

Siv Margrete Austrud

Sanntidsstyrte intermodale terminaler ved hjelp av RFID

