av kontaktmagneter.

I den sammenheng ble det utført en konseptstudie som skisserte følgende konsept: et programvarebasert støttesystem, på en server, for overvåkning og en applikasjon for interaksjon med støttesystemet. Ved alle sporstrekninger skal det plasseres et skilt med en QR-kode for geografisk integritet ved sperring.

Hovedprosjektet er utarbeidet i denne konteksten og går ut på å lage et «proof-of-concept» for å evaluere om konseptideen er realiserbar basert på en kravspesifikasjon utviklet av Jernbaneverket. Oppgaven går ut på å produsere to applikasjoner til arbeidsterminaler som kommuniserer med en server over GSM-/GSM-R-nettet. Applikasjonen skal kunne sende SMS og støttesystemet på serveren skal kunne tolke disse. Det er to typer arbeidsterminaler: en egenkonstruert SBC-enhet, kalt Prototypen som kommuniserer over GSM-R, og kommersielle GSM-smarttelefoner.

Løsningen har blitt kontinuerlig testet under produksjon. Dette inkluderer også en omfattende helhetlig test ved prosjektets slutt. Ettersom systemet passerte alle disse og svarer på «proof-of-concept»-spørsmålet, konkluderes det med at prosjektet var vellykket.

3 STIKKORD

Sporsikring

GSM/GSM-R

Java

FORORD

Målsetningen med denne rapporten er å designe et «proof-of-concept» basert på kravspesifikasjonen: «Concept of a New Solution for Securing Work Areas» utarbeidet av Jernbaneverket. Hovedvekten ligger på å demonstrere om kravene er realiserbare. Gjennomførelsen av en bacheloroppgave vår 2015 ved Høgskolen i Oslo og Akershus i samarbeid med Jernbaneverket resulterte i denne rapporten.

Det rettes takknemlighet mot eksternt veileder Safiye Jetlund ved Jernbaneverket, intern veileder Boning Feng og biveileder Ola Jetlund for godt samarbeid og veiledning. Det rettes også en takk mot Terje Sivertsen ved Jernbaneverkets teknologistab for hjelp med spørsmål angående kravspesifikasjonen. Takk til Jernbaneverkets Øystein Løkås og Tore Lyftingmo Øwre for assistanse rundt spørsmål angående GSM-R og utlån av utstyr.

Tilslutt rettes det en stor takk til venner og familie for støtte, innspill og tålmodighet under gjennomføringen av dette prosjektet.

Oslo, Mai 2015

Noman Asghar, Trym Bremnes, Vinh Vu og Dennis Warnaar

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord.....	i
Innholdsfortegnelse.....	ii
Figurliste.....	iv
Tabelliste.....	vi
1 Innledning.....	1
2 Sentrale begreper.....	3
3 Kravspesifikasjon.....	5
3.1 Leveranse.....	5
3.2 Prosjektets ramme.....	5
3.3 Milepæler.....	6
4 Systemløsning.....	8
4.1 Systemoversikt.....	8
4.2 Støttesystem.....	9
4.3 Applikasjon.....	17
4.4 Gateway.....	19
4.5 Prototypen, Raspberry Pi.....	22
5 Systemtesting og resultater.....	25
5.1 Tilgjengelig utstyr.....	25
5.2 Oppsett av SMS-gateway med ZTE MF821D.....	29
5.3 Oppsett av SMS-gateway med Ericsson F3507g.....	34
5.4 Test av GSM-R med Ericsson F3507g.....	37
5.5 Test av HTC OneX som modem.....	40
5.6 Testing av QR-løsninger med Raspberry Pi.....	43
5.7 Testing av GSM-R-modem med Raspberry Pi.....	47
5.8 Fullstendig test.....	52
6 Diskusjon.....	64
6.1 Bruk av QR-kode.....	64

6.2	Posisjonering ved hjelp av satellitter.....	65
6.3	Valg av applikasjons-plattform.....	65
6.4	Valg av Raspberry Pi	65
6.5	Ved implementering.....	66
6.6	Avvik fra kravspesifikasjonen	70
6.7	Valg av gateway-løsning.....	73
6.8	Funkwerks GSM-R-modem.....	73
7	Konklusjon	74
8	Videre arbeid	76
9	Litteraturliste	77
10	Vedlegg.....	79
10.1	Vedlegg 1: «Use Case»-diagram for smarttelefon- og Prototype-applikasjonen	80
10.2	Vedlegg 2: «Use Case»-diagram for støttesystemet.....	83
10.3	Vedlegg 3: «Use Case»-diagram for Gateway	84
10.4	Vedlegg 4: Tilbakemeldinger fra støttesystemet	85
10.5	Vedlegg 5: Meldinger fra applikasjon.....	86
10.6	Vedlegg 6: Flytskjema.....	87
10.7	Vedlegg 7: Programkode	88
10.8	Vedlegg 8: Instruksjonsmanualer	89
10.9	Vedlegg 9: Kravspesifikasjon	89
10.10	Vedlegg 10: Møtereferat.....	90
10.11	Vedlegg 11: Gant-diagram.....	90

FIGURLISTE

Figur 1: Systemoversikt.....	8
Figur 2: Systemoversikt for støttesystemet.	9
Figur 3: Eksempel: Aktive brukere: Brukeren 'trbr' er aktiv som HSV på arbeidsområdet OSL1.....	10
Figur 4: Eksempel: Arbeidsområdedatabase: Viser sikrede, sperrede og åpne områder.....	11
Figur 5: Eksempel: Brukerdatabasen: Listen over sertifiserte brukere.	11
Figur 6: Generell behandling av kommandoforespørsler. Kilde bystefigur: www.softicons.com/designers/eclipse-saitex	12
Figur 7: Oversiktsbilde for "Sikring av arbeidsområde"	13
Figur 8: Oversiktsbilde for "Overtagelse av hovedsikkerhetsansvar"	15
Figur 9: Applikasjonens innloggings- og hovedmeny.....	18
Figur 10: Oversiktsbilde over modem-emulatoren.....	20
Figur 11: Gateway-ens grensesnitt	21
Figur 12: Blokkdiagram Prototypen.....	22
Figur 13: Standardoppsett	26
Figur 14: Oppsett for test 5.2.....	29
Figur 15: Aktiv RNDIS-tilkobling merket med rødt	30
Figur 16: ZTEs nett-grensesnitt. Tilkobling opprettet.....	30
Figur 17: Sendte og mottatte meldinger på Nokia Lumia 930	31
Figur 18: Mottatt SMS vises i innboksen.....	31
Figur 19: Svar til Nokia Lumia 930	32
Figur 20: Diafaan søker etter GSM-modem.....	32
Figur 21: Diafaan fant ingen GSM-modem.....	33
Figur 22: Oppsett for test 5.3.....	34
Figur 23: Vellykket SMS-kommunikasjon mellom telefon og SMS-gateway.....	35
Figur 24: Vellykket tilkobling til Ericsson-modem.....	36
Figur 25: Oppsett for test 5.4.....	37
Figur 26: Test 5.4: Advarsel om roaming.	39
Figur 27: Test 5.4: Tilkobling til Telenor ikke vellykket.	39
Figur 28: Oppsett for test 5.7.....	40
Figur 29: Oppsett for test 5.5.....	43
Figur 30: Kameraet er blitt detektert	44
Figur 31: dmesg har også funnet kameraet.....	44

Figur 32: Fungerende skanning med Zbarcam	45
Figur 33: Oppsett for test 5.6.....	48
Figur 34: Logitech forsvinner når den blir koblet til via Superspeed USB 3.0 Hub-en.	49
Figur 35: Trestruktur av det endelige oppsettet.....	49
Figur 36: Picocom tester modemmet, sender og mottar SMS-er.....	50
Figur 37: Alle enheter fungerer som de skal	50
Figur 38: Oppsett for test 5.8.....	53
Figur 39: 2D-koder. Fra venstre: Aztec, Data Matrix og HCCB.....	64
Figur 40: Støttesystemet i Jernbaneverkets infrastruktur.	68

TABELLISTE

Tabell 1: Tabell med forklaring på sentrale begreper.....	4
Tabell 2: Milepæler	6
Tabell 3: Forklaring av støttesystemet status-tilstander.....	10
Tabell 4: Fullstendig maskinvareliste.....	27
Tabell 5: Fullstendig programvareliste.....	28
Tabell 6: Maskinvareliste test 5.2.....	29
Tabell 7: Programvareliste test 5.2.....	29
Tabell 8: Maskinvareliste test 5.3.....	34
Tabell 9: Programvareliste test 5.3.....	34
Tabell 10: Maskinvareliste test 5.4.....	37
Tabell 11: Programvareliste test 5.4.....	37
Tabell 12: Maskinvareliste test 5.7.....	40
Tabell 13: Programvareliste test 5.7.....	40
Tabell 14: Maskinvareliste test 5.5.....	43
Tabell 15: Programvareliste test 5.5.....	43
Tabell 16: Maskinvareliste test 5.6.....	47
Tabell 17: Programvareliste test 5.6.....	47
Tabell 18: Maskinvareliste test 5.8.....	52
Tabell 19: Programvareliste test 5.8.....	52
Tabell 20: Eksempel, sammenfallende krav.....	54
Tabell 21: Sammenfallende krav, innlogging.	55
Tabell 22: Fullstendig test: Resultattabell - innlogging.....	55
Tabell 23: Sammenfallende krav, utlogging.	55
Tabell 24: Fullstendig test: Resultattabell - utlogging.....	56
Tabell 25: Sammenfallende krav, innmelding.....	56
Tabell 26: Fullstendig test: Resultattabell - innmelding.....	56
Tabell 27: Sammenfallende krav, utmelding.....	56
Tabell 28: Fullstendig test: Resultattabell - utmelding.....	57
Tabell 29: Sammenfallende krav, sikring.....	57
Tabell 30: Fullstendig test: Resultattabell – sikring – anmodning om sperring.	57
Tabell 31: Fullstendig test: Ytterligere kravpunkt for applikasjon - sikring.	58
Tabell 32: Fullstendig test: Ytterligere kravpunkt for støttesystem - sikring.....	58

Tabell 33: Fullstendig test: Resultattabell - sikring - oppstart av arbeid.....	58
Tabell 34: Sammenfallende krav, opphevelse av sikring.	59
Tabell 35: Fullstendig test: Resultattabell - opphevelse av sikring.	59
Tabell 36: Fullstendig test: Ytterligere krav - opphevelse av sikring.....	59
Tabell 37: Sammenfallende krav, tidsregistrering/- avlesning.	60
Tabell 38: Fullstendig test: Resultattabell - tidsregistrering/ -avlesning.	60
Tabell 39: Fullstendig test: Ytterligere krav - tidsregistrering/ -avlesning.....	61
Tabell 40: Fullstendig test: Resultattabell - statusavlesning.	61
Tabell 41: Fullstendig test: Resultattabell - overtakelse.....	61

1 Innledning

Hensikten med dette prosjektet var å utarbeide et «proof-of-concept» for en ny løsning for sikring av arbeid i og ved jernbanespor, med sikte på fremskaffelse av en løsning som kan anvendes på hele Jernbaneverkets infrastruktur. Bakgrunnen for ønsket om ny løsning er behovet for et system som ikke baserer seg på bruk av kontaktmagneter. Samtidig skal systemet være mer fleksibelt enn dagens nøkkelskap. Prosjektet baserte seg på en omarbeidet versjon av Terje Sivertsens, «Concept of a New Solution for Securing Work Areas» (Sivertsen, 2014). I omarbeidet ligger det at dette prosjektet tok for seg avsnittene som omhandlet kommunikasjonen mellom sikkerhetsvakt og støttesystem, og fokuserte på det.

Prosjektet bestod av to deler, den ene delen var å utarbeide «proof-of-concept»-et for Jernbaneverket, bestående av et støttesystem og en applikasjon for en smarttelefon. Den andre gikk ut på å lage en enhet, basert på en Singel Board Computer (SBC) som skulle kunne fungere på oppimot samme måte som smarttelefonen, men kommunikasjon skulle utelukkende foregå via GSM-R-nettet. Enheten skulle også kunne brukes sammen med støttesystem og smarttelefon. Dette var et tillegg til oppgaven som gruppen selv ønsket å se på.

«Proof-of-concept»-delen går ut på å generere QR-koder som identifiserer sporstrekningen sikkerhetsvakten befinner seg på. Nevnte vakt kan så bruke en smarttelefon, med installert applikasjon, til å utføre de handlinger som trengs for å sikre arbeid i og ved spor på en tilfredsstillende måte. Gyldigheten av de handlinger sikkerhetsvakten ønsker å gjennomføre kontrolleres av støttesystemet, som på sin side overvåker status for jernbanens sporstrekninger.

Rent teknisk vil dette foregå ved at sikkerhetsvakten velger en handling i applikasjonens grensesnitt og skanner en QR-kode. Et eksempel på en handling kan være sperring av en sporstrekning. Handlingen sendes så som en SMS fra applikasjonen, til serveren, via en SMS-gateway. På serveren prosesseres dataen i SMS-en, som i nevnte eksempel ville være om sporstrekningen kan sperres for arbeid. Serveren sender så en SMS tilbake til applikasjonen med utfallet av prosesseringen. Eksempelvis: «Vellyket sperring» eller «Denne sporstrekningen kan ikke sperres.».

Enheten som ble laget brukte Raspberry Pi B+ (RS, 2014) som plattform. Det ble også utviklet en egen applikasjon, med lignende funksjoner som smarttelefon-applikasjonen.

Underveis i prosjektet har modulene blitt grundig testet, både hver for seg og i felleskap. Testingen har foregått ved å teste enkeltfunksjoner eller ved å simulere ulike scenarier løsningen vil bli utsatt for. Det er ikke utført noen test av løsningen i Jernbaneverkets infrastruktur, men rapporten tar opp noen tanker rundt en slik implementering.

Hvert test-scenarier ble testet med to ulike kommunikasjonsmetoder. Den første testen med alle enhetene utstyrt med et SIM-kort fra en leverandør på GSM-nettet, med kommunikasjon over GSM. Den andre kommunikasjonsmetoden ble utført med SIM-kort fra Jernbaneverkets Bane Nett-avdeling, med kommunikasjon over GSM-R-nettet via roaming. Scenariene som ble testet var: sikring av arbeidsområde med de underfunksjonene det innebar og overtagelse av hovedsikkerhetsvakt. Mot slutten av prosjektet ble det satt opp et scenarier som testet alle prosjektets komponenter som en fullstendig løsning.

Gruppen hadde fordelt det overordnede ansvaret i fire deler, en for hvert gruppemedlem. Vinh Vu fikk ansvaret for utviklingen av applikasjonen og testing av QR. Trym Bremnes hadde ansvaret for SMS-gateway-en og applikasjonsdelen av Prototypen. Noman Asghar var ansvarlig for maskinvare-delen av Prototypen, samt kontinuerlig testing etter hvert som resten av gruppen la til funksjoner til sine løsninger. Dennis Warnaar fikk ansvaret for utviklingen av støttesystemet og å ha kontroll over at prosjektets fire deler til all tid utviklet seg mot en helhetlig løsning.

Rapporten ser først på hva det var forventet at prosjektet skulle levere og rammene som ble gitt. Så blir en kortfattet oversikt over helhetsbilde av prosjektets systemløsning presentert, før hver underdel beskrives grundigere. Rapporten har så en del med prosjektets testrapporter og går siden over i en bredere diskusjon rundt løsningen både isolert sett og i sammenheng med infrastrukturen den er tenkt å være en del av. Til slutt vil det hele summeres opp i konklusjonen og tanker om videre arbeid.

2 Sentrale begreper

ACM	Abstract Controll Model: Dette er et grensesnitt som identifiserer og kommuniserer med USB-enheter. (Microsoft, 2015b)
Arbeidsområde	En sporstrekning som var, er eller skal sperres.
Arbeidsterminal	En enkel enhet som kan vise valgene sikkerhetsvaktene har og kommunisere disse valgene til støttesystemet. For eksempel en smarttelefon.
AT kommandoer	AT kommandoer, også kjent som Hayes Command Set, er et kommandospråk som brukes til å styre modemer. Både Diafaan SMS Server og Raspberry Pi-en bruker AT kommandoer for å kunne utføre sine oppgaver innenfor telekommunikasjon. (Watts, 2011)
CPAS	Content Provider Access System: muliggjør sending og mottagelse av SMS til mange forskjellige enheter ved hjelp av et grensesnitt. (Datek, 2014)
CTC	Sentralisert trafikkontroll. System som muliggjør fjernstyring av signalanlegg for tog. Styres av togleder i en CTC-sentral. (Svingheim, 2011)
Diafaan	En gateway(SMS Server) og modem-emulator(GSM Modem Emulator) utvikler.
Forrigling	Et mekanisk eller elektrisk system som hindrer uønskede eller farlige hendelser.
GPIO	General-Purpose Input/Output: er «pin»-er som kan brukes for generiske oppgaver.
GSM/ GSM-R	<p>GSM er en standard for å sende informasjon over trådløse kommunikasjonskanaler. Hovedsakelig kan GSM deles opp i to deler: GSM og GSM-Railway(GSM-R).</p> <p>Det er GSM som benyttes av mobiltelefonselskaper som TeliaSonera og Telenor for å gi dekning til arealer i store deler av verden. Frekvensbåndene som benyttes er hovedsakelig 900- og 1800MHz båndene, selv om dette varierer mellom ulike territorier.</p> <p>GSM-R brukes hovedsakelig av jernbaneselskaper og selskaper som jobber med jernbaneinfrastruktur. Frekvensbåndet som benyttes er nærme 900-MHz båndet og er i Europa dedikert til jernbane. Forskjellen mellom GSM og GSM-R er hovedsakelig at GSM-R har noen tilleggsfunksjoner som:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) prioritering av samtaler 2) bruk av funksjonelle nummer 3) opprette samtaler ved bruk av lokasjons-avhengige adressering 4) gruppesamtaler og kringkasting til forhåndsbestemte grupper 5) nødsamtaler som kan nå nødsentraler under to sekunder <p>GSM-R skal også til enhver tid kunne kontrollere og regulere trafikken på skinnegangen. Det betyr at allmennheten ikke har tilgang til dette nettverket.(Winter & International Union of Railways., 2009)</p>
HSV	Hovedsikkerhetsvakt: Se sikkerhetsvakt.
JMS	Java Message Service: En metode som kan sende og motta data mellom programmer.

JVM	En interpreter som tolker kompiler Java-kode på alle plattformer.
Kontaktmagneter	Noe som kortslutter skinnegangen for å stanse tog som ønsker å bruke strekningen.
LSV	Lokal sikkerhetsvakt: Se sikkerhetsvakt.
Prototypen	Dette er SBC-en i kombinasjon med kamera og modem.
QR	QR, som står for Quick Response, er en type to-dimensjonal(2D) strekkode som brukes til å lagre data for rask avlesning senere. Den har større datakapasitet og feilrettingspotensial enn en-dimensjonale(1D) strekkoder. QR bruker kvadratene i hjørnene som referansepunkter.
RNDIS	En standard for å kunne kommunisere med USB enheter utviklet av Microsoft. (Microsoft, 2015a)
Roaming	Roaming nevnt i denne rapporten er roaming mellom telefonselskaper som skjer når en bruker beveger seg utenfor rekkevidden til nettverket til selskapet brukeren betaler for. Hvis selskapet til brukeren har en roamingavtale med et selskap der brukeren er, så vil dette selskapet plukke opp forbindelsen til brukeren. Da «roam»-er brukeren i dette selskapets nettverk.
SBC	Dette er datamaskiner som er så små at de kan plasseres på et enkelt kretskort. SBC trekker lite strøm, er relativt effektive i forhold til effektforbruk og er langt billigere enn konvensjonelle datamaskiner. Noen kjente typer av SBC-er er Raspberry Pi og Beaglebone/Beagleboard.
Sikkerhetsvakt	To typer: Hoved og lokal. Har ansvaret for sikkerheten ved arbeid i og ved spor.
SMS-gateway	Short Message Service gateway: konverterer data til og fra SMS-format og sender denne meldingen ut til ønsket mottaker.
SQL	Structured Query Language: Programmeringsspråk spesialtilpasset store databaser.
Støttesystem	Evaluerer og behandler data fra arbeidsterminalene. Skriver eventuelle endringer inn i en database. Bruker en SMS-gateway for å kommuniserer med arbeidsterminalene.
TimerTask	En java-metode som kjører andre metoder når en forhåndsbestemt tid har gått.

Tabell 1: Tabell med forklaring på sentrale begreper.

3 Kravspesifikasjon

3.1 Leveranse

Prosjektet skulle i hovedsak levere tre programmer, støttesystemet og to applikasjoner. I tillegg skulle det leveres en selvkonstruert enhet som kan kommunisere over GSM-R-nett og skanne QR-koder.

Støttesystemet skal overvåke om handlingene sikkerhetsvaktene ønsker å utføre kan gjennomføres. Videre skal støttesystemet meddele alle aktuelle parter om handlingen blir utført eller ikke.

Applikasjonene skal kunne installeres på sikkerhetsvaktens arbeidsterminaler. De skal dekke behovene sikkerhetsvaktene har for å sikre arbeidet på sitt område med et funksjonelt brukergrensesnitt. Den ene applikasjonen hører til leveransen Jernbaneverket ønsket og skal kunne installeres på en Android-smarttelefon. Den andre applikasjonen hører til den selvbygde SBC-enheten.

Applikasjonene og støttesystemet baserer seg på en gitt kravspesifikasjon, men er egenprodusert programvare.

Med bakgrunn i systemet prosjektet leverte og en vurdering av kravspesifikasjonen vil den totale leveransen ble et «proof-of-concept» på en løsning for arbeid i og ved spor i Jernbaneverkets infrastruktur.

3.2 Prosjektets ramme

Her forklares hvilke ressurser som var tilgjengelige og hva slags begrensninger som var lagt til grunn for prosjektet.

3.2.1 Tilgjengelige ressurser

Studentene skulle arbeide 2/3 av semestret med prosjektet. Dette betød en total arbeidsmengde på rundt 2000 timer.

Gruppen hadde tilgang til egne plasser på HiOA. Jernbaneverket stilte med personer som innehadde nødvendig kompetanse om gruppen hadde spørsmål. Jernbaneverket stilte også med

kravspesifikasjonen som prosjektets kravspesifikasjon er basert på. Gruppen fikk også utlevert nødvendig utstyr fra Jernbaneverket, slik som SIM-kort, smarttelefon, datamaskin og modem.

HiOA stilte med nødvendig utstyr til utviklingen av Prototypen.

3.2.2 Begrensninger

Gruppen fikk begrenset tilgang til GSM-R-nettet og benyttet seg ikke av Jernbaneverkets egne SMS-gateway-er ved testing. Noe som gjør at leveransens testresultater kan avvike fra testresultater gitt ved testing i Jernbaneverkets infrastruktur.

Et begrenset budsjett la også føringer for komponenter og tilbehør til Prototypen.

3.3 Milepæler

Milepæler	Dato
1: QR ferdig	06.feb
2: Kommunikasjon fungerer/ prototype ferdig	13.feb
3: Sperre arbeidsområde	13.mar
4: Bytte vakt	10.apr
5: Løsning ferdig	01.mai

Tabell 2: Milepæler

Det er satt opp fem milepæler som kontrollpunkter for når deler av prosjektet skal være gjennomført. Disse er fordelt utover prosjektets tidsramme med et intervall på rundt en måned.

I tillegg var det være en periode før tidsrammen for skriving av kravspesifikasjoner, innhenting av utstyr og kunnskapsoppbygning. Det var også en periode etter tidsrammen for ferdigstilling av sluttrapport og utarbeiding av prosjektets presentasjon.

1. milepæl har fått navnet, «QR-ferdig», det vil si at gruppen skulle ha løsningen for QR-kode-skanningen ferdig, vite hvordan det skal integreres i applikasjonen, samt eventuelle betingelser for en tilfredsstillende skanning. Denne milepælen var planlagt ferdig 6. februar.

2. milepæl heter «Kommunikasjon fungerer og Prototypen er ferdig», det vil si at kommunikasjon mellom enheter kan gå igjennom SMS-gateway-en og at enheter kan ha

informasjonsutveksling med støttesystemet via SMS-gateway-en. Prototypen skulle også være ferdigstilt i den grad at kommunikasjonstesting og applikasjonsutvikling kunne begynne på prototype-plattformen. Denne milepælen var planlagt ferdig 13. februar.

3. milepæl heter «Sperr arbeidsområde», det vil si at alle funksjoner i applikasjonen og støttesystemet som er nødvendig for og ellers knyttet til sperring av et arbeidsområde og oppstart av arbeidet skulle være ferdig. Prototypen var ikke en del av denne milepælen. Denne milepælen var planlagt ferdig 13. mars.

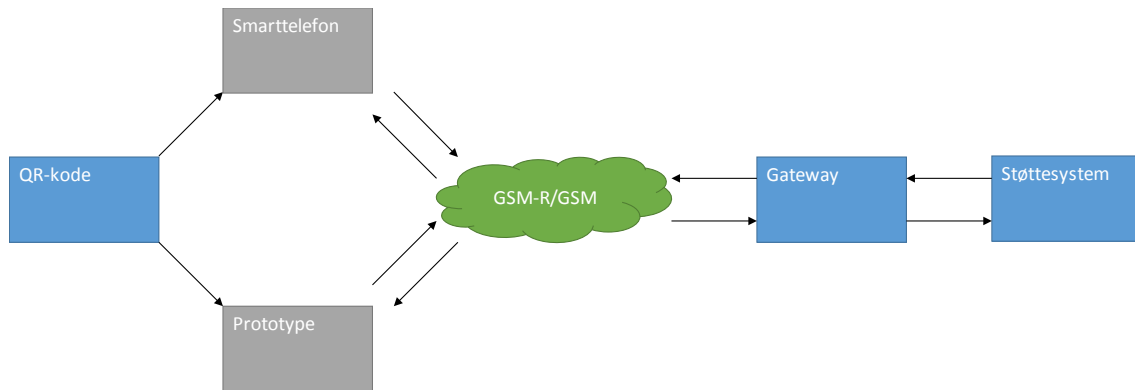
4. milepæl ble kalt «Bytte vakt», det vil si alle funksjoner i applikasjonen, støttesystemet og Prototypen som er nødvendig for bytte eller overtagelse av hovedsikringsvakten. For Prototypen skulle også de funksjoner som krevdes fra tredje milepæl fungere. Denne milepælen var planlagt ferdig 10. april.

5. milepæl heter «Løsning ferdig», det ville si at alle delene av løsningen var testet sammen og feilretting var utført. Denne milepælen var planlagt ferdig 1. mai.

Gruppen satte en tidsfrist på at rapporten skulle være klar for første eksterne gjennomlesning 1. mai og ferdigskrevet 15. mai.

4 Systemløsning

4.1 Systemoversikt



Figur 1: Systemoversikt

Løsningen er en sammenkobling av forskjellig programvare som kommuniserer med hverandre for å sikre arbeid i og ved spor for Jernbaneløst. Programvaren er designet for ulike maskinvarearkitekturer og har egne oppgaver å utføre.

Støttesystemet som behandler kommandoene fra sikkerhetsvaktens terminal er et Java-program i kombinasjon med en «Structured Query Language»-database (SQL). Denne databasen fungerer som støttesystemets hukommelse. Det vil si at den inneholder data for brukere og arbeidsområder.

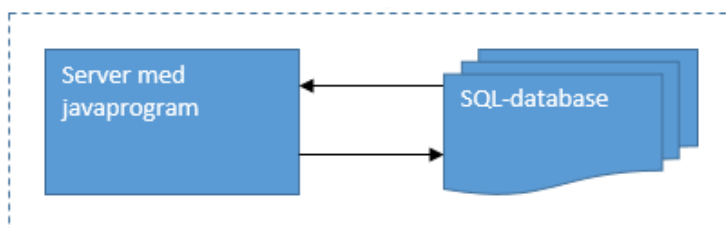
Funksjonen til støttesystemet er å kontrollere om kommandoene sikkerhetsvaktens ønsker å utføre er gyldige. Dette gjøres ved at forespørselene kontrolleres opp mot SQL-databasen som til enhver tid inneholder informasjon om status for sikkerhetsvakter og arbeidsområder. Utfallet av denne sjekken registreres i SQL-databasen og skrives til tekstfiler. Disse legges i kø for å behandles av SMS-gateway-en og for å informere involverte parter om nevnte utfall. Når beskjeden om gitt utfall ankommer sikkerhetsvaktens terminal, vises denne på skjermen.

For at systemet skal fungere som ønsket, kreves det at QR-kode-skiltet er plassert på de forskjellige sporstrekningene. Skiltet skannes med sikkerhetsvaktens terminal for å sikre nøyaktig geografisk angivelse av sikkerhetsvaktens ved sending av kommandoer til støttesystemet. Sikkerhetsvaktens terminal er en Android-basert smarttelefon med en Java-applikasjon. Denne applikasjonen muliggjør kommunikasjon mellom sikkerhetsvakt og støttesystem, via et grafisk grensesnitt. Fra applikasjonen sendes kommandoene som SMS til en SMS-gateway som legger de i en kø i påvente av støttesystemets behandling.

SMS-gateway-en består av programmet Diafaan SMS Server (Diafaan, 2015) og et selvlaget skript skrevet i C#. Skriptet forteller hva som skal skje med innkommende og utgående meldinger. Diafaan SMS Server sender disse kommandoene videre til SMS-gateway-ens modem med AT-kommandoer. Modemet sender så meldingen over GSM-/GSM-R-nettet.

Prototypen, med applikasjon, fungerer på tilnærmet samme måte som smarttelefon-arbeidsterminalen, men kommuniserer via GSM-R.

4.2 Støttesystem



Figur 2: Systemoversikt for støttesystemet.

Støttesystemet består av to hoveddeler: Java-programmet som står for overvåkingen og SQL-databasen som lagrer informasjon om arbeidsområder og brukere. Førstnevnte behandler dataen den mottar fra sikkerhetsvaktens applikasjoner, sistnevnte fungerer som støttesystemets hukommelse. Til sammen har disse to delene som hovedfunksjon å kontrollere handlingene som sikkerhetsvaktene ønsker å utføre. Det vil si at støttesystemet stopper uønskede kommandoer før de igangsettes.

Siden programmet utelukkende kommuniserer via SMS holdes det ingen tilkobling åpen mellom støttesystemet og arbeidsterminalene mens kommandoer behandles. Dette betyr at støttesystemet er avhengig av SQL-spørringer for å sjekke om eventuelle bekreftelser som etterspørres fra sikkerhetsvakten blir overholdt. Dette er fordi Java-programmet er i seg selv hukommelsesløst.

Alle tekstfiler som støttesystemet skriver til meldingskøen for utmeldinger lagres på følgende format for å sikre at riktig behandlingsrekkefølge opprettholdes.

Systemtid i nanosekunder	.txt
--------------------------	------

Status i sammenheng med støttesystemet er følgende tre tilstander for en sporstrekning:

Status	Beskrivelse
Klar	Det vil si at sporstrekningen er åpen, trygg og kan sperres.
Sperret	Sporstrekningen er sperret for togtrafikk, men arbeid ved sporet er ikke påbegynt. Reverseres til 'klar' om ikke arbeid igangsettes i løpet av to minutter.
Sikret	Sporstrekningen er sperret for togtrafikk og arbeid er påbegynt langs sporet.

Tabell 3: Forklaring av støttesystemet status-tilstander.

«Use Case»-diagram for støttesystemet finnes i vedlegg 2.

4.2.1 SQL-serveren

SQL-serveren er en Apache Derby-databaseserver(ASF, 2014) som kjøres på en virtuell javamaskin-server(JVM). Apache Derbys relasjonsdatabase har åpen kildekode og er fullstendig implementert i Java. På serveren er det lagt inn tre SQL-databaser med hvert sitt ansvarsområde. Disse ansvarsområdene er; kontroll over aktive sikkerhetsvakter, overvåkning av arbeidsområder og en brukerdatabase.

4.2.1.1 Aktive sikkerhetsvakter

Denne databasen inneholder kolonner for brukernavn, telefonnummer og identifikasjon for arbeidsområde.

#	BRUKERE	ENHET	ID
1	trbr	+4787914571	OSL1
2	noas	+4787914569	<NULL>

Figur 3: Eksempel: Aktive brukere: Brukeren 'trbr' er aktiv som HSV på arbeidsområdet OSL1.

Ved innlogging blir brukeren registrert i denne databasen med brukernavn og telefonnummer. Om sikkerhetsvakten i rollen som hoved- eller lokalsikkerhetsvakt sikrer et område, eller melder seg inn på et, registreres også identifikasjonen til dette arbeidsområde.

Denne databasen brukes for å sjekke om en bruker jobber på et spesifikt arbeidsområde. Eller om støttesystemet trenger å sende en melding til en bruker, når denne meldingen ikke er et direkte svar på en kommandoforespørsel.

4.2.1.2 Arbeidsområder

Arbeidsområde-databasen har oversikt over alle potensielle arbeidsområder som finnes i infrastrukturen. For hver av disse arbeidsområdene har den også oversikt over strekningens status, brukernavnene til eventuelle hoved- og lokale sikkerhetsvakter, gjenværende arbeidstid og telefonnummer.

#	ID	STATUS	HSV	LSV	TID	BYTTE	ENHET
1	MOE1	sperret	dewa	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>
2	OSL1	sikret	vivu	trbr	17:23:45	<NULL>	<NULL>
3	NOR3	klar	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>
4	VES2	sikret	noas	<NULL>	19:45:37	<NULL>	<NULL>

Figur 4: Eksempel: Arbeidsområdedatabase: Viser sikrede, sperrede og åpne områder.

Dette er den databasen som benyttes ved kontroller av alle kommandoforespørsler knyttet til selve sikringen av arbeidet i og ved spor, samt forespørsler om arbeidstid og statusinnhentning.

4.2.1.3 Brukerdatabase

I denne databasen lagres alle sertifiserte sikkerhetsvakters navn, brukernavn, passord. Registrering av oppføringer i denne databasen skjer manuelt og er en generell database over alle arbeidere som kan inneha stilling som sikkerhetsvakt.

#	BRUKERNAVN	PASSORD	NAVN
1	vivu	jbv3	Vinh Vu
2	noas	jbv4	Noman Asghar
3	dewa	jbv1	Dennis Warnaar
4	trbr	jbv2	Trym Bremnes

Figur 5: Eksempel: Brukerdatabasen: Listen over sertifiserte brukere.

Informasjonen i denne databasen regnes som statisk fra støttesystemets side. Det vil si at ingen modifikasjoner av brukerdatabasen kan gjøres av støttesystemet. Det kan kun gå inn for å sjekke om brukere som prøver å logge seg inn eksisterer og om brukeren har sertifisering til å utføre en gitt kommandoforespørsel.

4.2.2 Java-programmet

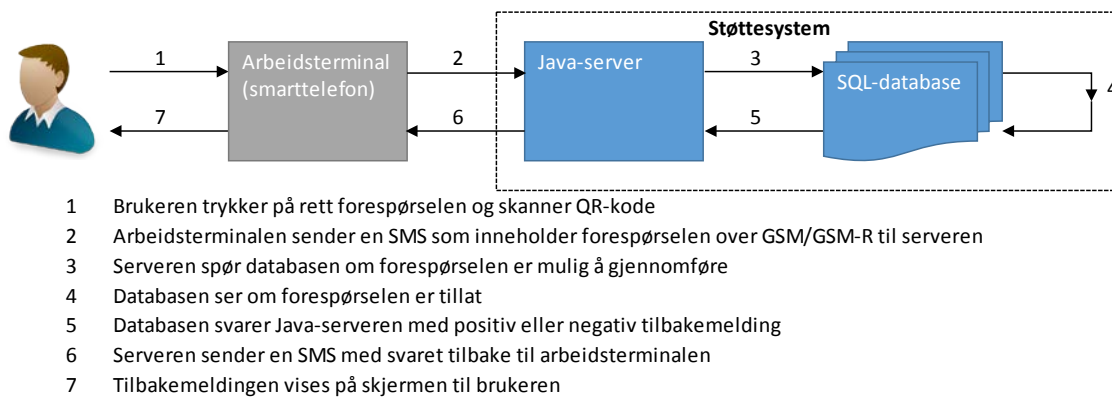
Denne delen av støttesystemet leser og behandler kommandoene fra kommandokøen opprettet av SMS-gateway-en. Det vil si at den sjekker sikkerhetsvaktens ønskede kommando opp mot databasen og gir et passende svar. Ved oppstart av programmet opprettes det to tråder: en for overvåkning av arbeidstid og en for overvåkning av kommandokøen.

4.2.2.1 Innhenting av kommandoer

Innhenting av kommandoer fungerer på den måten at programmet tar et stillbilde av alle filstiene som ligger i kø-mappa og legger disse i en liste sortert etter ankomsttidspunkt. Denne lista blir så sendt videre i programmet hvor en og en filsti gis til en tråd for lesing. Når filen er lest og kommandoen er lagret for videre behandling, slettes filen. Først etter at lista er tom tas det et nytt stillbilde av filstiene i kø-mappa, på denne måten forhindres programmet fra å behandle samme forespørsel flere ganger.

4.2.2.2 Behandling av kommandoer

Alle tilbakemeldinger fra støttesystemet kan leses i vedlegg 4.



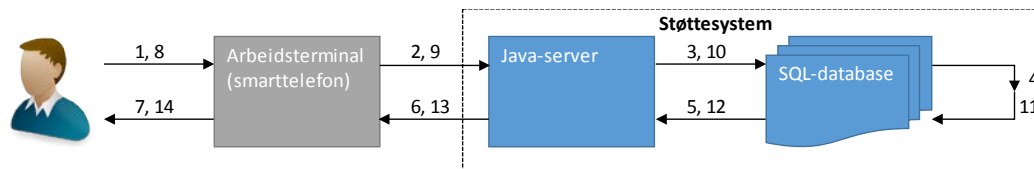
Figur 6: Generell behandling av kommandoforespørsler. Kilde bystefigur: www.softicons.com/designers/eclipse-saitex

Innlogging

Ved innlogging sjekkes det først om brukeren er sertifisert for rollen som sikkerhetsvakt. Hvis det er tilfellet registreres brukeren som aktiv bruker med brukernavn og telefonnummer. Hvis ikke sender støttesystemet en feilmelding tilbake til sikkerhetsvakten.

Ved visse tilfeller vil eksempelvis terminalen slutte å fungere før sikkerhetsvakten logger seg ut av systemet. Da vil vedkommende kunne logge inn igjen med nytt mobilnummer, slik at arbeidet ikke stoppes om terminalen slutter å fungere.

Sikring av arbeidsområde



- 1 Brukeren trykker på "Sperring" og skanner QR-kode
- 2 Arbeidsterminalen sender en SMS som inneholder forespørselen over GSM/GSM-R til serveren
- 3 Serveren spør databasen om forespørselen er mulig å gjennomføre
- 4 Databasen ser om forespørselen er tillatt
- 5 Databasen svarer Java-serveren med positiv tilbakemelding, ellers kanselleres forespørselen
- 6 Serveren sender SMS tilbake at området er sperret.
- 7 Arbeidsterminalen viser forespørselen fra serveren og forteller at brukeren må bruke oppstart for å sikre området for arbeid
- 8 Brukeren trykker på "Oppstart" og skanner QR-koden igjen
- 9 Arbeidsterminalen sender SMS med svaret til serveren
- 10 Serveren spør databasen om oppstart er mulig
- 11 Databasen setter området til sikret
- 12 Databasen forteller serveren at oppstart fullført
- 13 Serveren sender SMS til arbeidsterminalen som sier at området er sikret
- 14 Arbeidsterminalen viser på skjermen at området er sikret

Figur 7: Oversiktsbilde for "Sikring av arbeidsområde"

Denne funksjonen består av to deler: anmodning om sperring og bekreftelse på oppstart. Ved førstnevnte kommando sjekkes det om brukeren som prøver å sperre området er hovedsikkerhetsvakt. Om dette stemmer undersøker støttesystemet hva nåværende status for arbeidsområde er. I «proof-of-concept»-løsningen hentes denne statusen fra arbeidsområde-databasen, men i en reell løsning ville denne informasjonen komme fra den sentraliserte trafikkontroll (CTC) eller et mellomliggende system. Dette diskuteres nærmere senere i rapporten.

Finner programmet ut at statusen for området er klart, settes status til sperret. Deretter sendes en henvendelse til hovedsikkerhetsvakten om å bekrefte oppstart av arbeid i løpet av to minutter. Skulle noen av testene som programmet utfører på forespørselen feile, sendes det en passende feilmelding tilbake til brukeren.

Mottar støttesystemet bekreftelse på oppstart fra hovedsikkerhetsvakten blir vedkommende oppført som ansvarlig for arbeidsområdet, i tillegg til at status settes til 'sikret'. I den reelle

løsningen ville det i tillegg blitt satt i gang en prosess for faktisk sperring av sportrekningen. Ulike løsninger for dette tas opp i diskusjonsdelen av rapporten. Til slutt sendes det en melding tilbake til brukerens terminal som opplyser om vellykket sikring. Skulle ikke hovedsikkerhetsvakt klare å bekrefte oppstart av arbeid i løpet av to minutter settes status tilbake til 'klar' og sikkerhetsvakt mottar melding om at sperring er opphevet.

Skulle en hovedsikkerhetsvakt prøve å starte arbeid på et område som ikke er sikret stoppes dette av støttesystemet, samtidig som det sendes melding tilbake om at oppstart ikke er mulig.

Innmelding til arbeidsområde

Innmelding av en lokal sikkerhetsvakt på et arbeidsområde forutsetter to ting: at området allerede er sikret og at sikkerhetsvakt som prøver å melde seg inn ikke allerede er hovedsikkerhetsvakt på denne strekningen. Det første sjekkes mot status-feltet i arbeidsområde-databasen, det andre mot hovedsikkerhetsvakt-feltet i samme database. Passeres testene settes vakt som lokal sikkerhetsvakt på arbeidsområde og mottar en beskjed om dette. Om et av kravene ikke oppfylles, sendes en passende feilmelding tilbake til terminalen.

Registrering, avlesning og overvåkning av gjenværende arbeidstid

Her sjekkes det om anmodningen om registrering av tid kommer fra hovedsikkerhetsvakt for gitt område, og om tiden som skal registreres er innenfor et forhåndsdefinert intervall. Er den det, da registreres gjenværende arbeidstid i databasen for arbeidsområder i tidsstempelformatet SQL-TIME. Dette lagres ved at programmet tar systemtiden og legger til gjenværende arbeidstid. Tiden registreres på vakt som registrerte den. Det gis så beskjed om hvor mye gjestående arbeidstid man har registrert.

Når det gjelder avlesning av gjenværende arbeidstid kan dette gjøres av alle sikkerhetsvakter. Måten dette regnes ut på i programvaren er at et tidsstempel hentes ut fra databasen og fra systemklokken. Differansen mellom disse to tidsstemplene sendes så tilbake til sikkerhetsvaktens terminal.

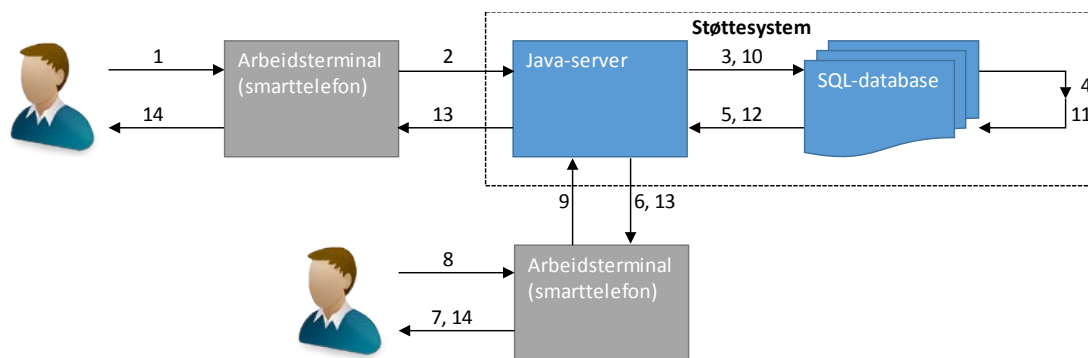
Skulle gjestående arbeidstid nærme seg slutten sier støttesystemet automatisk ifra om dette. Denne oppgaven utføres av en egen overvåkningstråd som startes sammen med initialiseringen av programmet. Med ett sekunds mellomrom sjekker tråden om noen av arbeidsområdene har 20 eller fem minutter igjen. Om de har det sendes det en påminnelse til hovedsikkerhetsvakt

om at gjenstående arbeidstid snart er oppbrukt. Skulle registrert arbeidstid gå ut før vekten har opphevet sikringen, eller registrert mere tid, sendes det en feilmelding til hovedsikkerhetsvakten.

Avlesning av status på arbeidsområde

Ved statusavlesning av et område returneres all tilgjengelig informasjon for et arbeidsområde. I sin lengste form består en statusmelding av arbeidsområdets identitet, status, hovedsikkerhetsvakt, lokale sikkerhetsvakter og eventuell gjenstående tid.

Overtagelse av hovedsikkerhetsansvar



- 1 Brukeren trykker på Overtagelse av HSV og skanner QR-koden
- 2 Arbeidsterminalen sender en SMS som inneholder forespørselen over GSM/GSM-R til serveren
- 3 Serveren spør databasen om forespørselen er mulig å gjennomføre
- 4 Databasen ser om forespørselen er tillat
- 5 Databasen svarer Java-serveren med positiv tilbakemelding, ellers kanselleres forespørselen
- 6 Serveren sender SMS til aktuell HSV angående overtagelse
- 7 Arbeidsterminalen viser forespørselen fra serveren og gir to valg: godta eller avslå bytte av hovedsikkerhetsansvar
- 8 HSV bekrefter overtagelse med skanning
- 9 Arbeidsterminalen sender SMS med svaret til serveren
- 10 Om overtagelse er godtatt av alle parter, spør serveren databasen om å bytte HSV. Ellers kanselleres forespørselen
- 11 Databasen bytter HSV
- 12 Databasen forteller serveren at bytte er gjort
- 13 Serveren sender SMS-er til arbeidsterminalene om at overtagelse har skjedd
- 14 Arbeidsterminalene viser på skjermene at overtagelse er fullført

Figur 8: Oversiktsbilde for "Overtagelse av hovedsikkerhetsansvar"

I likhet med sikring av arbeid består også denne funksjonen av to deler: en for videreformidling av forespørsel om overtagelse av hovedsikkerhetsansvar. Den andre for å motta forespørselens respons. Ved mottatt forespørsel om overtagelse undersøker støttesystemet om forespørselen kommer fra en bruker(1) som er sertifisert for å være hovedsikkerhetsvakt og at brukeren(1) ikke allerede er registrert med hovedansvar for området. Godkjennes forespørselen av

støttesystemet, registreres den i databasen og sendes videre til hovedsikkerhetsvakten(2) for det berørte arbeidsområdet. Deretter er det opp til vedkommende å bekrefte eller avslå forespørselen om overtagelse.

Mottar støttesystemet bekreftelse på at vakt(2) godtar overtagelse av hovedsikkerhetsansvar oppdateres dette i systemet og programmet sender ut kvittering på fullført overtagelse til begge parter. Hvis forespørsel om overtagelse avslås, fjernes forespørselen fra databasen og de to involverte vaktene får beskjed om dette.

Utmelding fra arbeidsområde

Ved utmelding testes det først om vaktens som ønsker å melde seg ut ifra arbeidsområdet er hovedsikkerhetsvakt eller ikke. Passeres denne testen sjekkes det om vaktens faktisk er innmeldt på området vedkommende ønsker å melde seg ut av. Hvis dette er tilfellet, slettes vaktens oppføring som lokal sikkerhetsvakt fra arbeidsområde-databasen og støttesystemet gir tilbakemelding om dette. Avslås utmeldingen gir støttesystemet beskjed om dette også.

Opphev sperring

Når støttesystemet behandler en forespørsel angående opphevelse av sikringen på et arbeidsområde er det to krav som må tilfredsstilles. Det først er at forespørselen må komme fra hovedsikkerhetsvakten på det aktuelle området. Det andre er at ikke skal være lokale sikkerhetsvakter innmeldt på området. Oppfylles begge disse kravene oppheves sikringen av sporstrekket, og arbeidsområde registreres som 'klart' i sin respektive database. Nå innehar ikke sikkerhetsvakten hovedsikkerhetsansvaret for denne strekningen lenger.

Utlogging

Utlogging fra systemet godkjennes hvis sikkerhetsvakten som sender forespørselen ikke er registrert som aktiv på et arbeidsområde. Ved utlogging slettes sikkerhetsvaktens oppføring i databasen for aktive brukere. Dette påvirker ikke oppføringen i bruker databasen.

4.3 Applikasjon

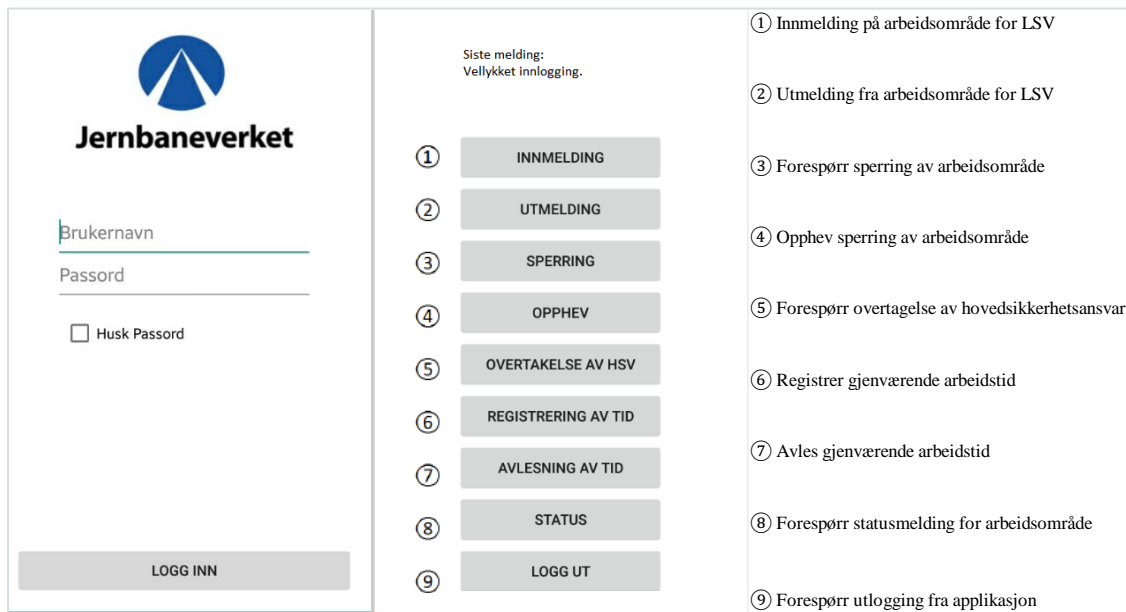
Applikasjonen er sikkerhetsvaktens mulighet til interaksjon med den nye løsningen for sikring av arbeid i og ved spor. Det vil si at den gir et grafisk brukergrensesnitt som forenkler sending av forespørsler til støttesystemet. I tillegg gir den en mer oversiktlig måte for brukeren å lese beskjeder fra støttesystemet. Kort oppsummert er applikasjonen et grafisk grensesnitt for sending og lesing av SMS. For lesing av SMS benytter applikasjonen seg av meldingsprogrammet, som er satt som standard, på smarttelefonen. Måten dette gjøres på er at det, kontinuerlig, kjøres en TimerTask-funksjon som leser siste mottatte meldingen i samtalen mellom støttesystemet og sikkerhetsvakten.

TimerTask er en Java-metode som kjører en oppgave etter et bestemt tidsintervall. Det er denne meldingen som vises som sist utførte kommando eller mottatte tilbakemelding. Applikasjonens funksjoner er programmert i Java, mens programmets oppsett er skrevet i Extensible Markup Language (XML). I tillegg er det brukt en del særegne metoder tilgjengelig fra Androids software development kit. Gruppens applikasjon benytter seg av applikasjonen Barcode Skanner for å utføre QR-kode-skanning.

4.3.1 Programmet

Det første som møter en bruker når applikasjonen startes er innloggingsskjermen. Her kan brukeren logge inn. Om brukeren velger å logge inn, lagres brukernavnet i en global variabel for senere bruk. Deretter er hovedmenyen det neste skjermbildet som vises. «Use Case» for applikasjonen finnes i vedlegg 1.

4.3.1.1 Hovedmenyen



Figur 9: Applikasjonens innloggings- og hovedmeny.

I hovedmenyen vises det knapper for alle løsnings hovedfunksjoner, samt en informasjonsrute med sist utførte kommando og mottatt tilbakemelding. Med unntak av «Overtagelse av HSV», «Registrering av tid» og «Logg ut» fungerer alle knappene likt. Ved trykk på knapp dukker grensesnittet for QR-skanning opp, slik at bruker kan skanne arbeidsområdet. Dataen fra denne skanningen legges så til en tekststreng som genereres ut i fra hvilken funksjon som velges fra hovedmenyen. Ved anmodning om sperring ville for eksempel følgende tekststreng genereres:

sperring&brukernavn_arbeidsområde&

Kommandoen, som bestemmes fra brukergrensesnittet, legges først i tekststrengen. Deretter følger «&» som brukes av støttesystemet for å dele opp og forstå innkommende meldinger. Neste del er brukerinformasjon og geografisk posisjonering. Denne dataen deles opp ved hjelp av en «_». Brukernavnet blir lagret ved innlogging og hentes fra en global variabel i applikasjonen. Til sist, sammen med et nytt &-tegn, legges dataen fra QR-koden som brukeren har skannet. Når meldingen er generert sendes den automatisk til støttesystemet. Applikasjonen venter så på svar i 30 sekunder. Ved mottatt svar vises svaret i informasjonsruten på toppen av hovedmenyen. Får den ikke svar i løpet av den gitte tiden får bruker beskjed om at forsøket på å utføre en kommando var mislykket fordi kontakt med støttesystem ikke kunne oppnås.

Unntakene fra standardfunksjonen til knappene er om det trykkes på «Overtagelse av HSV», da forlenges ventetiden til 120 sekunder. Grunnen til dette er at meldingen skal videreformidles av støttesystem, mottakeren skal rekke å svare og svaret skal kontrolleres av støttesystemet før applikasjonen får svar. Funksjonen for henting av status for et område derimot, har ingen ventetid på svar. Her kan brukeren fortsette å bruke applikasjonen med en gang. Ved registrering av arbeidstid er det også avvik. Dette er den eneste funksjonen, etter innlogging, som krever at brukeren taster inn data. Det siste unntaket er ved utlogging da ingen skanning er nødvendig.

4.3.1.2 Lesing av meldinger

Når applikasjonens TimerTask henter den siste meldingen smarttelefonen mottok, analyseres innholdet av applikasjonen. Dette brukes til to ting. Det første er når applikasjonen venter svar på sendt forespørsel. Mens den venter vises det en dialogboks. Når applikasjonen oppdager at den har fått svar, fjernes dialogboksen for venting, og svaret vises i informasjonsruten. Sikkerhetsvakten må selv lese svaret for å få vite utfallet på forespørselen vedkommende sendte. Med ett unntak tolker ikke applikasjonen informasjon, men bare videreformidler den.

Det andre, som også er unntaket, er om støttesystemet har videreformidlet en forespørsel om overtagelse av hovedsikkerhetsansvar. Om applikasjonen mottar en slik forespørsel, åpner den et nytt dialogvindu for sikkerhetsvakten. Her kan sikkerhetsvakten akseptere eller avslå forespørselen om overtagelse. Aksepteres forespørselen må brukeren skanne arbeidsområdet, deretter sendes en respons tilbake til støttesystemet.

4.4 Gateway

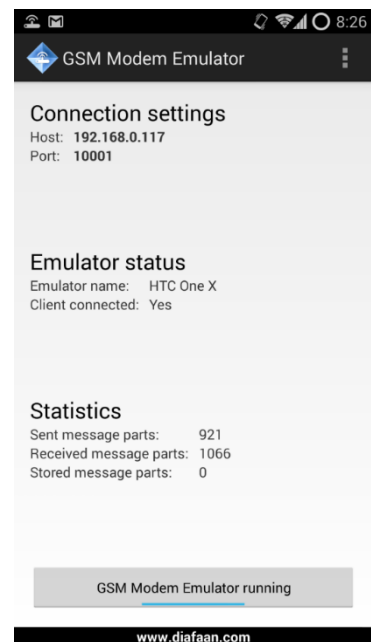
Denne delen omtaler serverens maskin- og programvarebaserte løsning for hvordan støttesystemet kommuniserer med sikkerhetsvaktens arbeidsterminaler via GSM- eller GSM-R-nettet. I dette ligger det at gateway-en skal sørge for at støttesystemet kan motta og svare på SMS fra flere ulike brukere om gangen. Når SMS-gateway-en mottar en melding konverteres den til en txt-fil som legges i en meldingskø for støttesystemet. På den andre siden leser gateway-en fra en meldingskø, som støttesystemet oppretter, for å sende svar tilbake til sikkerhetsvaktens arbeidsterminaler. «Use Case»-diagram for gateway-en finnes i vedlegg 3.

4.4.1 Diafaans programvare

For å kunne oppnå kommunikasjon mellom støttesystemet, sikkerhetsvaktens smarttelefoner og Prototypen var det nødvendig å sette opp infrastruktur for gateway-en. Denne infrastrukturen bestod i hovedsak av Diafaans GSM Modem Emulator på en smarttelefon og Diafaan SMS Server på en datamaskin. Disse to enhetene kommuniserte igjen via et lokalt nettverk satt opp med en D-Link DIR-655-ruter.

4.4.1.1 Diafaan GSM Modem Emulator

Denne applikasjonen gjør at en hvilken som helst smarttelefon, som kjører Android 4.4 eller høyere, kan gjøres om til et modem for en Diafaan-SMS-gateway. Kommunikasjonen med gateway-en foregår via AT kommandoer, som er et kommandospråk for modem, på porten brukeren designerer i emulatoren. «Connection settings» forteller IP-adressen til smarttelefonen som skal fungere som modem og porten Diafaan SMS Server skal lytte på.



Figur 10: Oversiktsbilde over modem-emulatoren

4.4.1.2 Diafaan SMS-Server

GSM Modem Gateway

Status | Send Message | Send log | Receive log | Events | Reports

Status
Ready to send and receive messages

Gateway properties
Send: Enabled
Receive: Enabled
Serial port: TCP/IP:115200,n,8,1:192.168.0.1
Number: +4748950939
SMSC: +4790000300

Routing from connector(s)
Scripting Connector

Communication log
Off

Statistics
Messages sent: 46
Messages received: 49
Message send errors: 3

Network signal quality
Signal strength: Average
High: 0 %
Average: 100 %
Low: 0 %
No signal: 0 %

GSM operator
Operator code: 24201
Operator name: N Telenor
Country: Norway

GSM modem
Manufacturer: Diafaan communication software
Model: HTC One X
Revision: gsm_hspa_1.0.0.0
IMEI: 354461056022714

Figur 11: Gateway-ens grensesnitt

Dette er tredjeparts-programvare for oppsett av SMS-gateway. Det er utviklet med tanke på bruk med GSM. Men på grunn av de grunnleggende likhetene mellom GSM og GSM-R¹, brukes dette programmet som SMS-gateway både på GSM- og GSM-R-nettet. Diafaan SMS-server sender og mottar meldinger ved hjelp av AT kommandoer. Brukeren trenger ikke å kunne noe om AT kommandoer, men må spesifisere hvordan innkommende og utgående SMS skal behandles. I dette prosjektets tilfelle er det satt opp et skript som forteller hvordan gateway-en skal behandle disse meldingene.

4.4.2 Skriptet

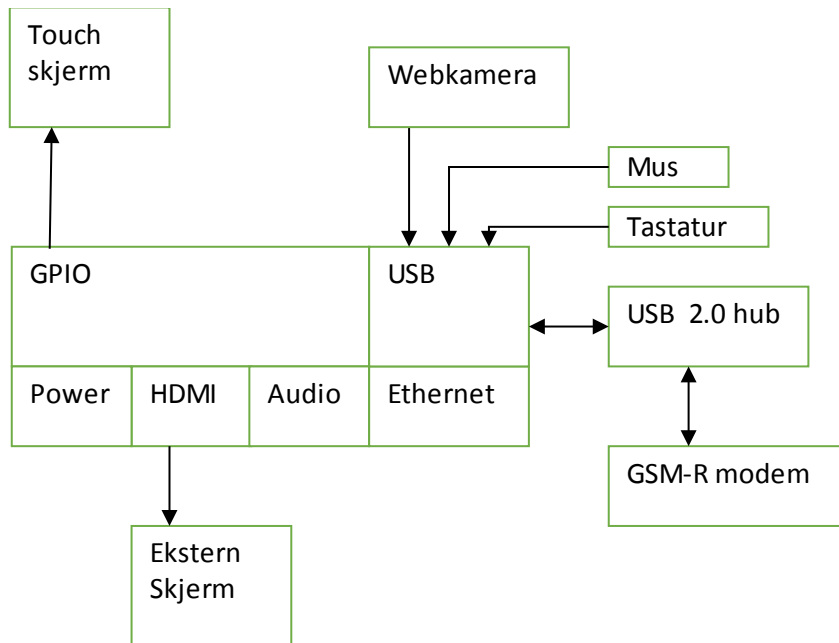
For at Diafaan SMS Server skal kunne overføre data til og fra støttesystemet, måtte det skreddersys et skript som gjør at Diafaan kan lage filer som støttesystemet leser. I tillegg ser skriptet med jevne mellomrom om noe skal sendes ut til en annen enhet.

¹ Se GSM/GSM-R under punkt 2: Sentrale begreper.

4.5 Prototypen, Raspberry Pi

Prototypen skal kunne motta og sende kommandoer til og fra støttesystemet og gi tilbakemeldinger til brukeren om resultatet av disse kommandoene. På maskinwaresiden omhandler dette kontrollen av de fysiske tilkoblingene mellom komponentene, samt kompatibiliteten mellom dem. Programvareløsningen er den delen som tar seg av tolkningen av signalene fra støttesystemet, AT kommandoene til modemmet, styringen av kameraet og visning av informasjonen på skjermen. Applikasjonen til Prototypen er programmert i Python 3 og Bash.

4.5.1 Maskinvare



Figur 12: Blokkdiagram Prototypen

Siden Prototypen er konstruert av gruppen, er den et produkt av ulike maskinvare satt sammen til en enhet. Grunnlaget for det hele er SBC-en: Raspberry Pi B+ som styrer alle prosesser og behandler all data. Selv om dette kortet kan regnes som en datamaskin, har maskinen begrensede muligheter for prosessering (700MHz) og minne (512MB) i forhold til en standard datamaskin. Kortet har følgende tilkoblingsgrensesnitt: en GPIO (General-purpose input/output), 4 USB 2.0 porter, en «HDMI 1.4»-port, en microSD-kortleser og en Ethernet-port.

I GPIO-porten sitter det en 3.2" TFT-trykkeskjerm som brukes som et brukergrensesnitt mellom brukeren og Raspberry Pi-en. Både skjermen og Raspberry Pi-en er plassert i et deksel som beskytter SBC-en. Ettersom Raspberry Pi-en ikke har et integrert lagringsmedia, så bruker gruppen et 16 GB microSD-kort for lagring av operativsystem, tredjeparts-programvare og brukerdata.

Av eksterne enheter som er koblet til Prototypen er det fire som regnes som vitale deler av løsningen.

1. Kamera for å kunne lese QR-koder. I denne løsningen brukes det et USB 2.0 web-kamera.
2. Et GSM-R-modem med USB-grensesnitt som Prototypen bruker for å kommunisere med GSM-R-nettet.
3. To USB-huber: en med ekstern strømforsyning på 2000mA og USB 3.0 grensesnitt og en med USB 2.0 grensesnitt for at Prototypen skal gjenkjenne den første. Grunnen til at det trengs en hub med ekstern strømforsyning er at GSM-R-modemet trekker for mye strøm ved oppstart til at Raspberry Pi-en klarer å levere det på egenhånd med sin egen 2000mA strømforsyning².

Siden trykkskjermen har lav oppløsning er det for enkelhetsskyld koblet til mus og tastatur via USB-grensesnittet. Oppløsningen på Raspbian, det vil si operativsystemet, er ikke skalert for bruk med skjerm via GPIO-grensesnittet.

4.5.2 Programvare

Programvareløsningen på Prototypen kan deles opp i tre deler. «Use Case»-diagram finnes i vedlegg 1.

1. Raspbian: operativsystemet som ligger i bunn. Raspbian er anbefalt av Raspberry Pi Foundation som i kombinasjon med valget av programmeringsspråk gjør at det meste som vil bli gjort med Raspberry Pi-en burde ha støtte. Raspbian kjører på ARM-struktur som er bygget

² Se testrapport 5.6.

på RISC-designet. Dette betyr at man ikke kan bruke ordinær x86-programvare, men må benytte spesialtilpassede programmer (Burrell, 2004, p. 301).

2. Applikasjonen gruppen har utviklet. Applikasjonen på Prototypen skal i hovedsak ha de samme funksjoner og oppbygning som applikasjonen på smarttelefonen. Men i motsetning til smarttelefonapplikasjonen, som er programmert i Java, er Python 3 og Bash programmeringsspråkene gruppen brukte på Prototypen. Python står for hele brukergrensesnittet, det vil si alle menyer, widgets³ og overgangene mellom vinduene. Bash brukes mindre enn Python, men brukes når zbarcam initialiseres for skanning av QR-koder. Hovedsakelig går dette ut på å enten skanne eller automatisk stopp etter 30 sekunder ved hjelp av en tellevariabel.
3. Zbar-tools og Devil's Pie er to uavhengige programmer som kjøres av applikasjonen der det trengs. Som nevnt over, så har Zbar-tools en metode som kalles zbarcam som står for QR-kode skanningen. Devil's Pie kan «foreslå» en posisjon og størrelse for vinduer som åpnes i Raspbian. Programmet brukes for at applikasjonen skal synes på TFT-skjermen ved bruk, da Raspbian ikke støtter skalering for skjerm via GPIO-grensesnittet.

Applikasjonen på Prototypen har noen mangler i forhold til smarttelefon-applikasjonen. Det er ikke mulig å hente ut statusen til et område, det kreves et ekstra trykk på skjermen for å sende en forespørsel til støttesystemet og brukergrensesnittet er noe forskjellig.

³ Widgets: Knapper, tekstfelt og inputfelt i Python.

5 Systemtesting og resultater

I denne delen redegjøres det for utstyret gruppen hadde til rådighet og presenterer testene som ble utført. Testene i kronologisk rekkefølge er:

1. Oppsett av SMS-gateway med ZTE MF821D
2. Oppsett av SMS-gateway med Ericsson F3507g
3. Test av GSM-R med Ericsson F3507g
4. Test av HTC OneX som modem
5. Testing av QR-løsninger med Raspberry Pi
6. Testing av GSM-R-modem med Raspberry Pi
7. Fullstendig test

5.1 Tilgjengelig utstyr

Utstyret som igjennom prosjektperioden har vært tilgjengelig for gruppen stammer fra tre kilder. Jernbaneverket stilte med nødvendig utstyr for utviklingen av deres «proof-of-concept», HiOA stilte med utstyr nødvendig for utvikling av Prototypen, mens gruppens medlemmer har stilt med ytterligere utstyr der det har vært nødvendig for prosjektets gang. I den første perioden av prosjektet hadde gruppen kun tilgang til utstyr for testing i GSM-omgivelser og ingen mulighet for kommunikasjon for Prototypen. Da GSM-R-utstyret ankom kunne også Prototypen inngå i systemtestingen.

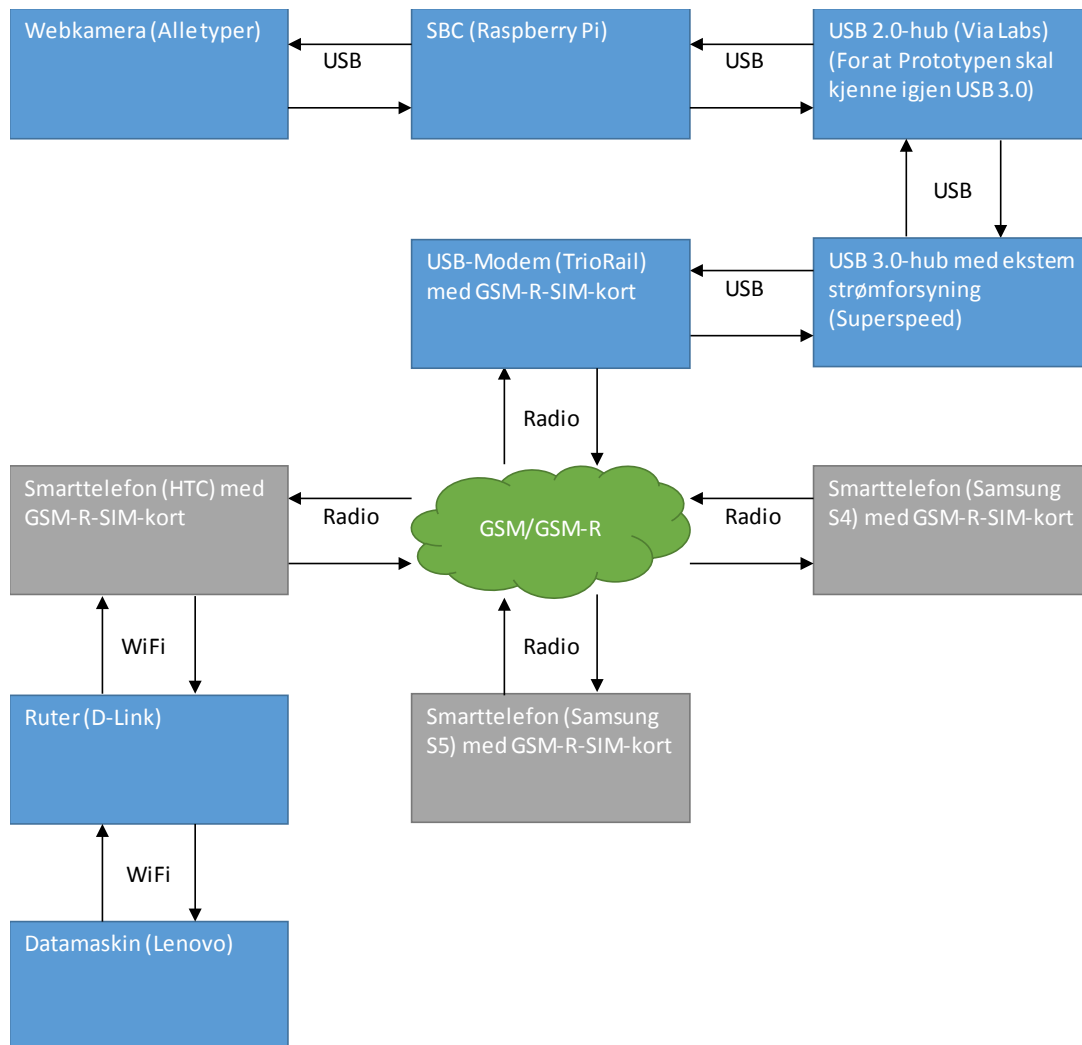
Utstyret for utvikling av «proof-of-concept» bestod av et ZTE-modem dedikert for GSM og et Triorail-modem for GSM-R. I tillegg fikk gruppen tildelt en Lenovo-laptop til kjøring av støttesystem-programvaren som også hadde innebygd modem for GSM. For testing av applikasjonen fikk gruppen Android-telefonen, Samsung Galaxy S5. To SIM-kort for GSM-testing og tre SIM-kort for GSM-R testing ble også tilgjengeliggjort.

Grunnleggende maskinvare nødvendig for Prototypen ble skaffet av gruppen, men betalt av HiOA. Dette innebar en Raspberry Pi B+, en TFT-skjerm, minnekort og strømadapter. Av annet utstyr nødvendig for utviklingen av Prototypen har gruppen selv stått for tre web-kameraer og tre USB-huber med ekstern strømtilførsel.

Grunnet modemproblemer ved implementering av GSM-R⁴ var det også nødvendig for gruppen å sette opp et lokalt trådløst nettverk. Dette gikk først igjennom en D-link D-254-ruter, men da

⁴ Se testrapport i punkt 5.4.

denne viste seg å være ustabil ble den byttet med en D-Link DIR-655-ruter. I testrapportene er det brukt ulike testoppsett etter hvert som nytt utstyr ble gjort tilgjengelig.



Figur 13: Standardoppsett

Gruppen endte opp med følgende standardløsning for testing med både GSM og GSM-R. Støttesystemet ble installert på en Lenovo ThinkPad T400s-laptop med Solid State Drive (SSD). SMS-gateway-en, bestående av Diafaans virtuelle SMS-server og gruppens skript ble også installert på Lenovoen. Applikasjonen ble installert på en Samsung S4 og S5, i tillegg til at Prototypen også ble tatt i bruk ved testing med GSM-R.

Fullstendig maskinvareliste

Utstyr	Produsent	Modell	Kommentar	Antall
Datamaskin	Samsung	900X4C	Windows 8.1, OS	1
Datamaskin	Lenovo	ThinkPad T400s	Windows 7, OS	1
Datamaskin	Acer	Aspire 5733	Windows 7, OS	1
Minnekort	SanDisk	Ultra	16GB microSDHC	2
Modem	Ericsson	F3507g	Innebygd i ThinkPad T400s	1
Mus	Logitech	265986-011		1
Ruter	D-Link	D-254		1
Ruter	D-Link	DIR-655		1
SBC	RS Components	Raspberry Pi B+	Raspbian, OS	1
SIM-kort	Phonero	-	For GSM-nettet	2
SIM-kort	Jernbaneverket, Bane Nett	-	For GSM-R-nettet	3
SIM-kort	Telenor	-	For GSM-nettet	1
Skjerm	HP Compaq	LA2405wg	Brukt sammen med Raspberry	1
Smarttelefon	HTC	OneX	BeanStalk 4.4.285-20140423, OS	1
Smarttelefon	Nokia	Lumia 930	Windows Phone 8.10.14219.341, mobilOS	1
Smarttelefon	Samsung	S4 GT-I9505	Android 4.4.2, OS	1
Smarttelefon	Samsung	S5 G900F	Android 5.0, OS	1
Tastatur	Logitech	SK-2885		1
Trykk-skjerm	Tontec	Raspberry Pi 3.2" Touchscreen	TFT-skjerm	1
USB-hub	STLab	Superspeed USB Hub	USB 3.0 4-port 2A ekstern strømforsyning	1
USB-hub	Via Labs Inc.	2.0 USB HUB	USB 2.0-hub	1
USB-modem	ZTE	MF821D	(LTE/UMTS/GSM)	1
USB-modem	Triorail	TRM-3T	GSM-R	1
Web-kamera	Logitech	QuickCam Notebooks Pro		1
Web-kamera	Logitech	QuickCam Pro 9000		1
Web-kamera	Z-star	Venus		1

Tabell 4: Fullstendig maskinvareliste

Fullstendig programvareliste

Produsent	Program	Kommentar
Diafaan Communication Software	Diafaan SMS Server	SMS-gateway-programvaren
Diafaan Communication Software	GSM Modem Emulator	Gjør Android-telefoner til et modem
Google	Android Studio 1.1	Program for applikasjonsutvikling
Open Source	Zbar Tools 0.10	QR-kodeleseren for Raspberry Pi-en
Open Source	Picocom v.1.7	Testverktøy modem, R Pi
Open Source	Devil's Pie 0.22	Vinduskontroll for R Pi
Oracle	NetBeans IDE 8.0	For programmering av støttesystem
Zxing Team	Barcode Skanner	QR-kodeleseren for Android

Tabell 5: Fullstendig programvareliste

5.2 Oppsett av SMS-gateway med ZTE MF821D

5.2.1 Hensikt

Sette opp og teste kommunikasjonen mellom laptop og modem. Poenget med testen var å kunne å opprette vellykket kommunikasjon mellom SMS-gateway-en og smarttelefonen.

5.2.2 Utstyrsliste

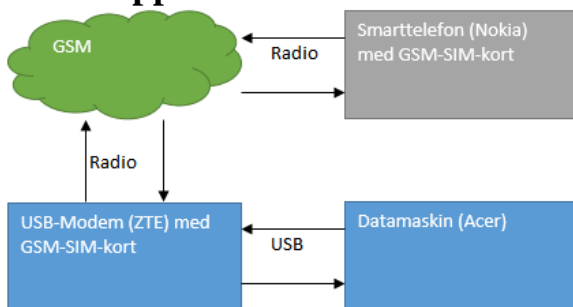
Utstyr	Produsent	Modell	Kommentar	Antall
Datamaskin	Acer	Aspire 5733	Windows 7, OS	1
SIM-kort	Phonero	-	GSM	2
Smarttelefon	Nokia	Lumia 930	Windows Phone 8.1, OS	1
USB-modem	ZTE	MF821D	LTE/UMTS/GSM	1

Tabell 6: Maskinwareliste test 5.2

Produsent	Program	Kommentar
Diafaan Communication Software	Diafaan SMS Server	SMS-gateway-programvaren

Tabell 7: Programwareliste test 5.2

5.2.3 Oppsett



Figur 14: Oppsett for test 5.2.

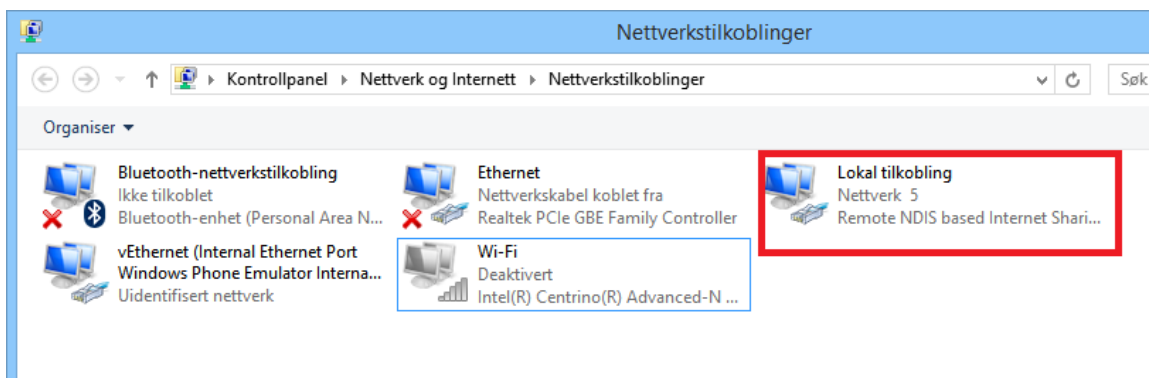
5.2.4 Gjennomføring

For å finne ut om modemmet fungerte, testet vi først om modemmet fikk kontakt med GSM-nettet. Kontakten ble umiddelbart oppnådd etter at PIN-koden ble tastet inn. Sending og mottak av SMS var da mulig ved hjelp av ZTEs nett-grensesnitt. Kontakten mellom datamaskinen og

modemet var av typen virtuell ethernetport(RNDIS). Det viste seg at Diafaan SMS Server ikke støttet denne typen tilkobling. Diafaan støtter bare COM- og virtuell-COM-porter. Gruppen prøvde da å gjøre om denne ethernetporten om til en COM-port, uten hell.

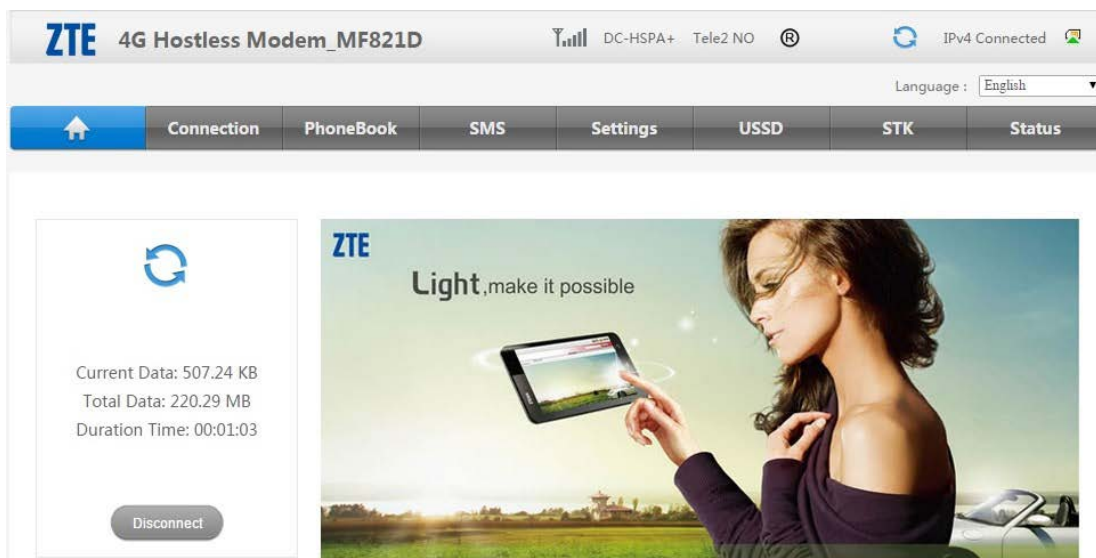
5.2.4.1 Generell test av ZTE MF821D

USB-modemet vises som et RNDIS-grensesnitt i Windows. Det vil si at USB-modemet blir tilegnet egenskapene til en nettverkstilkobling i Windows og ikke som et modem. Det vil si at modemmet ikke tilegnes de protokollene som trengs for å koble seg opp mot GSM-nettverket for noen annen hensikt enn datatrafikk.



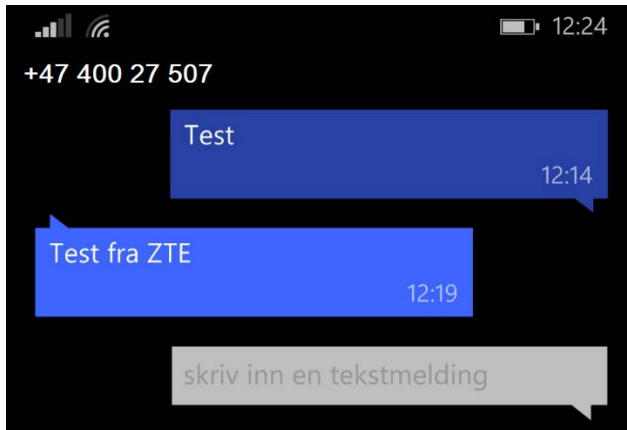
Figur 15: Aktiv RNDIS-tilkobling merket med rødt.

Tilkobling ble opprettet via ZTEs nett-grensesnitt. På venstre side vises tilkoblingstid og brukt datamengde. Tilkoblingstype og signalstyrke vises øverst.



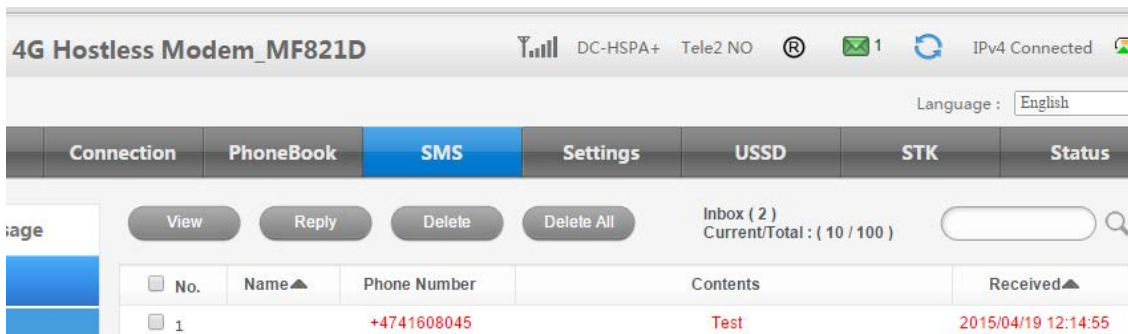
Figur 16: ZTEs nett-grensesnitt. Tilkobling opprettet.

Tekstmeldingen sendt 12:14 ble sendt fra Lumia 930 til USB-modemet. Svar fra USB-modemet er mottatt 12:19.



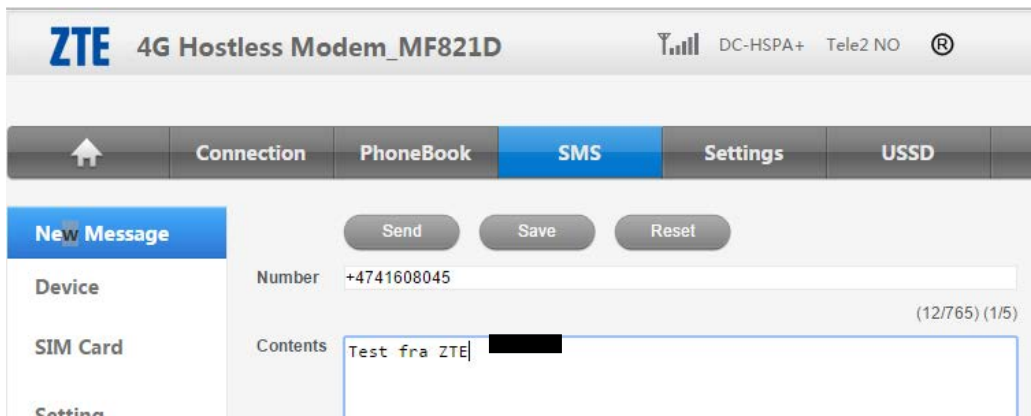
Figur 17: Sendte og mottatte meldinger på Nokia Lumia 930

Mottatt tekstmelding vises i USB-modemets innboks. Innholdet i mottatt melding vises i kolonnen «Contents» og er «Test». Tidsstempelen stemmer overens med tiden da meldingen ble sendt fra Nokia Lumia 930.



Figur 18: Mottatt SMS vises i innboksen.

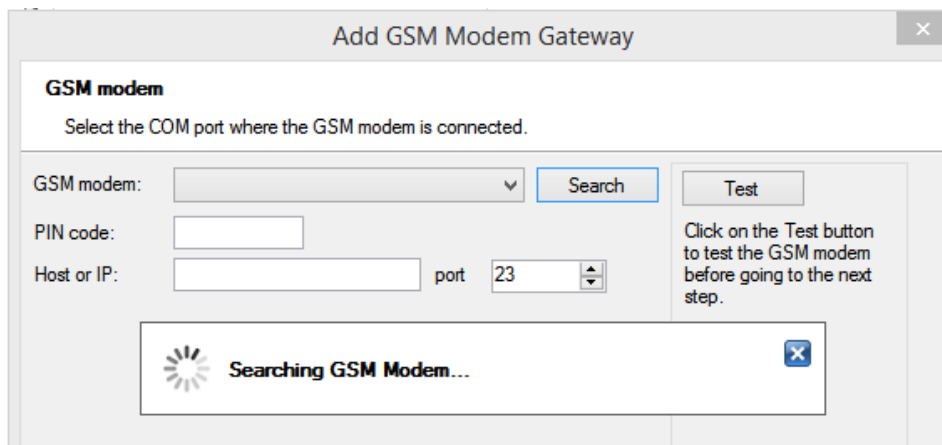
Svar til Lumia 930 skrives manuelt i nett-grensesnittet og sendes. Svaret som sendes er: «Test fra ZTE». Som sett i figur 5 mottar Lumia 930 tekstmeldingen.



Figur 19: Svar til Nokia Lumia 930

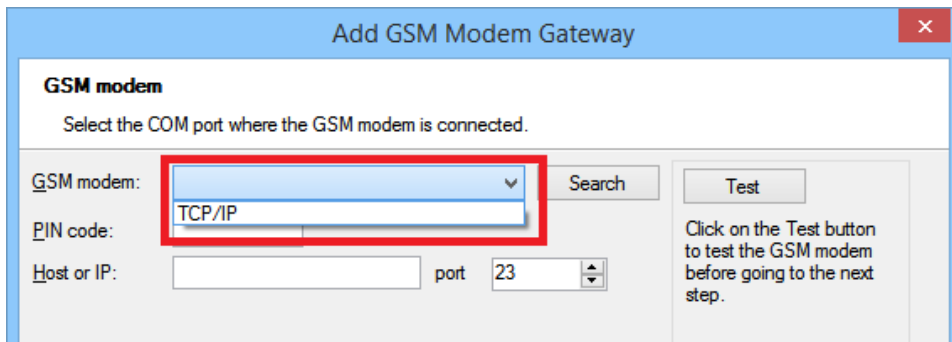
5.2.4.2 Test av ZTE MF821D med Diafaan

Ved opprettelse av en ny Diafaan-gateway søker programmet etter et GSM-modem som kan brukes.



Figur 20: Diafaan søker etter GSM-modem

Etter å ha søkt etter USB-modemet i 5-6 minutter fant ikke Diafaan noe som kunne brukes. Det eneste som dukket opp var TCP/IP.



Figur 21: Diafaan fant ingen GSM-modem.

5.2.5 Resultater

Enkel sending og mottagelse av SMS-er ble gjennomført ved bruk av innebygd programvare fra ZTE. Kommunikasjonen via SMS-gateway-en mislyktes. Det viser seg at Diafaan ikke klarer å benytte seg av RNDIS-grensesnittet, men trenger et COM eller virtuell-COM grensesnitt.

5.2.6 Konklusjon

Etter testing viser det seg at ZTE MF821D-modemet ikke kan brukes av Diafaan. Gruppen må enten finne et nytt modem eller en måte å konvertere RNDIS til virtuell-COM. En mulig løsning kan være det innebygde Ericsson F3507g-modemet i Lenovo ThinkPad T400s-en fra Jernbaneverket.

5.3 Oppsett av SMS-gateway med Ericsson F3507g

5.3.1 Hensikt

Som konsekvens av at ZTE MF821D-modemet ikke fungerte trenger gruppen et nytt modem. I det henseende skal gruppen teste et innebygd Ericsson-modem i Jernbaneverkets laptop, ThinkPad T400s, for å se om det kan brukes med Diafaan-gateway-en.

5.3.2 Utstysrliste

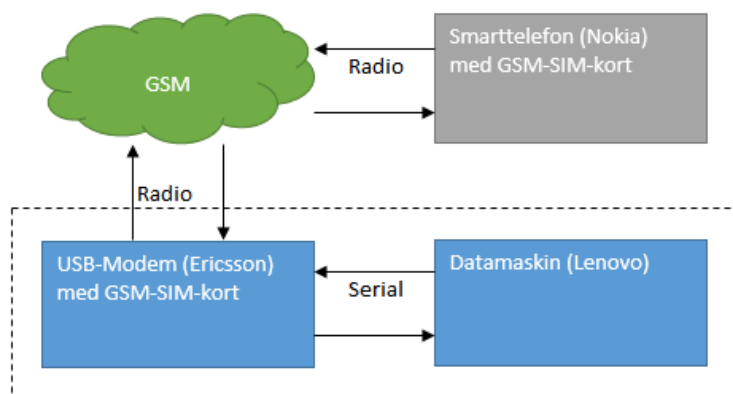
Utstyr	Produsent	Modell	Kommentar	Antall
Datamaskin	Lenovo	ThinkPad T400s	Windows 7, OS	1
Modem	Ericsson	F3507g	Innebygd-modem	1
SIM-kort	Phonero	-	GSM	2
Smarttelefon	Nokia	Lumia 930	Windows Phone 8.1, OS	1

Tabell 8: Maskinvareliste test 5.3

Produsent	Program	Kommentar
Diafaan Communication Software	Diafaan SMS Server	SMS-gateway-programvaren

Tabell 9: Programvareliste test 5.3

5.3.3 Oppsett



Figur 22: Oppsett for test 5.3.

5.3.4 Gjennomføring

Da SIM-kort var installert og modemmet aktivert, klarte ikke datamaskinen å opprette forbindelse med GSM-nettet. Dette ble løst med en omstart av tilkoblingen. Etter at tilkobling til Internett var opprettet testet gruppen om modemmet fungerte med Diafaan-gateway-en. Denne gangen oppdaget Diafaan raskt at Ericsson-modemet var tilkoblet via en virtuell-COM-port.

Gruppen skrev så inn PIN-kode og SMSC-nummer for SIM-kortet. SMSC er nettverkselementet som styrer SMS-er. Så fort informasjonen ble verifisert var Diafaan-gateway-en opprettet. Nå kunne smarttelefonen sende meldinger over GSM-nettet, via Diafaan-gateway-en, til ThinkPad-maskinen. Diafaan SMS Server ble brukt av gruppen for å lese meldingene. For å forsikre at forbindelsen ikke bare var enveis, ble det skrevet et lite skript som automatisk sendte et svar tilbake for hver mottatt SMS.

5.3.5 Testdata

På venstre side er meldingen, generert av scriptet, som SMS-gateway-en sendte tilbake. På høyreside er testmeldingen sendt til SMS-gateway-en.


Send log	Receive log	Events	Reports	Send log	Receive log	Events	Reports
Status	To	Message		From	Message		
Received	+4748950939	We have recieved your message.		+4748950939	Dette er en test.		

Figur 23: Vellykket SMS-kommunikasjon mellom telefon og SMS-gateway.

Her ser man vellykket tilkobling til Ericsson-modemet. Telenor er operatør og i dette tilfellet ble et GSM-kort brukt.

GSM modem

Select the COM port where the GSM modem is connected.

GSM modem: 

PIN code: [View log](#)

SMSC number: GSM number:

Network

Operator name: N Telenor
Country: Norway
SMSC number: +4790000300
GSM number: +4748950939

GSM modem
Port: COM5:115200,n,8,1

GSM modem test OK
[\(show log\)](#)

Figur 24: Vellykket tilkobling til Ericsson-modem.

5.3.6 Resultater

Ved bruk av Ericsson-modemet var opprettelse av Diafaan-SMS-gateway vellykket. SMS-er ble sendt og mottatt av begge enheter.

5.3.7 Konklusjon

Ericsson-modemet er et godt substitutt for ZTE MF821D-modemet og vil benyttes videre ved senere testing.

5.4 Test av GSM-R med Ericsson F3507g

5.4.1 Hensikt

Finne ut om Ericsson-modemet fungerer når GSM-SIM-kort byttes ut med GSM-R-SIM-kort.

5.4.2 Utstyrsliste

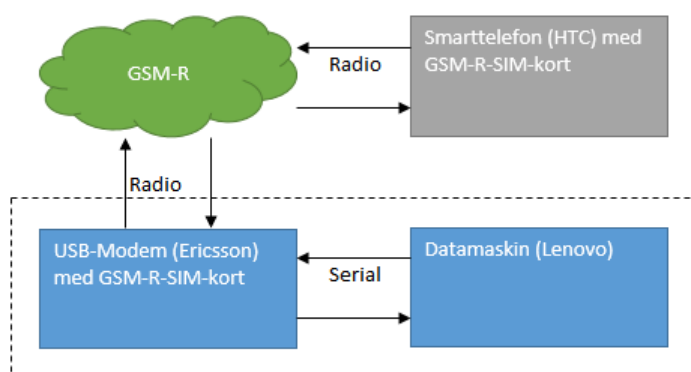
Utstyr	Produsent	Modell	Kommentar	Antall
Datamaskin	Lenovo	ThinkPad T400s	Windows 7, OS	1
Modem	Ericsson	F3507g	Innebygd-modem	1
SIM-kort	Jernbanelverket, Bane Nett	-	GSM-R	2
Smarttelefon	HTC	OneX	BeanStalk-4.4.285, OS	1

Tabell 10: Maskinveriliste test 5.4

Produsent	Program	Kommentar
Diafaan Communication Software	Diafaan SMS Server	SMS-gateway-programvaren

Tabell 11: Programveriliste test 5.4

5.4.3 Oppsett



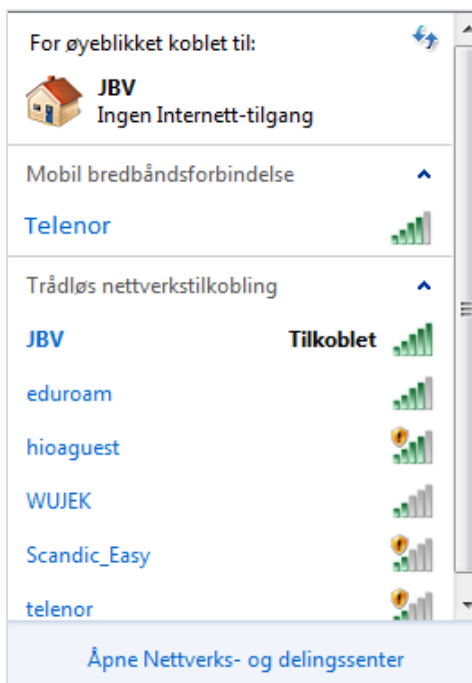
Figur 25: Oppsett for test 5.4.

5.4.4 Gjennomføring

Denne testen var tenkt utført på samme måte som rapport 5.3. Den første hindringen for denne testen var at GSM-R-SIM-kortet automatisk ble stengt og måtte åpnes med PUK-kode⁵. Etter at dette var overstått, ble det oppdaget at modemmet ikke klarte å få kontakt med Telenor-nettet (gitt av roaming-avtalen mellom Jernbaneverket og Telenor). Selv om nettverket til Telenor ble oppdaget av laptop-en og tillatelse til roaming ble gitt. Etter en del feilsøking og research ser det ut til at Microsoft ikke støtter GSM-/GSM-R-SIM som har flere enn to PUK og PIN⁶.

5.4.5 Testdata

Her ser man Telenor-nettet under «Mobil bredbåndsforbindelse».

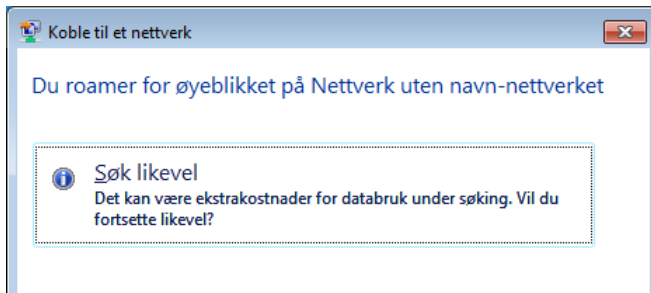


Figur 26: Telenor-nettet tilgjengelig som mobilt bredbånd

⁵ PUK-kode: PIN Unlock Key

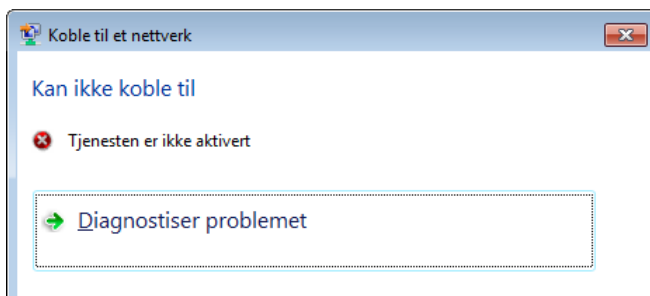
⁶ PIN: Personal Identification Number, brukes som tilgangskode på SIM-kort.

Windows informerer om at det kan påløpe kostnader hvis man kobler seg til via nettet via roaming. For å muliggjøre videre tilkobling ble dette godkjent.



Figur 27: Test 5.4: Advarsel om roaming.

Feilmeldingen om at tjenesten ikke er aktivert betyr at ingen PIN-kode er godkjent. Tilkobling var ikke vellykket.



Figur 28: Test 5.4: Tilkobling til Telenor ikke vellykket.

5.4.6 Resultater

Forbindelse til Telenor-nettet ble ikke etablert ved bruk av et GSM-R-SIM-kort i Ericsson-modemet.

5.4.7 Konklusjon

Det innebygde Ericsson-modemet kan antageligvis ikke brukes med Jernbaneverkets GSM-R-SIM-kort grunnet to-PUK/PIN-problemet. Gruppen må finne en løsning som ikke avhenger av Windows for å opprette tilkobling til GSM-nettet.

5.5 Test av HTC OneX som modem

5.5.1 Hensikt

Hensikten med denne testen er å finne en modem-løsning som fungerer med både GSM-SIM-kort og GSM-R-SIM-kort slik at gruppen slipper å bytte modem mellom ulike testscenarier. I tillegg skal det undersøkes om en smarttelefon kan dekke dette behovet.

5.5.2 Utstyrsliste

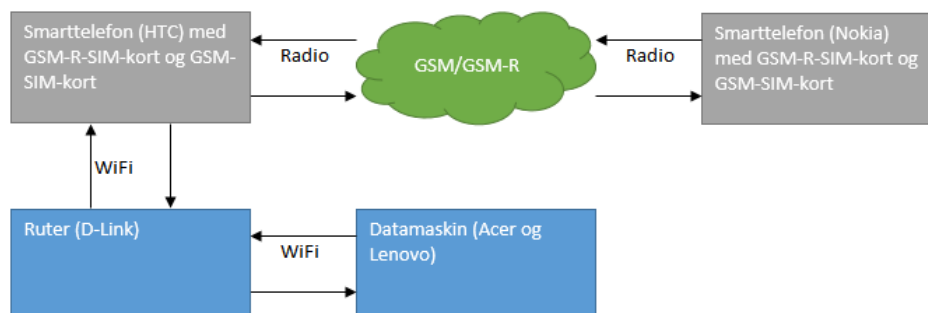
Utstyr	Produsent	Modell	Kommentar	Antall
Datamaskin	Acer	Aspire 5733	Windows 7, OS (HDD)	1
Ruter	D-Link	DI-525		1
Ruter	D-Link	DIR-655		1
Smarttelefon	HTC	OneX	BeanStalk-4.4.285, OS	1
SIM-kort	Jernbanelverket, Bane Nett	-	GSM-R	2
Datamaskin	Lenovo	ThinkPad T400s	Windows 7, OS (SSD)	1
Smarttelefon	Nokia	Lumia 930	WindowsPhone 8.1, OS	1
SIM-kort	Phonero	-	GSM	2

Tabell 12: Maskinverliste test 5.7

Produsent	Program	Kommentar
Diafaan Communication Software	Diafaan SMS Server	SMS-gateway-programvaren
Diafaan Communication Software	GSM Modem Emulator	Gjør Android-telefoner til et modem

Tabell 13: Programverliste test 5.7

5.5.3 Oppsett



Figur 29: Oppsett for test 5.7.

5.5.4 Gjennomføring

Etter å ha konferert med support-forumet til Diafaan fant gruppen ut at Diafaan hadde gitt ut en modem-emulator til Android-telefoner. Denne emulatoren var tiltenkt situasjoner hvor brukeren av Diafaan ikke hadde tilgang på et modem med COM- eller virtuell COM-port. Emulatoren på smarttelefonen og SMS-gateway-en på laptopen kommuniserer via WiFi-nettet. Gruppen installerte emulator-applikasjonen på smarttelefonen, HTC OneX, og koblet den opp mot eduroam-nettet⁷ på HiOA. Dessverre viste det seg at eduroam-nettet har en del begrensninger når det kommer til åpning av porter for trafikk, så dette nettet kunne ikke brukes.

Det ble derfor nødvendig å lage et eget lokalt nettverk som smarttelefonen og datamaskinen kunne kommunisere på. Dette nettet ble først opprettet med en D-Link DI-524-ruter. Denne viste seg å være svært upålitelig. Forbindelsene med klientene gikk tapt regelmessig. På grunn av dette ble DI-524-ruteren byttet ut med en D-Link DIR-655 av nyere dato.

For å unngå at Diafaan SMS Server skulle miste forbindelsen med modemmet, så hadde vi gitt fast IP-adresse til smarttelefonen.

GSM-SIM-kortet var det første kortet som skulle testes. Da det lokale nettet var oppe, med alle enheter tilkoblet og Diafaan-programvaren initialisert, opprettet gruppen kontakt mellom modem-emulatoren og SMS-gateway-en med TCP/IP-protokollfunksjonen i Diafaan SMS Server Console. Testen av forbindelsen ble gjort ved å sende en melding til modemmet som så skulle få et direkte svar fra serveren. Dette ble gjort med et enkelt C#-skript som returnerte; «We have recieved your message».

Ved starten av testingen benyttet gruppen seg av en Acer Aspire 5733-laptop. Ved testing av sending og mottak av SMS via SMS-gateway-en syntes gruppen at prosesseringstiden til gateway-en var for lang. Etter å ha prøvd å endre egenskaper i Diafaan for å redusere prosesseringstiden, uten suksess, ble det besluttet å ta i bruk en Lenovo ThinkPad T400s med SSD. Dette gjorde at prosesseringstiden gikk drastisk ned.

⁷ Eduroam: **education roaming**, en internasjonal roaming-tjeneste for forsknings- og skolemiljøer.

5.5.5 Testdata

Det ble utført fem sendinger per oppsett for å se om den store forskjellen i prosesseringstid var tilfeldig. Formatet er minutter og sekunder.

Acer Aspire 5733 – HDD	Lenovo ThinkPad T400s - SSD
01:09	00:14
01:13	00:12
01:15	00:13
01:14	00:15
01:09	00:13

5.5.6 Resultat

D-Link ruteren, DI-524, leverte ikke stabil nok tilkobling til at den kunne brukes i test-oppsettet. Ved å bytte til D-Link DIR-655 ble derimot tilkoblingen stabil. Både GSM og GSM-R fungerte ved bruk av Diafaan Modem Emulator på smarttelefonen. SMS-gateway-ens prosesseringstider varierte kraftig ved skifte mellom harddisk og SSD. Forskjellen var på det meste ett minutt per melding.

5.5.7 Konklusjon

Det konkluderes med at det er mulig å bruke Diafaan GSM Modem Emulator på en smarttelefon som et TCP/IP-modem for gateway-en. Men det kreves at enhetene er koblet til et trådløst nettverk hvor brukeren har tilgang til å forandre tillatelser. Det kreves også at ruterens som brukes i det trådløse nettverket er tilstrekkelig stabil. I gruppens tilfelle ble D-Link DIR-655 funnet tilstrekkelig stabil for videre bruk. For å få optimal ytelse ut av Diafaans SMS-gateway er det viktig å benytte seg av en datamaskin med SSD.

5.6 Testing av QR-løsninger med Raspberry Pi

5.6.1 Hensikt

Oppsett og testing av web-kamera på Raspberry Pi for lesing av QR-koder.

5.6.2 Utstyrsliste

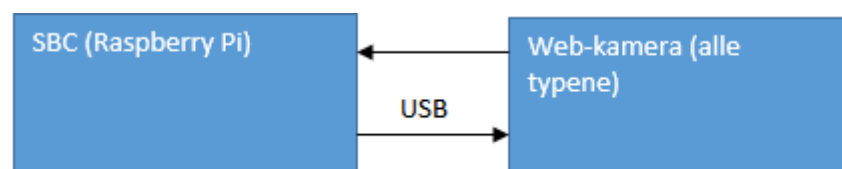
Utstyr	Produsent	Modell	Kommentar	Antall
Mus	Logitech	Mouse 265986-011		1
SBC	RS Components	Raspberry Pi B+	Raspbian, OS	1
Tastatur	Logitech	SK-2885		1
Web-kamera	Logitech	QuickCam for Notebooks Pro		1
Web-kamera	Logitech	QuickCam Pro 9000		1
Web-kamera	Z-star	Venus		1

Tabell 14: Maskinvareliste test 5.5

Produsent	Program	Kommentar
Open Source	Devil's Pie	Vinduskontroll for R Pi
Open Source	Picocom	Testverktøy for modem, R Pi
Open Source	Raspistill	Standardbildetagningsprogram for R Pi
Open Source	Zbar Code Reader	QR-kodeleseren for Raspberry Pi-en

Tabell 15: Programvareliste test 5.5

5.6.3 Oppsett



Figur 30: Oppsett for test 5.5.

5.6.4 Gjennomføring

Testen startet med å oppnå kontakt med web-kameraet. Det ble derfor utført noen tester med lx-terminal (linux terminal) på Raspberry Pi-en. Den viktigste av disse var «lsusb», som lister opp alle tilkoblede USB-enheter, og «dmesg» for å se om operativsystemet gjenkjente kameraet eller ikke. Etter at kameraet hadde blitt oppdaget ble det testet ved å bruke en innebygd lx-terminal-kommando for Raspberry: «raspistill».

```
pi@raspberrypi ~ $ lsusb
Bus 001 Device 002: ID 0424:9514 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 016: ID 0ac8:3420 Z-Star Microelectronics Corp. Venus USB2.0 Camera
Bus 001 Device 005: ID 046d:c06a Logitech, Inc.
Bus 001 Device 013: ID 03f0:0324 Hewlett-Packard SK-2885 keyboard
pi@raspberrypi ~ $
```

Figur 31: Kameraet er blitt detektert

```
File Edit Tabs Help
[ 985.852759] usb 1-1.3: New USB device found, idVendor=0ac8, idProduct=3420
[ 985.852802] usb 1-1.3: New USB device strings: Mfr=1, Product=2, SerialNumber=0
[ 985.852827] usb 1-1.3: Product: Vimicro USB 2.0 PC Camera (Venus)
[ 985.852845] usb 1-1.3: Manufacturer: Vimicro
[ 1035.983173] media: Linux media interface: v0.10
[ 1036.053468] Linux video capture interface: v2.00
[ 1036.123651] uvcvideo: Found UVC 1.00 device Vimicro USB 2.0 PC Camera (Venus) (0ac8:3420)
[ 1036.138283] input: Vimicro USB 2.0 PC Camera (Venus) as /devices/platform/bcm2708_usb/usb1/1-1/1-1.3/1-1.3:1.0/input/input2
[ 1036.140214] usbcore: registered new interface driver uvcvideo
[ 1036.140248] USB Video Class driver (1.1.1)
[ 1105.065969] usb 1-1.3: USB disconnect, device number 10
[ 1107.353897] usb 1-1.2: new full-speed USB device number 11 using dwc_otg
[ 1107.459083] usb 1-1.2: New USB device found, idVendor=05e3, idProduct=0606
[ 1107.459127] usb 1-1.2: New USB device strings: Mfr=1, Product=2, SerialNumber=0
[ 1107.459147] usb 1-1.2: Product: USB Hub 2.0
[ 1107.474288] hub 1-1.2:1.0: USB hub found
[ 1107.474963] hub 1-1.2:1.0: 4 ports detected
[ 1107.478320] usb 1-1.5: USB disconnect, device number 7
[ 1107.754258] usb 1-1.2.2: new full-speed USB device number 12 using dwc_otg
[ 1107.860737] usb 1-1.2.2: not running at top speed; connect to a high speed hub
```

Figur 32: dmesg har også funnet kameraet

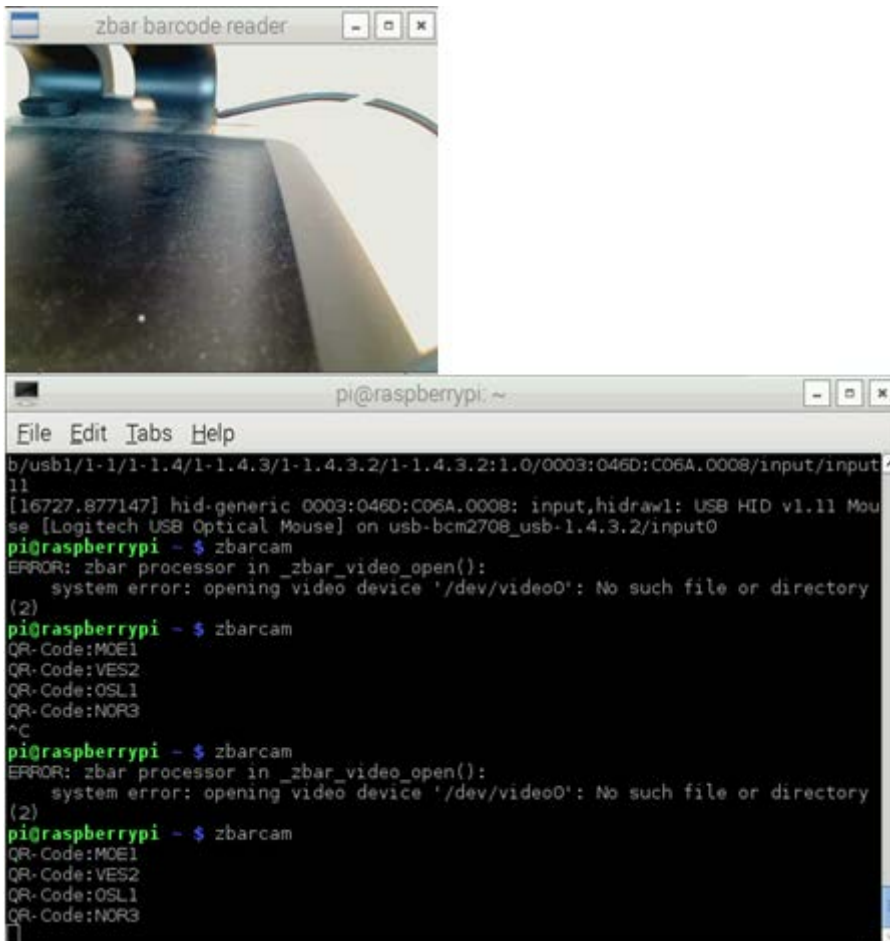
Det neste målet var å finne et verktøy som enten kunne analysere et bilde etter at det var tatt for å finne verdien av en QR-kode eller å få feedback umiddelbart, analysert i real-time. Av de forskjellige løsningene som ble prøvd var, i kronologisk rekkefølge, Motion, fswebcam/raspistill og zbar-tools.

Motion ble forkastet ettersom denne programvaren egentlig er beregnet for bevegelsessensorer. Ettersom motion ga en strøm av rådata, ble det avdekket at bildeoppdateringsfrekvensen ikke

kunne settes spesielt høyt, maks 4-6 fps.

Fswebcam og raspistill kunne brukes til å ta et bilde, men manglet muligheten til å analysere det. Det var også et problem å ta gode bilder siden det ikke var noe display som viste videofeeden. Man måtte ta bilde i blinde.

Zbar-tools var den neste programvaren som ble prøvd. Lx-terminal kommandoen «zbarcam» viste straks potensial. Systemet kunne nå tolke QR-koder i real-time, men dataen måtte fremdeles bli eksportert fra Unix-shell⁸ til python programmet forøvrig. Samtidig hadde zbar-tools muligheten til å vise en videofeed rett ut på displayet. Ved å bruke innebygde python-metoder så kunne programmet kjøre og ta imot informasjonen fra zbarcam. Bildeoppdateringsfrekvensen var fremdeles like lav som avdekket ved testing av motion.



Figur 33: Fungerende skanning med Zbarcam

⁸ Unix-shell: kommando-tolker for Unix.

5.6.5 Resultat

Av programmene som ble testet var det kun zbarcam og Motion som ga muligheten til å se hva kameraet filmet i real-time. Av disse to var det bare zbarcams løsning som ga mulighet for bildeanalyse.

5.6.6 Konklusjon

Ettersom QR-skanningen kunne utføres rett frem ved hjelp av tredjeparts-programvare, frigjorde dette ressurser som kunne settes til å få til andre funksjoner for Raspberry Pi-en. QR-skanningen fungerte som forventet, selv om bildeoppdateringsfrekvensen ikke kunne endres til noe bedre enn det erfart med Motion. Zbarcam blir standard QR-program for Prototypen.

5.7 Testing av GSM-R-modem med Raspberry Pi

5.7.1 Hensikt

Testing av Triorail TRM-3T USB modem med Raspberry Pi. I tillegg til å avgjøre om det er mulig å opprette forbindelse mellom modemmet og Raspberry Pi-en.

5.7.2 Utstysrliste

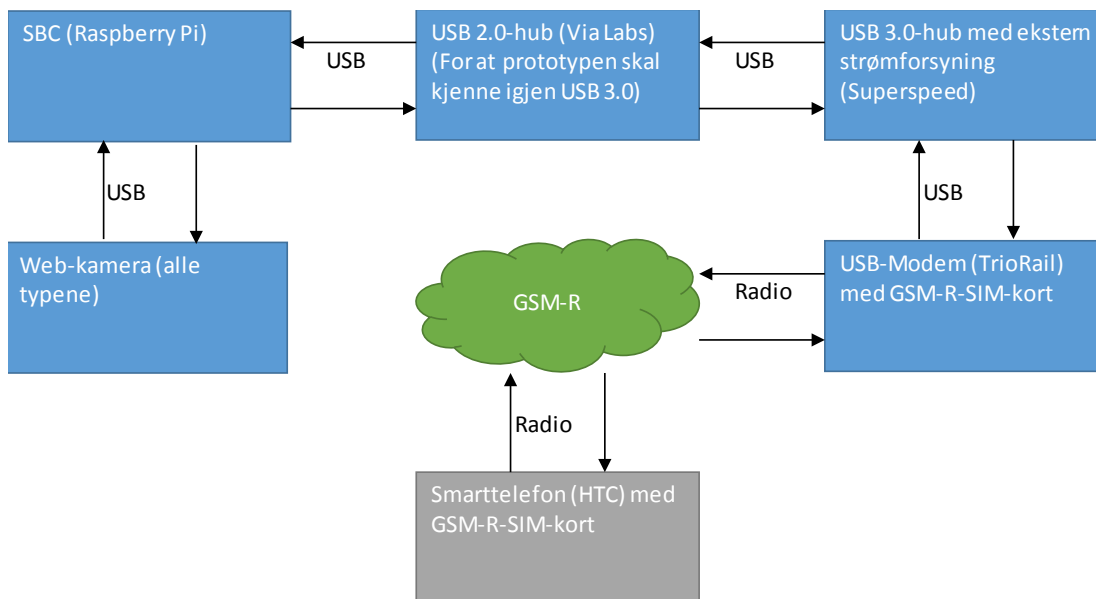
Utstyr	Produsent	Modell	Kommentar	Antall
Skjerm	HP Compaq	240wg		1
Smarttelefon	HTC	OneX	BeanStalk-4.4.285, OS	1
SIM-kort	Jernbaneverket, Bane Nett	-	GSM-R	2
Mus	Logitech	Mouse 265986-011		1
Tastatur	Logitech	SK-2885		1
Web-kamera	Logitech	QuickCam for Notebooks Pro		1
Web-kamera	Logitech	QuickCam Pro 9000		1
SBC	RS Components	Raspberry Pi B+	Raspbian, OS	1
Minnekort	SanDisk	Ultra 16GB	microSDHC	2
USB-hub	STLab	Superspeed	USB 3.0 4-ports hub	1
USB-Modem	Triorail	TRM-3T	GSM-R-modem	1
USB-hub	Via Labs Inc.	USB 2.0 Hub		1
Web-kamera	Z-star	Venus		1

Tabell 16: Maskinvareliste test 5.6

Produsent	Program	Kommentar
Open Source	Picocom	Testverktøy for modem, R Pi

Tabell 17: Programvareliste test 5.6

5.7.3 Oppsett



Figur 34: Oppsett for test 5.6

5.7.4 Gjennomføring

Ved lesing av databladet til Triorail TRM-3T (Triorail, 2010) ble det slått fast at modemmet brukte virtuell-COM-port som grensesnitt mot Windows og Linux. Det betød at det i utgangspunktet skulle være mulig å bruke med Raspberry Pi. Dette skal testes med Picocom⁹.

Etter at alle komponentene var installert skulle det vise seg at Raspberry Pi-en frøs når modemmet ble koblet til. Ved en grundigere gjennomgang av databladene til både Triorail TRM-3T og Raspberry Pi, oppdaget gruppen at en mulig grunn til stansen var at modemmet trakk for mye strøm fra Raspberry Pi-en ved oppstart.

For å løse dette problemet skaffet gruppen til veie en USB 3.0-hub med ekstern strømforsyning. Denne kunne levere opptil 2000mA fordelt over fire porter. Da huben var plugget i Raspberry Pi-en ble den ikke gjenkjent. Kommandoene «lsusb» og «dmesg» i lx terminalen bekreftet dette. Research foreslo at Raspberry Pi-en ikke hadde god støtte for USB 3.0-grensesnittet. For å lage en overgang mellom disse to elementene ble det plassert en USB 2.0-hub mellom disse. Hypotesen var at USB 2.0-grensesnittet kunne tolke informasjon fra USB 3.0 og Raspberry Pi-

⁹ Picocom: Verktøy for konfigurasjon og debugging av modem.

en kunne tolke det USB 2.0 ga ut. Dette fungerte som ønsket.

```
pi@raspberrypi ~ $ lsusb
Bus 001 Device 002: ID 0424:9514 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 013: ID 2109:2811
Bus 001 Device 028: ID 046d:c06a Logitech, Inc.
Bus 001 Device 027: ID 03f0:0324 Hewlett-Packard SK-2885 keyboard
pi@raspberrypi ~ $ lsusb
Bus 001 Device 002: ID 0424:9514 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 013: ID 2109:2811
Bus 001 Device 029: ID 03f0:0324 Hewlett-Packard SK-2885 keyboard
pi@raspberrypi ~ $
```

Figur 35: Logitech forsvinner når den blir koblet til via Superspeed USB 3.0 Hub-en.

Her er det en trestruktur av det endelige oppsettet. Legg merke til antall avgreninger, første er den interne USB bussen, andre er USB 2.0.0 Hub--en og den siste er USB 3.0 Hub-en.

```
pi@raspberrypi ~ $ lsusb -t
/: Bus 01.Port 1: Dev 1, Class=root_hub, Driver=dwc_otg/lp, 480M
   |__ Port 1: Dev 2, If 0, Class=hub, Driver=hub/5p, 480M
       |__ Port 1: Dev 3, If 0, Class=vend., Driver=smc95xx, 480M
       |__ Port 2: Dev 4, If 0, Class=hub, Driver=hub/4p, 12M
           |__ Port 4: Dev 6, If 0, Class=hub, Driver=hub/4p, 12M
               |__ Port 2: Dev 11, If 0, Class='bInterfaceClass 0x0e not yet handled', Driver=uvcvideo, 12M
               |__ Port 2: Dev 11, If 1, Class='bInterfaceClass 0x0e not yet handled', Driver=uvcvideo, 12M
               |__ Port 2: Dev 11, If 2, Class=audio, Driver=snd-usb-audio, 12M
               |__ Port 2: Dev 11, If 3, Class=audio, Driver=snd-usb-audio, 12M
               |__ Port 4: Dev 9, If 0, Class=audio, Driver=snd-usb-audio, 12M
               |__ Port 4: Dev 9, If 1, Class=audio, Driver=snd-usb-audio, 12M
               |__ Port 4: Dev 9, If 2, Class=audio, Driver=snd-usb-audio, 12M
               |__ Port 4: Dev 9, If 3, Class=comm., Driver=cdc_acm, 12M
               |__ Port 4: Dev 9, If 4, Class=data, Driver=cdc_acm, 12M
               |__ Port 4: Dev 9, If 5, Class=comm., Driver=cdc_acm, 12M
               |__ Port 4: Dev 9, If 6, Class=data, Driver=cdc_acm, 12M
           |__ Port 4: Dev 5, If 0, Class=HID, Driver=usbhid, 1.5M
           |__ Port 5: Dev 7, If 0, Class=HID, Driver=usbhid, 1.5M
pi@raspberrypi ~ $
```

Figur 36: Trestruktur av det endelige oppsettet.

```
File Edit Tabs Help
noreset is      : no
nolock is       : no
send_cmd is     : sz -vv
receive_cmd is  : rz -vv
imap is         :
omap is         :
emap is         : crcrlf,delbs,

Terminal ready
atz
OK
at+cmgf=1
OK
at+cmgs="+4787914573"
> Test fra raspi
+CMGS: 42

OK
at+cmgl="REC UNREAD"
+CMGL: 1,"REC UNREAD", "+4787914573", "15/04/21,18:24:59+08"
Mottat

OK
```

Figur 37: Picocom tester modemmet, sender og mottar SMS-er

Neste steg var å teste om det var mulig å sende og motta meldinger. Hayes command set, også kjent som AT-kommandoer, ble brukt til å styre modemmet. For å kunne sende disse kommandoene ble programmet Picocom brukt. Programmet kommuniserer med modemmet via ACM-grensesnittet. Triorail-modemet hadde tre forskjellige grensesnitt, hvorav to av typen ACM og et for audio. De to ACM-grensesnittene var for data og kontrolldata, Picocom kommuniserte via grensesnittet for data.

```
pi@raspberrypi ~ $ lsusb
Bus 001 Device 002: ID 0424:9514 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 001 Device 020: ID 13fe:4100 Kingston Technology Company Inc.
Bus 001 Device 021: ID 7326:0241
Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
Bus 001 Device 017: ID 05e3:0606 Genesys Logic, Inc. USB 2.0 Hub / D-Link DUB-H4
USB 2.0 Hub
Bus 001 Device 016: ID 0ac8:3420 Z-Star Microelectronics Corp. Venus USB2.0 Came
ra
Bus 001 Device 005: ID 046d:c06a Logitech, Inc.
Bus 001 Device 019: ID 03f0:0324 Hewlett-Packard SK-2885 keyboard
Bus 001 Device 018: ID 2109:2811
pi@raspberrypi ~ $
```

Figur 38: Alle enheter fungerer som de skal

Testkommandoer ble sendt fra Picocom til modemmet for å teste modemets evne til å sende og motta meldinger. Under testingen av forbindelsen stoppet aldri modemmet å sende eller motta data, noe som tyder på at forbindelsen er svært stabil.

5.7.5 Resultat

Det ble etablert kontakt mellom Raspberry Pi og Triorail-modemet. For å få dette til kreves det mer enn 2A strømforsyning til Raspberry Pi-en eller en USB-hub med ekstern strømforsyning. Ved bruk av en USB 3.0-hub klarte ikke Raspberry Pi-en å gjenkjenne enheten. Ved bruk av en USB 2.0-hub i mellom USB 3.0-huben og Raspberry Pi-en klarte Pi-en å gjenkjenne og motta informasjon fra modemet. Triorail-modemet klarte å sende og motta meldinger ved hjelp av Picocom.

5.7.6 Konklusjon

Det konkluderes med at Triorail-modemet kan brukes sammen med Raspberry Pi-en. Denne løsningen er både stabil og kostnadseffektiv når det gjelder ressursbruk. Eneste unntaket er ved oppstart av modemet, da strømforbruket økes drastisk. Det er derfor nødvendig med en strømforsyning på mer enn 2A eller en USB 2.0-hub med ekstern strømforsyning.

5.8 Fullstendig test

5.8.1 Hensikt

Hensikten er å teste den fullstendige «proof-of-concept»-løsningens maskinvare- og programvarekomponenter sammen. Systemet skal kunne stå seg mot punktene i kravspesifikasjonen uten feil.

5.8.2 Utstyrsliste

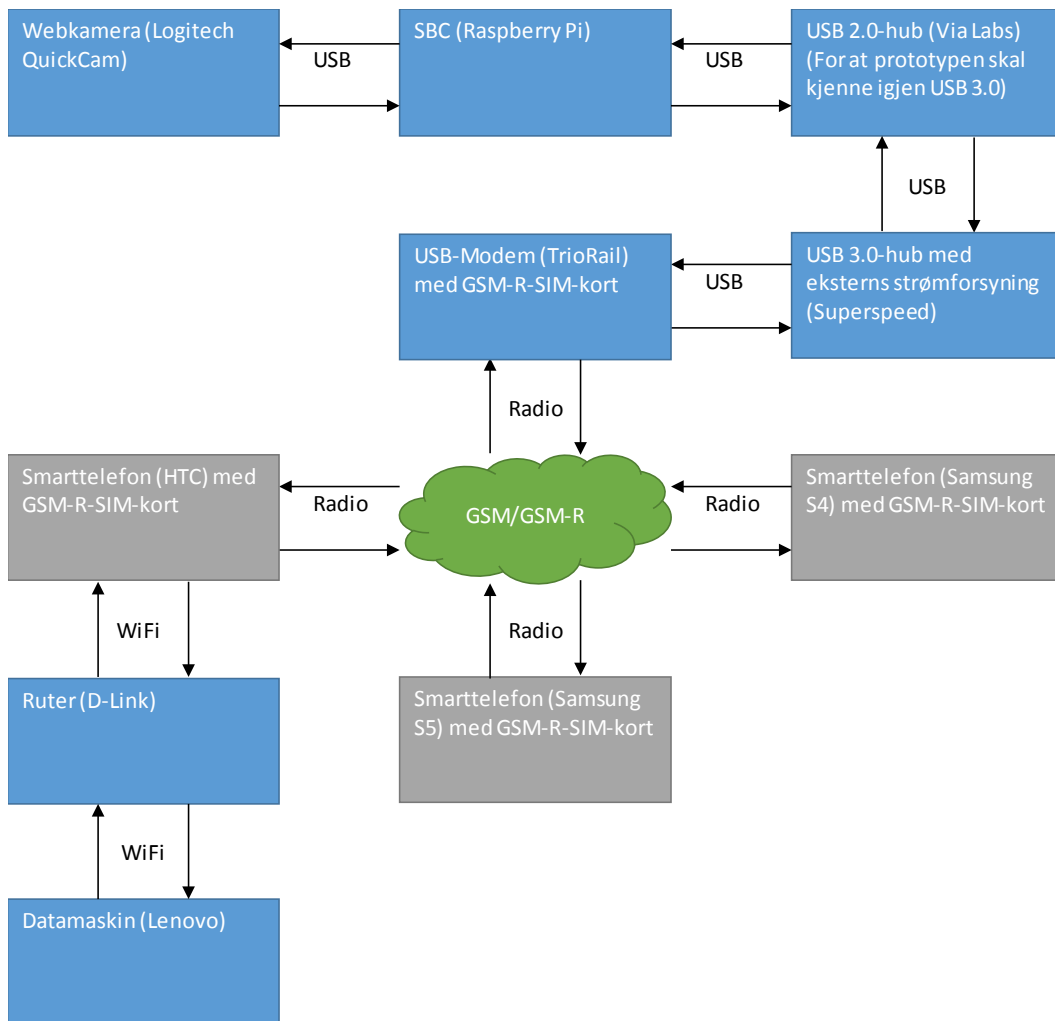
Utstyr	Produsent	Modell	Kommentar	Antall
Datamaskin	Lenovo	ThinkPad 400s	Windows 7, OS, SSD	1
Ruter	D-Link	DIR-655		1
SBC	RS Components	Raspberry Pi B+	Raspbian, OS	
SIM-kort	Phonero	-	GSM	2
SIM-kort	Jernbaneverket, Bane Nett	-	GSM-R	3
SIM-kort	Telenor	-	GSM	1
Smarttelefon	HTC	OneX	BeanStalk 4.4.285, OS	1
Smarttelefon	Samsung	S4 GT-I905	Android 4.4.2, OS	1
Smarttelefon	Samsung	S5 G900F	Android 5.0, OS	1
USB-hub	STLab	Superspeed USB Hub	USB 3.0 4-ports, ekstern 2A strømkilde	1
USB-hub	Via Labs Inc.	2.0 USB HUB		
USB-modem	Trilorail	TRM-3T	GSM-R	1
Web-kamera	Logitech	Quickcam Pro 9000		1

Tabell 18: Maskinvareliste test 5.8

Produsent	Program	Kommentar
Diafaan Communication Software	Diafaan SMS Server	SMS-gateway-programvaren
Diafaan Communication Software	GSM Modem Emulator	Gjør android-telefoner til et modem
Open Source	Zbar Code Reader	QR-kodeleseren for Raspberry Pi-en
Open Source	Picocom	Testverktøy modem, R Pi
Oracle	NetBeans IDE 8.0	For programmering av støttesystem
Zxing Team	Barcode Scanner	QR-kodeleseren for Android

Tabell 19: Programvareliste test 5.8

5.8.3 Oppsett



Figur 39: Oppsett for test 5.8

Oppsettet består av en Lenovo ThinkPad T400s-laptop med SSD. På denne er støttesystemet og SMS-gateway-en installert. SMS-gateway-en består av Diafaans virtuelle SMS-server og gruppens skript. Modemløsningen som ble brukt var HTC OneX med Diafaan Modem Emulator. Applikasjonen ble installert på mobiltelefonene Samsung S4 og S5. Disse blir brukt som arbeidsterminal. Ved testing av GSM-R ble Prototypen også tatt i bruk som arbeidsterminal. Kommunikasjon mellom arbeidsterminal og støttesystem foregår via ett nettverk satt opp med en D-Link DIR-655 ruter.

5.8.4 Gjennomføring

Testingen foregikk ved at gruppens fire medlemmer ble tildelt et ansvarsområde. En fulgte med på om støttesystemet var operativt under hele testen og om oppføringene i databasen ble korrekte. To studenter hadde hver sin Android-enhet med applikasjonen installert for å fungere som hovedsikkerhetsvakt og lokal sikkerhetsvakt. Den siste hadde ansvaret for å operere Prototypen.

Første runde med testing ble utført på GSM-nettet med de to Android-enehetene som sikkerhetsvaktens arbeidsterminaler. Hver av løsningens funksjoner ble så testet opp mot punktene i kravspesifikasjonen. Der to punkter i kravspesifikasjonen korresponderte ble begge tatt hensyn til samtidig.

Andre og tredje runde med testing ble gjort med GSM-R SIM-kort, og etablert roaming. Først for å teste Prototypen som terminal for lokal sikkerhetsvakt, deretter for å teste Prototypen som terminal for hovedsikkerhetsvakt.

5.8.5 Testdata

Her presenteres utfallet fra testingen av alle kravspesifikasjonens punkter i tabellform. Punktnavn og –nummer i kravspesifikasjonen står i tabellens overskrift, mens underpunkter står i tabellens første kolonne. Disse tabellene **må** leses sammen med kravspesifikasjonen.

Kravspesifikasjonen er oppdelt i en del for applikasjonen og en del for støttesystemet. De punktene som er avhengig av hverandre, på tvers av disse to delene, vises i en tabell for hver hovedfunksjon. Eksempelvis:

Applikasjon	Støttesystem
D	F
E	B

Tabell 20: Eksempel, sammenfallende krav.

Innlogging

Applikasjon	Støttesystem
D	F
E	D
F	G

Tabell 21: Sammenfallende krav, innlogging.

Innlogging 5.1.3/ Innlogging av sikkerhetsvakt 5.2.8			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5	Samsung S4	
A	Oppfylt	Oppfylt	Oppfylt
B	Ikke implementert		Oppfylt av databasen brukere
C	Oppfylt	Oppfylt	Støttesystemet sjekker ikke om mobil enhet er i samsvar med brukerdata-basen.
D	Ikke implementert		Oppfylt (vedlegg 4)
E	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	Oppfylt, dette registreres i databasen for aktive brukere.
F	Oppfylt	Oppfylt	Ikke implementert
G	Oppfylt	Oppfylt	Oppfylt
H	-	-	Oppfylt, dette er mulig via manuell inntasting i databasen.
I	-	-	Oppfylt

Tabell 22: Fullstendig test: Resultattabell - innlogging.

Utlogging

Applikasjon	Støttesystem
B	D
C	B

Tabell 23: Sammenfallende krav, utlogging.

Utlogging 5.1.4/ Utlogging av sikkerhetsvakt5.2.9			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5	Samsung S4	
A	Oppfylt	Oppfylt	Oppfylt
B	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	Oppfylt
C	Oppfylt, alle mottatte	Oppfylt, alle mottatte	Oppfylt

	meldinger vises i skjermen.	meldinger vises i skjermen.	
D	Oppfylt	Oppfylt	Oppfylt (vedlegg 4)
E	-	-	Oppfylt

Tabell 24: Fullstendig test: Resultattabell - utlogging.

Innmelding

Applikasjon	Støttesystem
E	B
F	C

Tabell 25: Sammenfallende krav, innmelding.

Innmelding på arbeidsområde 5.1.5/ Innmelding av lokal sikkerhetsvakt 5.2.10			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5	Samsung S4 - LSV	
A	-	Oppfylt	Oppfylt, sjekkes opp mot databasen for arbeidsområde.
B	-	Oppfylt	Oppfylt
C	-	Oppfylt	Identifikasjon av HSV mangler.
D	-	Oppfylt	Oppfylt
E	-	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	-
F	-	Identifikasjon av HSV mangler.	-
G	-	Oppfylt, HSV kan ikke oppheve sikring før LSV er utmeldt.	-
H	-	Oppfylt	-

Tabell 26: Fullstendig test: Resultattabell - innmelding.

Utmelding

Applikasjon	Støttesystem
D	B
E	C

Tabell 27: Sammenfallende krav, utmelding.

Utmelding på arbeidsområde 5.1.6/ Utmelding av lokal sikkerhetsvakt 5.2.11			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5	Samsung S4 - LSV	
A	-	Oppfylt	Allerede oppfylt i 5.2.10 a)
B	-	Oppfylt	Oppfylt
C	-	Oppfylt	Oppfylt
D	-	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	Oppfylt
E	-	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	-
F	-	Oppfylt	-

Tabell 28: Fullstendig test: Resultattabell - utmelding.

Sikring

Applikasjon	Støttesystem
5.1.9	5.2.12 A
5.1.10	5.2.12 B, C
5.1.11	5.2.15
5.1.13	5.2.16 A

Tabell 29: Sammenfallende krav, sikring.

Anmodning av sperring 5.1.7/ Kontroll av anmodning om sperring 5.2.12			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5 - HSV	Samsung S4	
A	Oppfylt	-	Oppfylt
B	Oppfylt	-	Oppfylt
C	Oppfylt	-	Oppfylt
D	Oppfylt	-	Oppfylt
E	Oppfylt	-	Oppfylt

Tabell 30: Fullstendig test: Resultattabell – sikring – anmodning om sperring.

Ytterligere kravpunkt for applikasjonen	
5.1.8 Sperring av flere områder	Dette fungerer, men kan by på visse problemer for databasen for aktive brukere.
5.1.9 Varsling om allerede sikret eller registrert arbeidsområde	Oppfylt og korresponderer med 5.2.12 a).
5.1.10 Melding om avslått eller ikke akseptert anmodning om sperring	Avslått anmodning om sperring korresponderer med 5.2.12 b) og c). Om

	anmodningen ikke er akseptert i løpet av en gitt tid får applikasjonen melding. Korresponderer med 5.2.15.
5.1.11 Mottatt melding om sperring	Ved dette punkt avviker løsningen fra kravspesifikasjonen. I mottatt melding får HSV beskjed om at vedkommende har to minutter på å bekrefte oppstart. Knapp for oppstart dukker opp i hovedmenyen.
5.1.13 Mottatt melding om igangsettelse av arbeid på ikke sperret område	Oppfylt, korresponderer med 5.2.16 a)

Tabell 31: Fullstendig test: Ytterligere kravpunkt for applikasjon - sikring.

Ytterligere kravpunkt for støttesystemet	
5.2.13 Begrensning i antall anmodninger fra samme enhet	Denne funksjonen oppfylles i applikasjonen. Men om applikasjonen får feil kan det oppstå problemer.
5.2.14 Registrering av arbeidsområde	A: Ikke implementert
	B: Oppfylt
	C: Oppfylt
	D: Oppfylt
	E: Oppfylt
5.2.15 Melding om sperret og frigitt arbeidsområde	A: Oppfylt, 2 minutter
	B: Oppfylt

Tabell 32: Fullstendig test: Ytterligere kravpunkt for støttesystem - sikring.

Bekreftelse på oppstart 5.1.12/ Kontroll av bekreftelse på oppstart 5.2.16			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5 - HSV	Samsung S4	
A	HSV må trykke på knapp for oppstart før skanning.	-	Det er ikke mulig å velge oppstart fra applikasjonen uten at området er sperret. Oppfylt uten applikasjon.
B	Oppfylt	-	Oppfylt
C	Tilgjengelig for alle områder. Men HSV får feilmelding ved oppstart ved feil område.	-	Oppfylt
D	Oppfylt	-	-
E	Oppfylt	-	-

Tabell 33: Fullstendig test: Resultattabell - sikring - oppstart av arbeid.

Opphevelse av sikring

Applikasjon	Støttesystem
E	5.2.18 B
F	A,B

Tabell 34: Sammenfallende krav, opphevelse av sikring.

Anmodning om oppheving av sperring 5.1.14/ Kontroll av anmodning om opphevelse av sperring 5.2.17			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5 - HSV	Samsung S4	
A	Oppfylt	-	Oppfylt
B	Oppfylt	-	Oppfylt
C	Oppfylt	-	Oppfylt
D	Oppfylt	-	-
E	Viser ikke identifisering av området	-	-
F	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	-	-
G	Oppfylt	-	-
H	Funksjonen er alltid tilgjengelig. Men kan ikke benyttes på områder hvor SV ikke er HSV.	-	-

Tabell 35: Fullstendig test: Resultattabell - opphevelse av sikring.

Ytterligere kravpunkt for støttesystemet	
5.2.18 Avregistrering av arbeidsområde	A: Oppfylt, i «proof-of-concept»-løsningen opphever støttesystemet selv sperringen av arbeidsområdet.
	B: Oppfylt, korresponderer med 5.1.14 E

Tabell 36: Fullstendig test: Ytterligere krav - opphevelse av sikring.

Tidsregistrering/-avlesning

Applikasjon	Støttesystem
D	D
5.1.16 B	E

Tabell 37: Sammenfallende krav, tidsregistrering/- avlesning.

Registrering av gjenværende tid 5.1.15/ Registrering og oppdatering av gjenværende tid 5.2.19			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5 - HSV	Samsung S4	
A	Alltid tilgjengelig, men registrer kun på områder hvor SV er HSV	-	Oppfylt
B	Ikke implementert. Området må skannes.	-	Ikke implementert
C	Oppfylt	-	Oppfylt, dvs. at hvis det prøves på å registrere mer enn 23 timer og 59 minutter
D	Oppfylt, alle mottatte meldinger vises i skjermen.	-	Oppfylt
E	Dette gjøres i støttesystemet, applikasjonen kontrollerer ikke tiden selv. Må hentes inn ved å velge «Avles tid» i menyen.	-	Oppfylt, HSV varsles ved 20min, 5 min og når tiden går ut
F	Oppfylt	-	-
G	Oppfylt	-	-

Tabell 38: Fullstendig test: Resultattabell - tidsregistrering/ -avlesning.

Ytterligere kravpunkt for applikasjonen	
5.1.16	A: Applikasjonen innhenter ikke automatisk ny tid fra støttesystemet. Dette må gjøres manuelt, med skanning av området.
	B: Oppfylt, korresponderer med 5.2.19 E

	C: Oppfylt
	D: Oppfylt

Tabell 39: Fullstendig test: Ytterligere krav - tidsregistrering/ -avlesning.

Statusavlesning

Spørring på status 5.1.17/ Kontroll av status 5.2.20			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5	Samsung S4	
A	Oppfylt	Oppfylt	Oppfylt
B	Oppfylt	Oppfylt	Ikke implementert
C	Oppfylt	Oppfylt	Ikke implementert direkte som kontinuerlig overvåkning. Mer som en portvakt som kontrollerer innkommende kommandoer.
D	Oppfylt	Oppfylt	Denne informasjonen ligger ikke med i statussperring. Kun avlesning av tid.
E	Oppfylt	Oppfylt	Oppfylt

Tabell 40: Fullstendig test: Resultattabell - statusavlesning.

Overtakelse

Overtagelse av hovedsikkerhetsansvar 5.1.18/ 5.2.21			
	Applikasjon		Støttesystem
Krav	Samsung S5 - HSV	Samsung S4 - LSV	
A	Oppfylt	-	Oppfylt
B	Oppfylt	-	Oppfylt
C	Oppfylt	-	Oppfylt
D	Oppfylt	-	Oppfylt
E	-	Oppfylt	Oppfylt
F	-	Oppfylt	Oppfylt
G	-	Oppfylt	Oppfylt
H	-	Oppfylt	Oppfylt, men uten funksjonelt nummer
I	-	Oppfylt	-
J	Oppfylt	Oppfylt	-
K	Oppfylt	Oppfylt	-
L	Oppfylt	-	-
M	Oppfylt	Oppfylt	-
N	Oppfylt	-	-

Tabell 41: Fullstendig test: Resultattabell - overtakelse.

Full overtakelse

Funksjonen for full overtakelse er ikke implementert.

Områdeoversikt

Funksjonen for områdeoversikt er ikke implementert.

5.8.6 Resultater

Resultatet av testingen viser at systemløsningen har alle kravspesifikasjonens hovedfunksjoner, med unntak av «Full overtakelse» og «Områdeoversikt». Disse hovedfunksjonene fungerte både med GSM- og GSM-R-oppsettet. Det var allikevel noen av kravspesifikasjonens punkter som helt eller delvis ikke ble oppfylt.

For innlogging viste det seg at støttesystemet kun sjekket sertifisering opp mot brukernavn og passord, ikke mobil enhet. Videre viste det seg at feil og driftsproblemer ikke blir sendt til sikkerhetsvakt ved vellykket innlogging. Ellers var alle krav oppfylt.

Utloggingsfunksjonen oppfylte alle krav.

Ved vellykket innmelding følger ikke identiteten til hovedsikkerhetsvakten med i tilbakemeldingen som sendes til applikasjonen. Ellers var alle krav oppfylt.

For utmelding var alle krav oppfylt, men det kan se ut til at punkt 5.2.11 a) er overflødig på grunn av 5.2.10 a).

Prosessen for sikring av arbeidsområde oppfylder alle kravene, men metoden for oppstart avviker fra kravspesifikasjonen. I stedet for at skanning for bekreftelse av oppstart dukker opp automatisk, må HSV trykke på «Oppstart» -knappen for å få opp skanning.

Funksjonen for oppheving av sperring viser ikke hvilket arbeidsområde hvor sperring har blitt opphevet i tilbakemeldingen til applikasjonen. Ellers var alle krav oppfylt.

Ved registrering og avlesning av tid er ikke muligheten for å få opp en oversikt over alle områdene man er registrert på implementert. I stedet for må man skanne et område for å registrere eller avlese tid. Gjenværende tid oppdaterer seg heller ikke automatisk på applikasjonen. Ellers er alle krav oppfylt.

For statusavlesning mangler informasjon om hvorvidt alle sporavsnitt innenfor arbeidsområdet er detektert frie, eller gjenstående tid for utføring av arbeidet. Ellers er alle krav oppfylt.

Overtakelse av hovedsikkerhetsansvar etterfølger alle kravspesifikasjonens punkter, men gjør ingenting med funksjonelt nummer, da dette ikke er implementert i systemløsningen.

Generelt kan det by på problemer om flere lokale sikkerhetsvakter prøver å logge inn på samme arbeidsområde.

Både applikasjon og støttesystem virket stabilt under testingen og ingen tekniske feil oppstod.

5.8.7 Konklusjon

Det konkluderes med at testen var vellykket. Ingen feil oppstod og så godt som alle ønskede funksjoner var implementert og fungerende. Av de funksjonene som ikke var implementert skal gruppen vurdere å implementere «Full overtagelse» og muligheten for å melde inn flere lokale sikkerhetsvakter per arbeidsområde, ved en senere anledning. Gruppen mener allikevel at testen har gitt et godt nok inntrykk av «proof-of-concept»-et til å konkludere med at ideen bak løsningen er både god og gjennomførbar.

6 Diskusjon

6.1 Bruk av QR-kode

Et krav i kravspesifikasjonen var at QR-kode skulle brukes til å holde på data om de forskjellige sporstrekingene. Men 2D-strekkoder er ikke den eneste typen strekkoder som kan brukes: 3D-koder er et alternativ. Samtidig er ikke QR-koder det eneste valget innenfor 2D-strekkoder, det finnes mange flere. Aztec, Data Matrix og HCCB er alle 2D strekkoder, for å nevne noen.



Figur 40: 2D-koder. Fra venstre: Aztec, Data Matrix og HCCB.

Det finnes flere 2D alternativer, men et alternativ som er verdt å nevne er Aztec. (Adams, 2014) Koden kan konfigurere feilrettingskode mellom 5%-95%. Aztec har referansepunktet i midten, i motsetning til QR-koder som har referansepunkter i tre av fire hjørner. En styrke Aztec har over QR er at om et av hjørnene til en QR-kode blir skadet, så er det 3/4 sjanse for at koden blir uleselig, et problem Aztec-koder ikke har. Aztec-koder kan, som QR, leses fra alle vinkler.

Ved å gjøre 2D-strekkoder om til 3D-strekkoder, kan mer data legges inn i koden. Enten som feilrettingskode og/ eller mer data. Ved å måle høyden på hver av søylene, kan ekstra data bli lagt til eller gjøre koden langt mindre avhengig (om ikke fullstendig uavhengig) av kontrasten mellom sort og hvit på strekkoden. En 3D-strekkode er langt mer robust mot skader, smuss og støy enn 2D-koder, siden høyden forhåpentligvis ikke endrer seg nok til å endre innholdet av dataen lagret i koden.

Å ha flere farger kan gjøre at mer data kan bli lagret på samme område. HCCB er et godt eksempel. Om skader, smuss og støy påvirker koden forsvinner mye data i forhold til 3D-koder (Adams, 2014).

Zbarcam kan ikke lese Aztec, så gruppen måtte ha utviklet en annen løsning for Prototypen om denne koden hadde blitt valgt.

6.2 Posisjonering ved hjelp av satellitter

Ifølge Yuichi S. Hayakawa og Hiro'omi Tsumura(2008, p. 268) er det mulig å ha en presisjon på ca. en meter ved to minutter etter-prosessering av differensiert global positioning system(DGPS). Dette avhenger så klart av hvor mange satellitter som til enhver tid er over områdene, og et unntakssystem må brukes for tunneler. Dette er mener gruppen er et system som kan anvendes i tillegg til eller som en erstatning for løsningen beskrevet i dette hovedprosjektet. For eksempel kunne støttesystemet kontrollere om sikkerhetsvaktene befinner seg på riktig arbeidsområde.

6.3 Valg av applikasjons-plattform

Når applikasjonsplattform skulle velges, var valget av maskinvare avhengig av hvilket operativsystem den håndholdte maskinen skulle ha. Valget stod mellom de tre største plattformene: iOS, Windows og Android. Valget falt på Android, ettersom dette systemet er «open source», er den klart største aktøren på markedet og har et enormt utviklermiljø.

6.4 Valg av Raspberry Pi

Valget av Raspberry Pi var et valg prosjektgruppen ikke gjorde vilkårlig. Fordeler og ulemper ble nøye veid opp mot hverandre og opp mot kravene til Prototypen. De kandidatene som ble evaluert var Arduino DUE/UNO, Beaglebone Black (Coley, 2013) og Raspberry Pi B+.

En viktig ting som raskt ble avklart når sammenligningen startet var at både Beaglebone Black og Raspberry Pi B+ er fullverdige personlige datamaskiner i seg selv og at Arduino DUE/UNO er mikrokontrollere. Bare det faktum at Arduino-ene er mikrokontrollere og ikke fullverdige datamaskiner gjør at de kommer dårligere ut i forhold til de to andre konkurrentene. En mikrokontroller har færre komputasjonelle muligheter enn Raspberry Pi og Beaglebone Black, spesielt gjelder dette for kommunikasjon med eksterne enheter.

Derfor stod valget mellom Beaglebone Black og Raspberry Pi. Prisen på disse var 404 NOK uten frakt og toll og 395 NOK respektivt. Det fantes ingen norske importører av Beaglebone Black, så selv om prisen var omtrent den samme i utenlandske bedrifter så ville ikke sluttsommen blitt den samme. For Beaglebone Black hadde ikke kostnadene for frakt og toll blitt medregnet og derfor ville totalkostnaden blitt betydelig høyere.

Det neste som ble evaluert var om en SBC var markant bedre enn den andre på bruksområdene for prosjektet. Områdene som ble evaluert var USB porter, muligheter for å koble til portable skjermer og operativsystemer. Ingen av enhetene var noe spesielt bedre enn den andre. Eneste unntaket var at Raspberry Pi B+ hadde tre USB-port mer enn Beaglebone Black.

Størrelse og kvalitet på støtte til plattformene spilte en rolle i valget. Begge to har store brukermasser, men Raspberry Pi har desidert flest solgte enheter, fem millioner (Lomas, 2015), mot 100 000 (Brown, 2013), og derfor var det tenkt at det også burde være et større utviklermiljø enn Beaglebone Black, som ville gjøre eventuell feilsøking og problemløsning enklere.

Når det gjelder tilgjengelighet, var det klart enklere å få tak i en Raspberry Pi enn en Beaglebone Black, da førstnevnte var tilgjengelig i norske butikker.

På grunn av tilgjengelighet og pris falt valget på Raspberry Pi B+.

Man kan argumentere for at det rent teknisk sett finnes bedre alternativer enn Raspberry Pi B+. Blant annet etterfølgeren Raspberry Pi 2 som ble lansert kort tid etter at gruppen hadde kjøpt sin modell. Men siden kjøpet ikke var et nettkjøp så var det ingen angrevert. Gruppen hadde også hatt det enklere om valget hadde falt på Beaglebone Black i og med at denne kan kjøre en fullverdig versjon av Android. Med andre ord kunne gruppen bare utviklet en applikasjon som fungerte på både smarttelefonene og Prototypen.

6.5 Ved implementering

Prosjektets leveranse er et utsnitt av «Concept of a New Solution for Securing Work Areas», og befatter seg ikke med det fulle omfanget av infrastrukturen som den ville vært en del av, om det ikke var et «proof-of-concept». Allikevel har gruppen gjort seg noen tanker rundt det å faktisk skulle tatt i bruk løsningen i dagens infrastruktur.

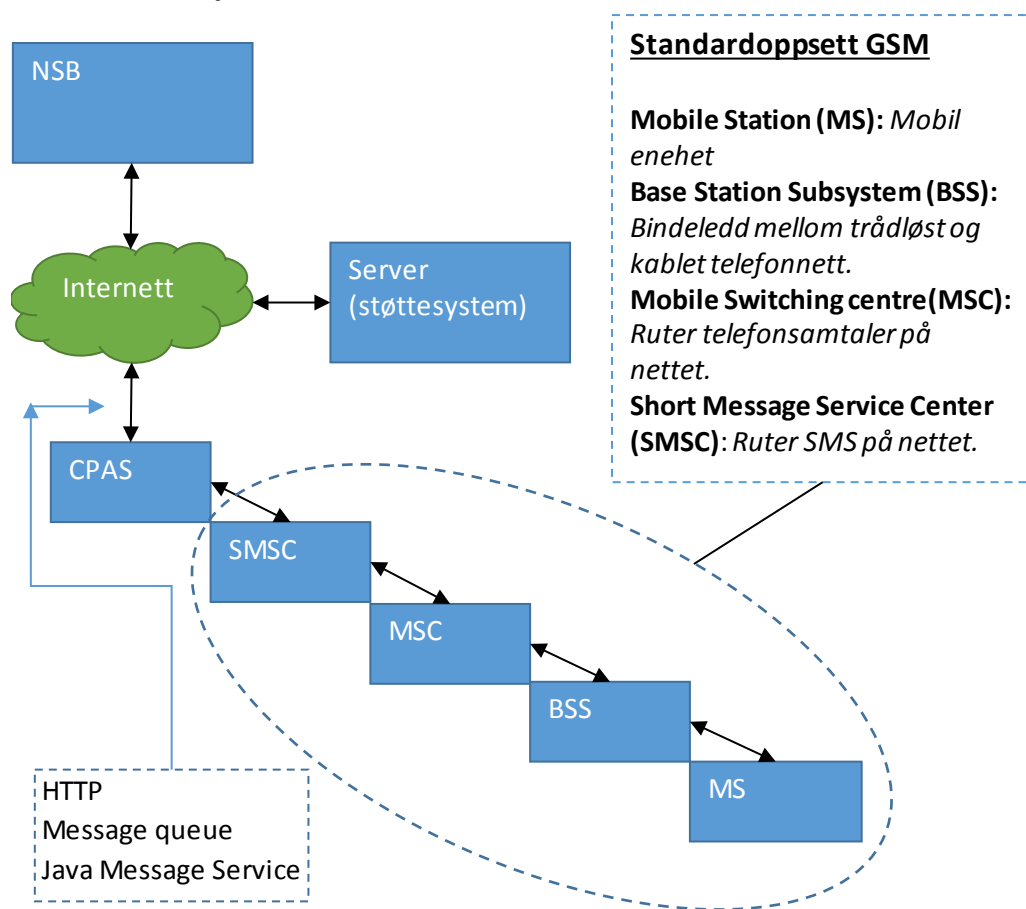
6.5.1 Smarttellefonen som terminal og applikasjonen

Når det kommer til å bruke kommersielle, GSM-smarttelefoner som arbeidsterminal er det en interessant idé. Det åpner for muligheten til at sikkerhetsvaktene kan benytte seg av kommersielle jobbtelefoner som terminal. Med andre ord blir det behov for å ha med seg et mindre antall enheter. Disse smarttelefonene er også billige i innkjøp, i tillegg til at det, per dags dato, ikke finnes noe GSM-R-smarttelefonalternativ.

Det er noen ulemper ved bruk av GSM-smarttelefoner istedenfor spesiallagde GSM-R-telefoner. Sistnevnte er tilpasset bruk på GSM-R-nettet, og er bygd med tanke på feltarbeid. I dette ligger det at telefonene bygges robuste med tanke på slag- og vannskader, samtidig som de, størrelsesmessig, dimensjoneres for bruk med arbeidshansker. Dette kan i noe grad tas hensyn til ved at det ved innkjøp av smarttelefoner kjøpes vanntette modeller, i tillegg til at alle enhetene leveres med støt-deksel. Dimensjoneringsproblematikken kan løses ved at smarttelefonene som arbeidsterminal utstyres med en trykkpenn. Brukergrensesnittet i applikasjonen legger også vekt på store trykkflater og minimalt med manuell inntasting etter at man har logget inn, noe som forenkler bruk av applikasjonen ute i felt.

Generelt når det gjelder en framtidig versjon av applikasjonen, tiltenkt til operativt bruk, mener gruppen at en videreføring av brukergrensesnittet, i sin noenlunde form, er å anbefale, men at kodingen burde gjøres på nytt. Begrunnelsen for dette er at brukergrensesnittet har vært igjennom en utviklingsprosess hvor både en interaksjonsdesigner og en som jobber som sikkerhetsvakt har vært involvert. Koden er derimot velfungerende til den bruk den er tiltenkt til i leveransen. Den er allikevel ikke kodet og testet opp mot alle forutsette og uforutsette feil som kan oppstå, i tillegg til at den ikke har blitt optimalisert med tanke på batteri og ressursbruk. Grunnen til dette er i hovedsak at gruppen begrenset tidsbruken på applikasjonsutviklingen i tråd med det som var hensiktsmessig for leveransen.

6.5.2 Støttesystemet



Figur 41: Støttesystemet i Jernbaneverkets infrastruktur.

Når det gjelder kravene for oppetid, sikkerhet, maskin- og programvare skal støttesystemet være minimum SIL-2. De retningslinjene som må følges for å oppnå SIL-2 står beskrevet i IEC 62279 ed.2.0 (IEC, 2015), som er et dokument som beskriver standarden for utvikling av programvarebaserte systemer for jernbane. Derfor går ikke denne rapporten noe nærmere inn i en diskusjon rundt programmeringsspråk, plattform og tiltak for oppetid. Det er derimot interessant å se på hvordan støttesystemet skal kunne motta og sende informasjon innad i jernbaneverkets infrastruktur.

En løsning kan være at den innhenter informasjon på tilnærmet samme måte som Norges Statsbaner, NSBs, servere gjør i dag. Når meldinger blir sendt i systemet behandles disse av et «Content Provider Acces System» (CPAS), som legger meldingene i en kø slik at NSBs servere kan hente de ned. På samme måte kan støttesystemet kobles til Internett og CPAS-en via enten TCP, HTTP eller Java Message Service(JMS). Forskjellen på disse er blant annet at for de to første må støttesystemet selv hente meldingene fra CPAS-en, mens med JMS sendes

meldingene fortløpende til en kø i støttesystemet. Dette prosjektets system har en løsning lignende JMS, men det kan antageligvis være likeså hendig at støttesystemet selv henter meldinger. Da risikerer man ikke at CPAS sender en melding til et støttesystem som ikke er operativt.

En annen løsning kan være å integrere støttesystemet i en ny CTC-aggregering som «Signal og Tele, Nett Teknologi» -avdelingen i Jernbaneverket ønsker å utvikle. Ulempen med dette ville være at to systemfunksjoner blir liggende på samme maskinvare, noe som ikke nødvendigvis er heldig med tanke på redundans.

Det samme gjelder for database-delen av støttesystemet, som gruppen også anbefaler at skal befinne seg på maskinvare separat fra overvåkningsdelen av støttesystemet.

6.5.3 Sperrefunksjonen

Ved en eventuell bruk av løsningen, skissert i kravspesifikasjonen, oppstår spørsmålet om hvordan man skal utføre den fysiske sperringen. Dette er et tema som blir belyst i den opprinnelige kravspesifikasjonen (Sivertsen, 2014), så i denne delen av rapporten presenteres det ingen nye forslag til implementering av sperrefunksjon, men heller tanker gruppen har gjort seg rundt de ulike forslagene i løpet av prosjektperioden.

I dagens løsning med kontaktmagneter og nøkkelskap benyttes eksisterende forrigling til å utføre en sperring. Dette er også en løsning som kan brukes med støttesystemet og applikasjonen. Dette kan gjøres ved at det programmeres inn en funksjon, tilsvarende det å vri på nøkkelbryteren, i støttesystemet. Dette utføres da når anmodning om sperring har blitt godkjent. Men en slik løsning er som nevnt, i den opprinnelig kravspesifikasjon, forbundet med endringer i forriglingen av sikringsanlegget, noe som ikke alltid er et brukbart alternativ.

Derfor skisseres det også en løsning som baserer seg på å utføre sperringen uten å gjøre endringer i sikringsanlegget. Dette innebærer at hvert arbeidsområde har spesifisert hvilken kombinasjon av sperringer som skal til for å utføre endelig sperring av arbeidsområde. Sivertsen beskriver det som at det utføres som et skript som gjennomføres når et arbeidsområde skal sperres. I praksis kan dette være noe som skjer «under panseret». Hvert arbeidsområde får tildelt sin kombinasjonsliste for sperring, hvorpå støttesystemet henter denne fra en database og sørger for at de nødvendige kommandoer blir sendt når et område beordres sperret. Hvis mange områder har de samme kombinasjonene for sperringer, og en indikasjon på hva disse

sperringene er kan vises i CTC, kan et alternativ være å lage en database over de unike sperrekombinasjonene. Støttesystemet leser så ut i fra indikasjonen fra CTC hvilken kombinasjonsliste den skal hente opp og bruke.

Disse to første løsningene baserer seg på at sperringsfunksjonen settes i sikringsanlegget. Et tredje alternativ skissert av Sivertsen er å integrere sperringen i CTC. Noe som vil innebære en omprogrammering av CTC, både for at CTC skal kunne ta imot ordreforespørsler og statussjekking. Når gruppen diskuterte dette med «Signal og Tele, Nett Teknologi» -avdelingen i Jernbaneverket mente de at det var lite sannsynlig at en omprogrammering av CTC kom til å tillates. Det ble opplyst om at de selv så på en løsning som kunne være aktuell også for gruppens problemstilling. Denne løsningen gikk ut på å utvikle en CTC-aggregering, det vil si en server som mottar informasjon fra dagens tre CTC-er¹⁰ og tilgjengeliggjør de for interaksjon med Jernbaneverkets aktører. Ved samarbeid mellom avdelinger kunne kanskje de nødvendige funksjoner for sperring programmeres inn i denne løsningen.

6.6 Avvik fra kravspesifikasjonen

Som tidligere nevnt er prosjektet basert på en konseptidé, snarere enn en ferdigutviklet systemløsning. Terje Sivertsen hadde skrevet en kravspesifikasjon som skisserte konseptideen og som ble utlevert til gruppen som grunnlag for den tekniske løsningen som inngår i leveransen. Men en likeså viktig del av leveransen var å se på de ulike punktene i kravspesifikasjonen, teste de ut i prosjektets tekniske løsning og se om kravene var realiserbare. I de tilfellene der gruppen mente at dette ikke var tilfelle ble det valgt andre løsninger. Det er disse avvikene fra kravspesifikasjonen, samt de avvikene som oppstod ved at funksjoner bevist ble valgt bort, som diskuteres i dette avsnittet.

6.6.1 Avvik punkt 5.1.3 b)

I kravspesifikasjonens punkt 5.1.3 b, står det at ved innlogging på applikasjonen skal nummer til GSM-R-telefon, som benyttes for muntlig kommunikasjon og backup, oppgis. Dette

¹⁰ECTC = Elektronisk CTC.

RCTC = Relé-CTC.

PLS-CTC = CTC bygd opp av PLS

impliserer at en sikkerhetsvakt til enhver tid kun kan benytte seg av to telefoner som arbeidsterminaler. Skulle uhellet være ute og begge sikkerhetsvaktens arbeidsterminaler slutte å fungere, må vedkommende ringe driftssentralen for at de manuelt skal gi tilgang for ny enhet i støttesystemet. Sikkerheten er allikevel ivaretatt ved at sikkerhetsvakten må logge inn på hver enhet vedkommende ønsker å bruke som arbeidsterminal. Ulempen med dette er at også backup-telefonen må logges inn før bruk som terminal. Men gruppen mener at denne ulempen oppveies av fordelene ved å kunne ta i bruk en tredje eller fjerde enhet i et «worst-case»-scenario. I dette prosjektets tekniske løsning bes det derfor ikke om nummer ved innlogging.

6.6.2 Avvik punkt 5.1.14 h) og 5.1.11

Det er oppgitt en del funksjoner som det er tenkt at kun skal tilgjengeliggjøres når visse betingelser er oppfylt. Eksempel på dette er oppheving av sperring, som ifølge punkt 5.1.14 h), kun skal gjøres tilgjengelig for et arbeidsområde dersom sikkerhetsvakten har hovedansvaret og området er sikret. Denne funksjonen har vi valgt å vise til en hver tid på hovedmenyen, dette fordi det kan oppstå situasjoner hvor applikasjonen krasjer. Da blir forandringer gjort i menyen, basert på utførte handlinger, nullstilt. Funksjonen er allikevel utformet slik at støttesystemet stopper forespørselen om oppheving av sperring om betingelsene for en slik opphevelse ikke er oppfylt.

En annen funksjon som også tilgjengeliggjøres på en annen måte enn hva som er beskrevet i kravspesifikasjonen er «oppstart av arbeid på sperret område». I kravspesifikasjonens punkt 5.1.11 spesifiseres det at når applikasjonen mottar melding om at et arbeidsområde er sperret og frigitt av togleder, skal funksjonen for QR-skanning automatisk dukke opp slik at brukeren skal bekrefte oppstart. I dette prosjektets løsning er det istedenfor gjort slik at ved mottatt melding deaktiveres alle hovedmenyens knapper og sperringsknappen omgjøres til en oppstartsknapp. Brukeren får fortsatt beskjed om at oppstart må skje i løpet av to minutter, hvis ikke reverseres sperringen. Grunnen til at dette er gjort er at gruppen selv har erfart at QR-skanningen har en følsomhet som gjør det mulig å skanne gensere, taklamper og andre gjenstander. I tillegg har det en hensikt med tanke på brukervennlighet. Ved å ha en knapp som det må trykkes på gir det brukeren en større følelse av å være i kontroll over oppstartsprosessen, enn om funksjonen dukker opp av seg selv. Dette er spesielt viktig for brukere som ikke er så vant med smarttelefoner og applikasjoner fra før.

6.6.3 Avvik fra punkt om «Full overtagelse»

Ved funksjonen for full overtagelse av hovedsikkerhetsansvar spesifiseres det at sikkerhetsvakten, ved anmodning, skal motta en liste over hovedsikkerhetsvakter. Videre skal påtroppende sikkerhetsvakt velge avtroppende hovedsikkerhetsvakt fra listen for å forespørre en overtagelse av ansvaret. Det som er spesielt med denne prosessen er at den ikke tar hensyn til kravet om geografisk tilstedeværelse som resten av kravspesifikasjonen bygger på. Det er altså ikke nødvendig å være på en av arbeidsplassene man skal være hovedsikkerhetsvakt for, når man tar over ansvaret. Dette forenkler selvsagt overtagelsesprosessen, spesielt der hvor en sikkerhetsvakt har ansvar for flere områder. Det er ikke praktisk gjennomførbart å måtte gå fra område til område for å ta over alle.

Derfor, som en mellomløsning som både er praktisk gjennomførbar og ivaretar kravet om geografisk tilstedeværelse, mener gruppen det kunne vært løst ved at sikkerhetsvakten ved full overtagelse må skanne et av arbeidsområdene vedkommende skal ta over. Dette ivaretar sikkerheten, samtidig med at det er en realistisk prosedyre å pålegge sikkerhetsvaktene. Et annet aspekt ved det å motta en liste over alle hovedsikkerhetsvakter er brukervennlighet. Det kan til enhver tid være 50-75 aktive hovedsikkerhetsvakter i Norge. En presentasjon av en slik liste med trykkbare navn ville ikke vært spesielt brukervennlig. Måten å gjøre navigasjon i en applikasjon enkel, er ved å lage store trykkeflater. Det vil si at man kan få plass til 10-15 knapper på skjermen om gangen, avhengig av oppløsning. Hvis man i tillegg tar i betraktning at en av de hyppigste brukerproblemene på smarttelefoner er feiltrykk ved navigasjon vil en meny med 50-75 knapper utgjøre en risiko for nedsettelse av brukervennlighet og feilsending av forespørsel om full overtagelse.

Skulle det allikevel være ønskelig med listeløsningen kan det gjøres på den måten at brukeren først snevrer inn listen ved å sende med noen geografiske parameter i forespørselen sin. Her er det også viktig å gi parameter som ikke lager lange lister. Eksempelvis fylker og ikke kommuner.

6.7 Valg av gateway-løsning

Ved starten av prosjektet var et av problemene å kunne finne ut hvordan bindeleddet mellom støttesystem og GSM/GSM-R-nettet skulle foregå. Etter en del søking, kom gruppen frem til at det var to reelle valg av ferdigløsninger som det stod mellom: PlaySMS (Raharja, 2014) og Diafaan SMS Server. PlaySMS var fullstendig nettbasert, men etter å ha testet en demo av programmet, som hadde noen ønskede kvaliteter, ble det besluttet å velge Diafaan framfor PlaySMS. Grunnen til dette var at det ikke ville være mulig å kunne få noen endring eller unntak i eduroam-nettverkets porttillatelser.

6.8 Funkwerks GSM-R-modem

I et møte hos Jernbaneverkets «Signal- og Tele, Nett Teknologi»-avdeling 25. februar ble gruppen gjort oppmerksomme på et GSM-R-prototype-modem, «f.locX», fra det tyske selskapet Funkwerk. Spesielt med dette modemmet var at det var det første av sitt slag som kommuniserte med vertsenheten via Bluetooth 4.0 og er selvforsynt med energi i form av oppladbare batterier. Dette muliggjør bruk av kommersielle smarttelefoner i GSM-R-nettet, noe som var interessant å teste ut i forbindelse med dette prosjektet. Etter å ha tatt kontakt med Funkwerk ble gruppen lovet en prototype av dette modemmet. Dessverre fikk vi den 21. april beskjed om at forsknings- og utviklingsavdelingen deres hadde oppdaget et strålingsproblem med prototypen og ikke kunne sende den ifra seg. Gruppen har derfor ikke fått implementert Funkwerks f.locX i testmiljøet, men det kan allikevel gjøres noen tanker rundt bruken av et slikt modem basert på informasjon fra Funkwerk.

Det viktigste ved daglig bruk er batterilevetid, brukervennlighet og størrelse. I følge databladet(Funkwerk, 2015) er størrelsen på batteriet 2600mAh, noe som burde være tilstrekkelig om modemmet er optimalisert. Tilkobling mellom smarttelefon og modem settes opp via en applikasjon og skal være enkelt om blåtann er aktivert. Her ligger det en begrensning i at Funkwerks applikasjon kun fungerer på Android-plattformen. Utvalget av Android-smarttelefoner er allikevel så stort at det burde være mulig å finne en enhet som dekker ønskede behov.

Potensialet for et eksternt GSM-R-modem for kommersielle smarttelefoner er stort og vil kunne gjøre det enklere å realisere konseptet dette prosjektet baserer seg på.

7 Konklusjon

I løpet av dette prosjektet har det blitt designet, utviklet og testet et fungerende «proof-of-concept» for sikring av arbeid i og ved spor, samt en prototype av en arbeidsterminal som kommuniserer via GSM-R.

Mer konkret vil det si at prosjektet har levert tre tekniske løsninger: et støttesystem, en applikasjon til en Android-smarttelefon og en selvkonstruert arbeidsterminal med en egen applikasjon.

Støttesystemets funksjoner og ytelse er tilpasset for bruk i «proof-of-concept»-løsningen og fungerer godt i denne sammenhengen. Støttesystemet egner seg derimot ikke til skalering og vil ikke være å anbefale til bruk i en reell løsning. Oppsettet med å bruke en SQL-database som støttesystemets hukommelse kan allikevel være en idé å videreføre. Med tanke på redundans er SQL-databaser lett å aksessere fra programmer utviklet i forskjellige språk, lett å sikkerhetskopiere og det er muligheter for manuell redigering.

Applikasjonen til Android-smarttelefonen har et brukergrensesnitt som er nøye gjennomtenkt og evaluert av en sikkerhetsvakt, en interaksjonsdesigner og prosjektets medlemmer. For å opprettholde brukervennlighet er det viktig at alle trykkbare flater lages store, i tillegg til at brukeren ikke får presentert mer informasjon enn nødvendig. Når det kommer til applikasjonens stabilitet er den god nok for leveransen, men ved en senere implementering vil det være nødvendig for Jernbaneverket å legge ressurser i stabilitet- og feiltesting. Et tilbakevendende problem har vært at applikasjonen har stoppet å fungere fordi Androids SMS-applikasjon krasjer.

Applikasjonen til Prototypen er ikke designet for bruk hos en sluttbruker, men er ment som et effektivt verktøy for å få testet maskinvaredelen av Prototypen i totaløsningen. Det eksisterer derfor betydelige forskjeller mellom applikasjonen på Prototypen og den tilsvarende på smarttelefoner. De iøynefallende forskjellene er den grafiske fremvisningen, men også når det gjelder funksjoner og yteevne. Yteevne kan forklares ut i fra forskjellig fysiske komponenter, men differansen mellom funksjonene begrunnes med at oppgavens fokus lå på "proof-of-concept".

Diafaan SMS Server er SMS-gateway-løsningen som brukes i systemet. Det har fungert tilfredsstillende til prosjektets formål, men egner seg ikke i et system utenfor et testmiljø. Behandlingstiden per SMS er sterkt avhengig av om datamaskinen har harddisk eller SSD,

oppimot ett minutt forskjell. Selv om Diafaan på sine hjemmesider påberoper seg støtte til de fleste USB-modem, viste det seg at de kun støtter modem med COM- eller virtuell COM-port. For Prototypen har både maskinvare og programvare vært tilstrekkelig til leveransens formål. Maskinvaren har levert en stabil plattform som kunne skanne QR-koder, videreformidle informasjon til brukeren via en TFT-skjerm og sende SMS via GSM-R. Programvaren leverer et godt nok brukergrensesnitt for testing sammen med støttesystemet og tilfredsstillende muligheter for lesing av QR-koder. Raspberry Pi B+ leverte grei ytelse, men det anbefales å velge Raspberry Pi 2 ved en eventuell gjentakelse av prosjektet. Om et eventuelt senere prosjekt har større tilgang på økonomiske midler kan det lønne seg å gå for Beaglebone Black med Android-OS installert.

Et ønske gruppen hadde for leveransen var at systemet også skulle testes på GSM-R-nettet, uten roaming. Dette var tenkt utført med prototypemodemet, f.lockX, fra det tyske selskapet Funkwerk. Det har ikke blitt gjort da det ble oppdaget et strålingsproblem med prototypemodemet som gjorde at Funkwerk ikke ønsket å sende det fra seg. Per dags dato ser ikke gruppen at det finnes noe trådløst alternativt GSM-R-modem for kommersielle smarttelefoner. Uten å ha fått gjennomført noe testing kan det ikke konkluderes, men i teorien skal kommersielle smarttelefoner kunne brukes som arbeidsterminaler når Funkwerks f.lockX-modem lanseres.

Funksjonaliteten for den tekniske løsningen i dette prosjektet er basert på kravspesifikasjonen. Det er allikevel noen avvik mellom de kravene som er satt og de endelige funksjonene i leveransen. Der hvor gruppen gjennom testing eller tilbakemeldinger oppdaget at det fantes bedre løsninger for implementering av funksjoner har disse blitt valgt. Alle slike forandringer er dokumentert og begrunnet. Alle disse funksjonene har blitt grundig testet på flere enheter. Resultatet var at alt fungerte like godt på GSM- og GSM-R-nettet med roaming. Det var heller ingen kompatibilitetsproblemer for applikasjonen på andre enheter enn smarttelefonen den ble utviklet på.

Oppsummert så konkluderes det med at prosjektet har levert en systemløsning som på godt vis fungerer som et «proof-of-concept» for ny løsning for sikring av arbeid i og ved spor. Rapporten klargjør også i hvilken grad kravene i kravspesifikasjonen, etter gruppens mening, er realiserbare. Prosjektets testing og gjennomgang av kravspesifikasjonen har vist at konseptideen ikke bare er gjennomførbar, men at løsningen er enkel i bruk og kan tilføre merverdi for sikkerhetsvakter i forhold til dagens system. Prosjektets leveranse er et godt grunnlag for videre arbeid med løsningen for Jernbaneverket.

8 Videre arbeid

Denne rapporten leverer en del betraktninger rundt kravspesifikasjonen og kommentarer til kravene i denne. Det kan være hensiktsmessig å vurdere disse og eventuelt revidere kravspesifikasjonen.

Rapporten konkluderer med at konseptet med en applikasjon og et støttesystem for sikring av arbeid i og ved spor er realistisk. Det er allikevel viktig å poengtere at kravspesifikasjonen kun ble testet opp mot prosjektets tekniske løsning, som et «proof-of-concept». Når man har endt opp med en tilfredsstillende utgave av kravspesifikasjonen kunne derfor neste steg være å lage en prototype for test i Jernbaneverkets infrastruktur. For gruppens tanker rundt en slik implementering se rapportens punkt 6.4.

En tredje ting som kunne være interessant å følge opp er «f.locX»-modemet fra Funkwerk AG. Som tidligere nevnt i rapporten var prototypen deres utsatt for strålingsproblemer og ble derfor ikke tilgjengeliggjort for testing. Denne prototypen skulle kunne bruke Bluetooth for å sette opp en forbindelse mellom en smarttelefon og GSM-R-nettet og hadde egen energikilde. En slik enhet eller en tilsvarende kan være et billigere og praktisk substitutt for GSM-R-smarttelefoner og derfor verdt å teste.

Et tema denne rapporten ikke berører er dataintegritet. Det er alltid en sjanse for at en melding skal gå tapt og «delivery report»-er kan brukes til å motvirke dette. Dette innebærer å be GSM-R nettet til å gi en tilbakemelding til senderen når den sendte melding er «dyttet» ned i mottakerens meldingsinnboks. Informasjonen fra denne «delivery report»-en eller mangelen på den kan brukes til å ta en beslutning om å gjenta forsendelsen av meldingen eller ikke.

9 Litteraturliste

- Adams, R. (2014). Specification For Popular 2D Bar Codes. Retrieved 06.05.2015
<http://www.adams1.com/stack.html>
- ASF, T. A. S. F. (2014, 27.08.2015). The Apache DB Project. Retrieved 18.05, 2015,
from <http://db.apache.org/derby/>
- Brown, E. (2013). BeagleBone Black SBC surpasses 100,000 units. Retrieved from
<http://linuxgizmos.com/beaglebone-black-sbc-surpasses-100000-units/>
- Burrell, M. (2004). *Fundamentals of Computer Architecture* (1st. ed.). New York:
Palgrave MacMillan.
- Coley, G. (2013). *BeagleBone Black System Reference Manual*. Datasheet. BeagleBone.
Retrieved from http://www.adafruit.com/datasheets/BBB_SRM.pdf
- Datek. (2014). Mobile tjenester - CPAS. Retrieved 06.05, 2015, from
<http://www.datek.no/articles/cpas>
- Diafaan. (2015). Diafaan SMS Server - full edition. Retrieved 06.05, 2015, from
<http://www.diafaan.com/diafaan-sms-server/full-edition/>
- Funkwerk, F. A. T. C. C. (2015). *Mobile GSM-R Modem f.locx by Funkwerk*. Retrieved
from http://www.funkwerk-mo.hu/docs/f-locX_EN_V10.pdf
- IEC, I. E. C. (2015). IEC 62279:2015 Switzerland: International Electrotechnical
Commission.
- Lomas, N. (2015). Raspberry Pi Sales Pass 5 Million (17.02.2015 ed.). techcrunch.com.
- Microsoft. (2015a). Overview of Remote NDIS (RNDIS).
<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff569967%28v=vs.85%29.aspx>
- Microsoft. (2015b). WMDCDC Abstract Control Model. Available from Microsoft
Retrieved 06.05.2015 [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff540327\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/hardware/ff540327(v=vs.85).aspx)
- Raharja, A. (2014). About: PlaySMS. Retrieved 15.12, 2014, from
<http://playsms.org/about/>
- RS, R. C. (2014). *Raspberry Pi B+ Datasheet*. Datasheet. Retrieved from <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/1310/0900766b813109e6.pdf>

Sivertsen, T. (2014). *Concept of a New Solution for Securing Work Areas*. Paper presented at the Enlarged Halden Programme Group Meeting, Røros, Norge.

Svingheim, N. (2011). Ordforklaringer. from Jernbaneverket
<http://www.jernbaneverket.no/no/Jernbanen/Jernbanedrift---eit-komplisert-samspel/Ordforklaringer/>

Triorail. (2010). *TRM-3 Datasheet*. Triorail GmbH &Co. KG. Retrieved from
http://www.triorail.com/uploads/media/Datasheet_TRM-3_eng_08.pdf

Watts, L. (2011). *The KPPP Handbook Appendix B. The HAYes Modem Command Set*
Retrieved from
<https://docs.kde.org/stable/en/kdenetwork/kppp/appendix-hayes-commands.html>

Winter, P., & International Union of Railways. (2009). *Compendium on ERTMS : European Rail Traffic Management System*. Hamburg: Eurail Press.

Yuichi S. Hayakawa, H. o. T. (2008). Accuracy Assessment of a Post-processing Differential GPS Device: A Case Study in Kaman and Hacıtuğrul, Central Turkey. Retrieved from: http://www.jiaa-kaman.org/pdfs/aas_17/AAS_17_Hayakawa_Y_pp_265_270.pdf

10 Vedlegg

Oversikt over vedlegg:

Vedlegg 1: «Use Case»-diagram for applikasjon

Vedlegg 2: «Use Case»-diagram for støttesystemet

Vedlegg 3: «Use Case»-diagram for Prototypen

Vedlegg 4: Tilbakemeldinger fra støttesystemet

Vedlegg 5: Meldinger fra applikasjon

Vedlegg 6: Flytskjema

Vedlegg 7: Programkode

Vedlegg 8: Instruksjonsmanualer

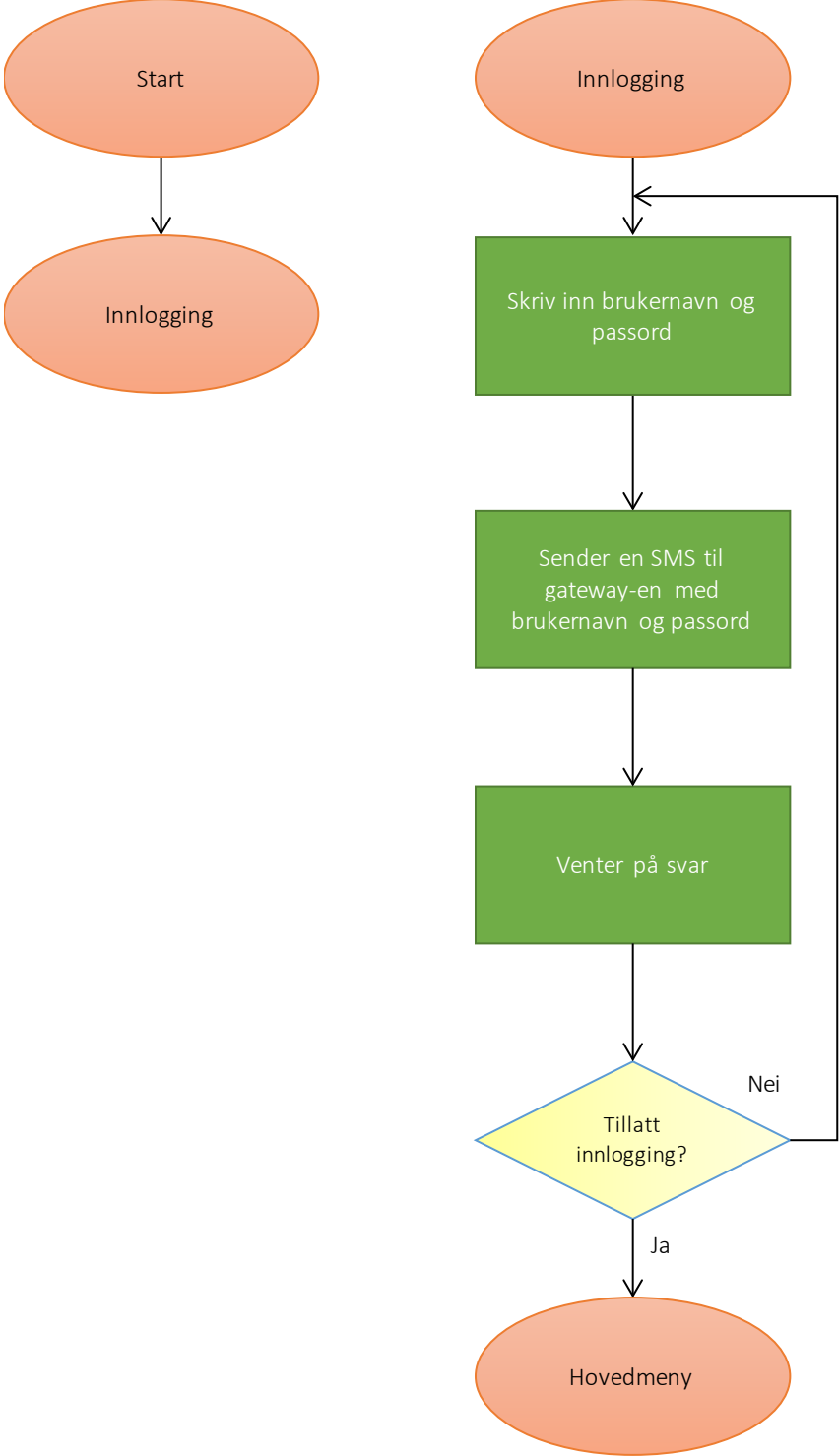
Vedlegg 9: Kravspesifikasjon

Vedlegg 10: Møtereferat

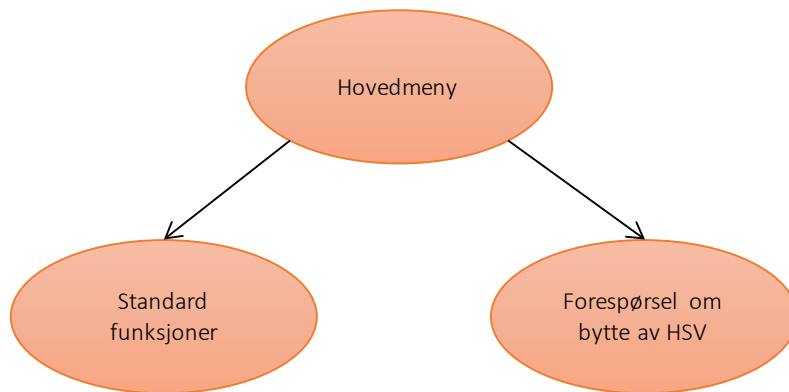
Vedlegg 11: Gant-diagram

10.1 Vedlegg 1: «Use Case»-diagram for smarttelefon- og Prototype-applikasjonen

"Use Case"-diagram: Applikasjonene – Innlogging:



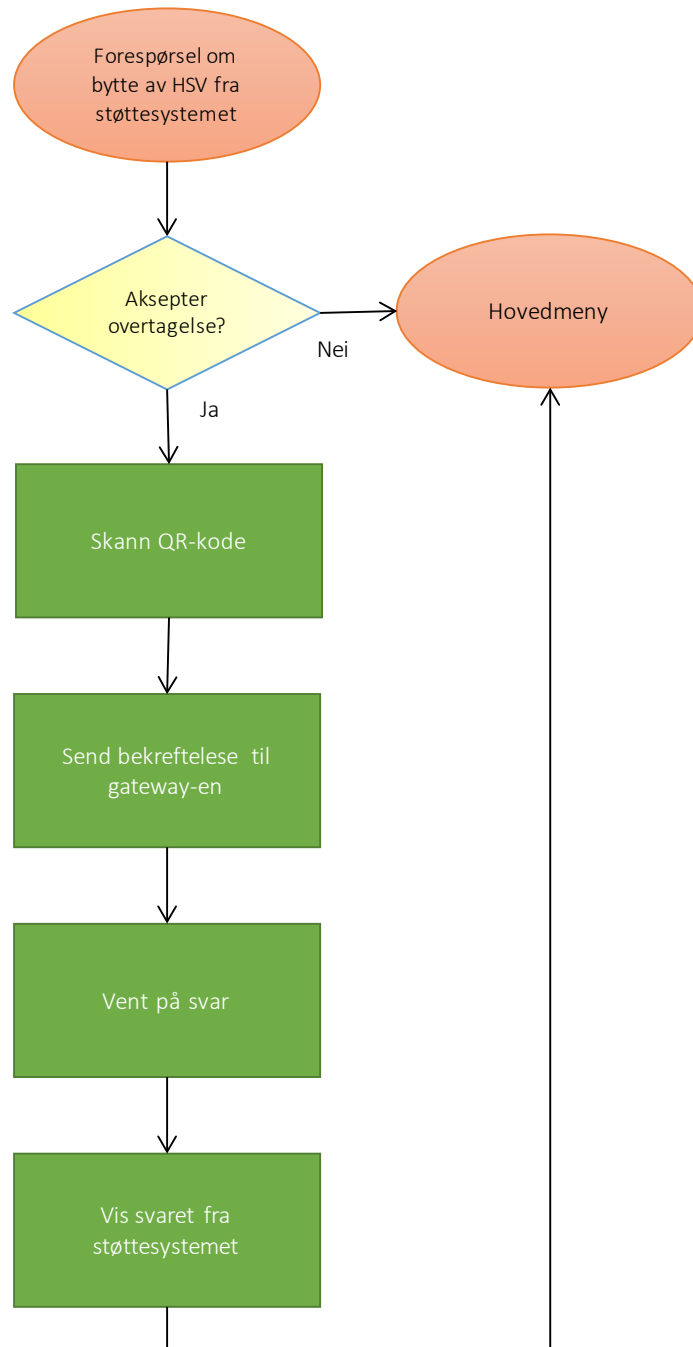
"Use Case"-diagram: Applikasjonene – Hovedmeny:



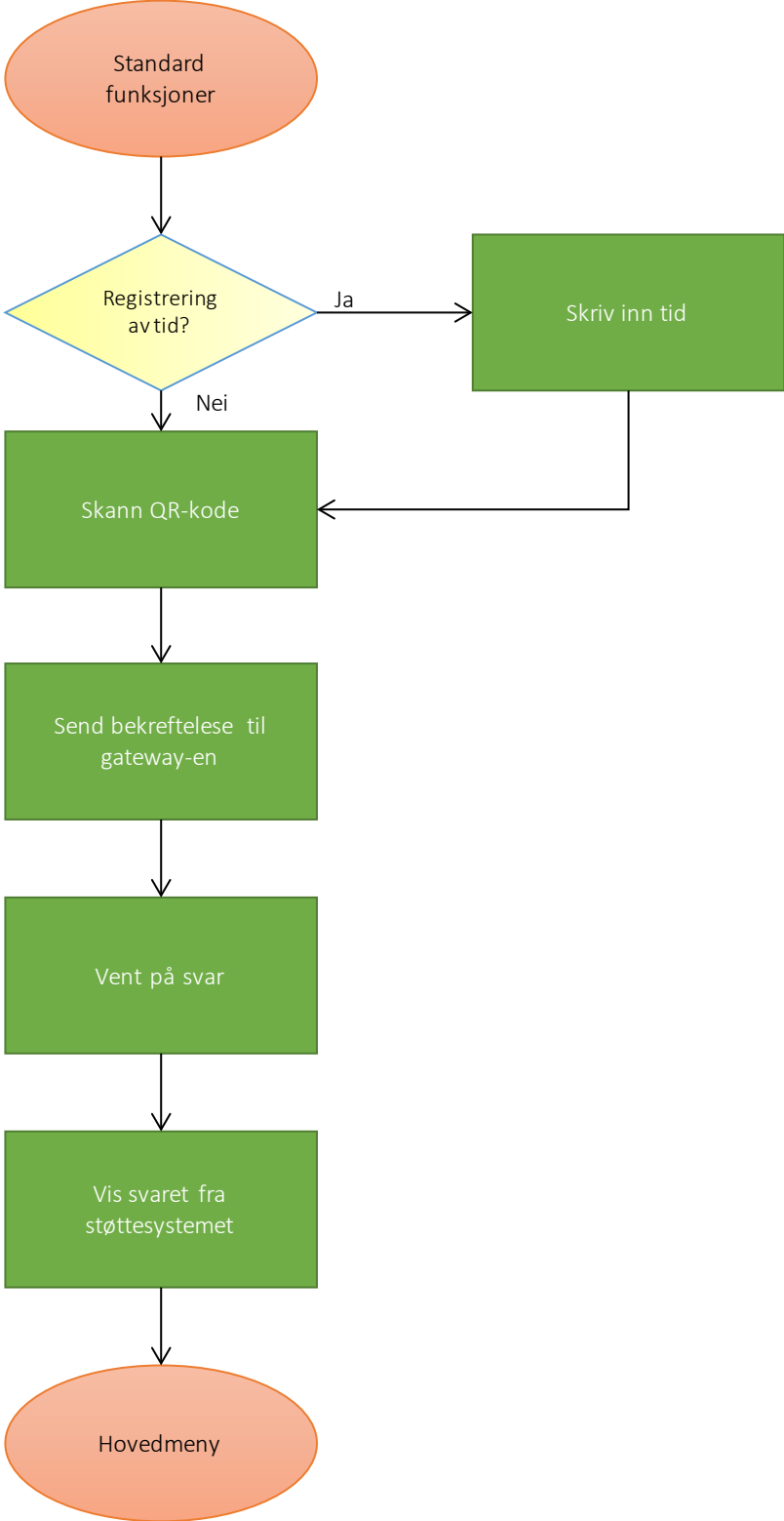
Standard funksjoner er de følgende metodene:

- Innmelding
- Utmelding
- Avlesning av tid
- Registrering av tid
- Status*
- Sperring
- Oppstart
- Opphev og Utlogging

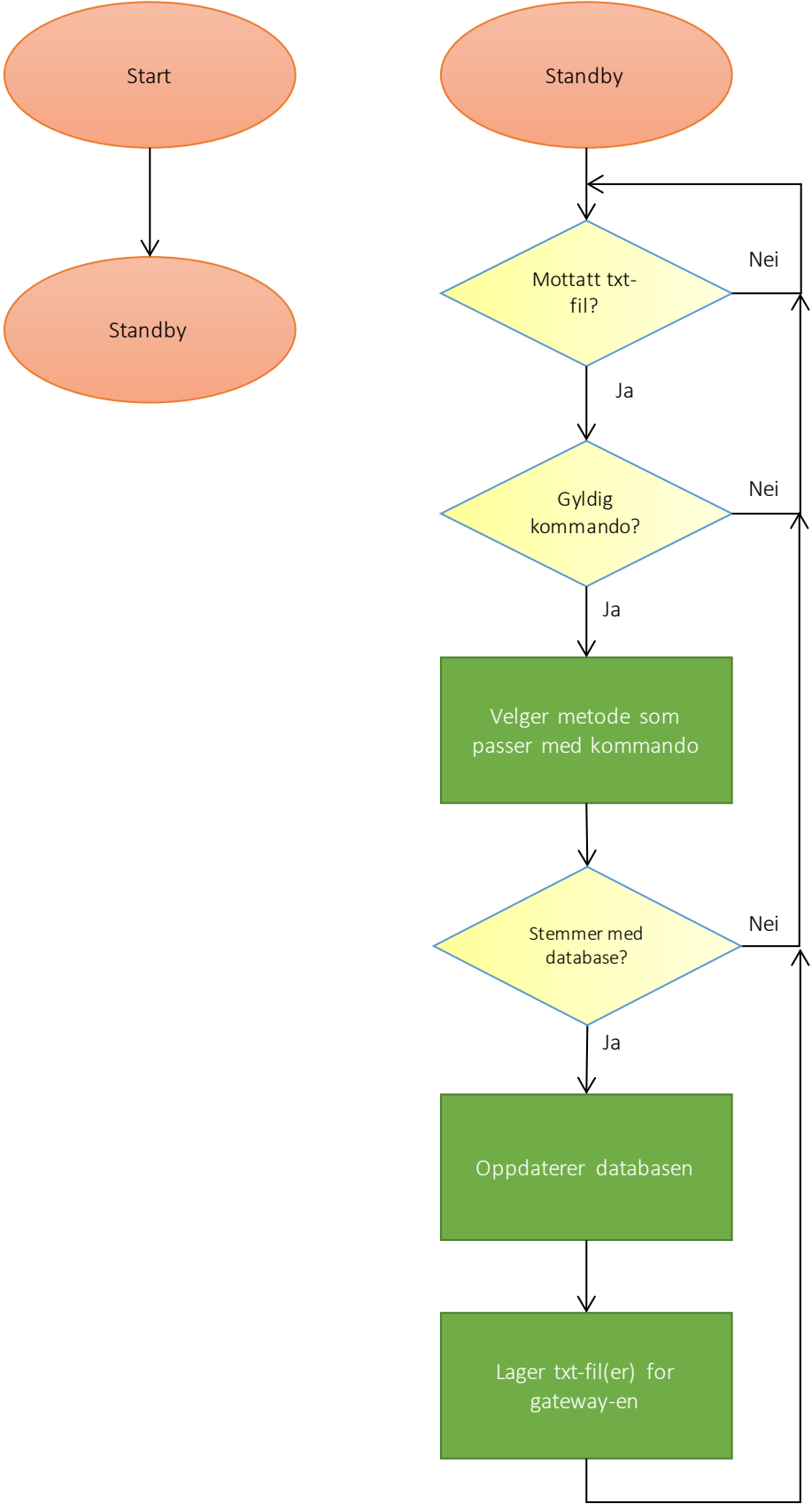
* = Ikke implementert for SBC-enheten



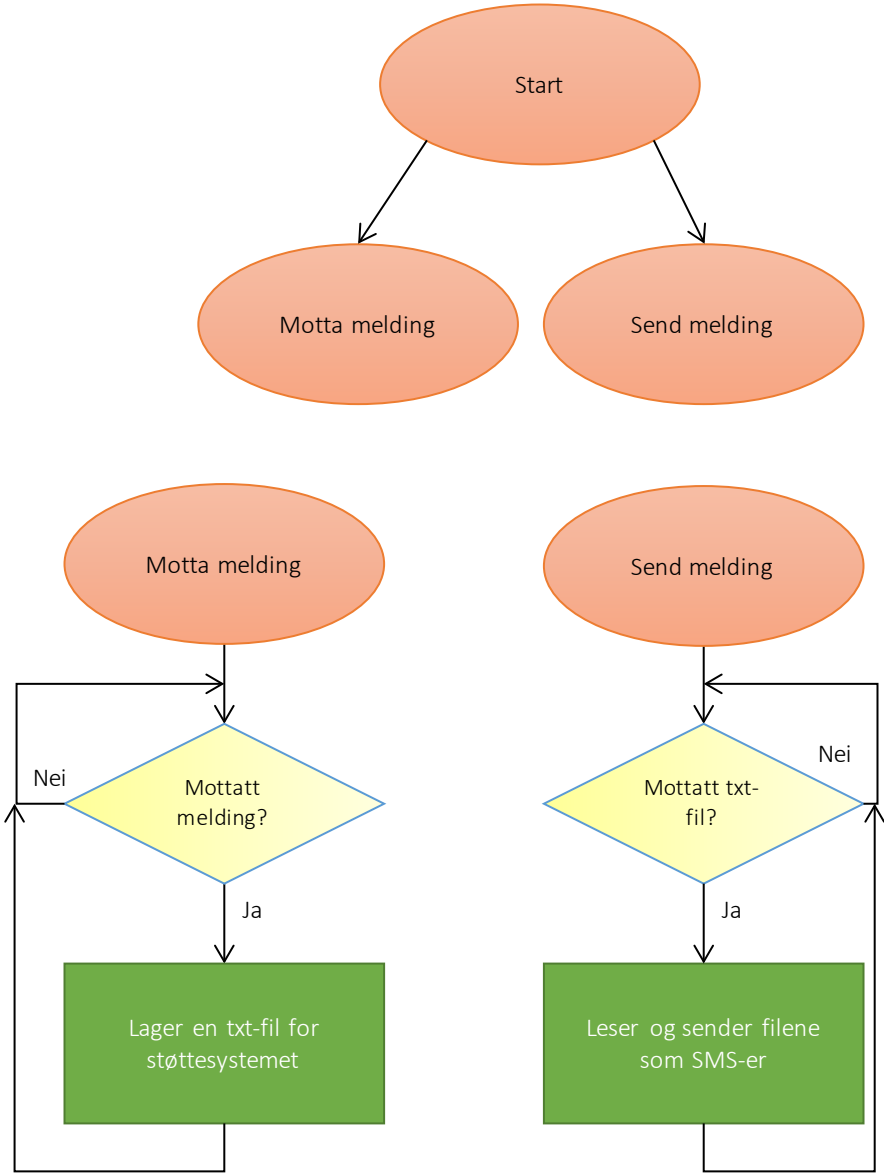
"Use Case"-diagram: Applikasjonene - Ved knappetrykk:



10.2 Vedlegg 2: «Use Case»-diagram for støttesystemet



10.3 Vedlegg 3: «Use Case»-diagram for Gateway



10.4 Vedlegg 4: Tilbakemeldinger fra støttesystemet

Funksjon	Tilbakemelding
Innlogging	
Ved vellykket innlogging	Vellykket innlogging.
Vellykket innlogging med ny enhet.	Vellykket innlogging med ny enhet.
Mislykket innlogging, ikke sertifisert	Denne brukeren er ikke sertifisert for innlogging.
Utlogging	
Vellykket utlogging	Vellykket utlogging.
Brukeren kan ikke logges ut	Brukeren kan ikke logges ut fordi den fortsatt er aktiv på et arbeidsområde.
Innmelding	
Vellykket innmelding	Du er innmeldt som LSV for "ID".
Arbeidsområdet har ingen HSV	Arbeidsområde har ingen HSV.
Sperring	
Vellykket sperring	Sperret, bekreft med oppstart. Du har 2 minutter.
Hvis ikke oppstart blir bekreftet	Sperring er opphevet. Du brukte for lang tid.
Brukeren sperrer samme område på nytt	Arbeidsområdet er allerede sperret av deg og venter på oppstart.
Brukeren har allerede sikret området	Arbeidsområdet er allerede sikret av deg.
En annen har sperret området fra før	Arbeidsområdet er allerede sperret og venter på oppstart.
En annen har sikret området fra før	Arbeidsområde er allerede sikret.
Brukeren er ikke HSV	Sperring kan kun gjøres av HSV
Oppstart	
Hvis området allerede er sperret	Arbeidsområdet er sikret.
Hvis området ikke er sperret	Strekningen kan ikke sikres.
Utmelding	
Vellykket utmelding	Du er nå utmeldt.
Brukeren melder seg ut av feil område	Du er ikke innmeldt på dette området.
Brukeren er HSV	Du kan ikke melde deg ut av arbeidsområdet. Du er HSV.
Opphev	
Vellykket opphevelse	Sperring er opphevet.
LSV er fortsatt innmeldt på området	Kan ikke oppheves. Du er ikke HSV.
Brukeren er ikke HSV	Du kan ikke oppheve. Du er ikke HSV.
Prøver å oppheve 'klart' område	Det er ingen sikring å oppheve.
Overtagelse av hovedsikkerhetsansvar	

Forespørsel om overtagelse	
Arbeidsområdet er ikke sikret	Arbeidsområdet er ikke sikret.
Brukeren er ikke HSV	Du er ikke HSV.
Respons på forespørsel	
Vellykket overtagelse	Vellykket overtagelse
Mislykket overtagelse	Overtagelse er stoppet.
Status	
Status for et område	ID: "Arbeidsområde", Status: "status" i tillegg kommer eventuelt HSV og LSV
Registrering av tid	
Vellykket registrering av tid	Du har registrert "hh:min" gjenstående arbeidstid.
Avlesning av tid	
Vellykket avlesning av tid	Gjenstående tid: "hh:min".
Mislykket avlesning av tid	Ingen tid er registrert

10.5 Vedlegg 5: Meldinger fra applikasjon

Handling	Melding
Innlogging	Innlogging&brukernavn_passord&
Sperringsprosessen	
<i>-Sperring</i>	sperring&brukernavn_arbeidsområde&
<i>-Oppstart</i>	oppstart&brukernavn_arbeidsområde&
Status	status&arbeidsområde&
Registrering av tid	tid&arbeidsområde_hh:min&
Avlesning tid	avles&arbeidsområde&
Innmelding LSV(justeres kanskje)	innmelding&brukernavn_lsv_arbeidsområde&
Utmelding LSV	utmelding&brukernavn_arbeidsområde&
Opphev sperring	opphev&brukernavn_arbeidsområde&
Bytte av HSV	
<i>-Forespørsel om bytte</i>	hsv&brukernavn_arbeidsområde&
<i>-Positiv respons</i>	respons&ja_arbeidsområde_brukernavn&
<i>-Negativ respons</i>	respons&nei_brukernavn&
Status	status&arbeidsområde&
Utlogging	utlogging&brukernavn&

10.6 Vedlegg 6: Flytskjema

Flytskjema	Filsti
Applikasjon	Vedlegg_ET1509\Flytskjema\flytskjema_applikasjon.pdf
Gateway	Vedlegg_ET1509\Flytskjema\flytskjema_gateway.pdf
Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Flytskjema\flytskjema_støttesystem.pdf
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Flytskjema\flytskjema_Prototypen.pdf

10.7 Vedlegg 7: Programkode

Programkode	Filsti
Applikasjon	Vedlegg_ET1509\Programkode\Applikasjonen\prosjekt.java
Applikasjon	Vedlegg_ET1509\Programkode\Applikasjonen\innlogging.java
Applikasjon	Vedlegg_ET1509\Programkode\Applikasjonen\activity_prosjekt.xml
Applikasjon	Vedlegg_ET1509\Programkode\Applikasjonen\innlogging.xml
Applikasjon	Vedlegg_ET1509\Programkode\Applikasjonen\app-debug.apk
Gateway	Vedlegg_ET1509\Programkode\Gateway\rensket_kode_v1.txt
Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Programkode\Støttesystem\stottesystem.zip
Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Programkode\Støttesystem\Main.java
Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Programkode\Støttesystem\init.java
Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Programkode\Støttesystem\Tid.java
Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Programkode\Støttesystem\GUI.java
Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Programkode\Støttesystem\Func.java
Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Programkode\Støttesystem\Stottesystem.java
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\fast_main.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\startup.sh
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\devilspie\devilspieThread.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses\avles_av_tid.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses\Bytte_hsv.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses\Innmeld.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses\LoggIn.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses>MainMenu.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses\Opphev.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses\oppstart.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses\Sikring.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\GUIClasses\Utmeld.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\qrscan\zbar_python.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\qrscan\zbarcam-scan-close.sh
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\qrscan\scan-results.txt
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\SMS_Classes\SMS_AT_Commands.py
Prototypen	Vedlegg_ET1509\Programkode\Prototypen\SMS_Classes\SMS_central.py

10.8 Vedlegg 8: Instruksjonsmanualer

Instruksjonsmanual	Filsti
Oppsett Hardware	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\oppsett_hardware.pdf
Oppsett Gateway	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\oppsett_software\ oppsett_gateway.pdf
Oppsett Støttesystem	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\oppsett_software\ oppsett_stottesystem.pdf
Oppsett Prototypen	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\oppsett_software\ oppsett_Prototypen.pdf
Montering Prototypen	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\montering_Prototypen.pdf
Hvordan bruke applikasjonen	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\brukermanual_applikasjon.pdf
Hvordan bruke Prototypen	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\brukermanual_Prototypen.pdf
Hvordan bruke Støttesystemet	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\brukermanual_stottesystem.pdf
Hvordan bruke Gateway-en	Vedlegg_ET1509\Instruksjonsmanualer\brukermanual_gateway.pdf

10.9 Vedlegg 9: Kravspesifikasjon

Navn	Filsti
Kravspesifikasjon for prototype på løsning for arbeid i og ved spor	Vedlegg_ET1509\kravspesifikasjon_1509.pdf

10.10 Vedlegg 10: Møtereferat

JBV = Jernbaneloverket | HiOA = Høgskolen i Oslo og Akershus |

Dato/ sted	Filsti
08.01 - JBV	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\08_01_JBV.pdf
04.02 - HiOA	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\04_02.pdf
19.02 - JBV	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\19_02_JBV.pdf
25.02 - HiOA	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\25_02.pdf
25.02 - JBV Signal & Tele	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\25_02_JBV_Signal&Tele.pdf
18.03 - HiOA	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\18_03.pdf
26.03 - JBV	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\26_03_JBV.pdf
15.04 - HiOA	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\15_04.pdf
18.05 - HiOA	Vedlegg_ET1509\Møtereferat\18_05.pdf

10.11 Vedlegg 11: Gant-diagram

Navn	Filsti
Gant-diagram gruppe 1509	Vedlegg_ET1509\Gant_1509.pdf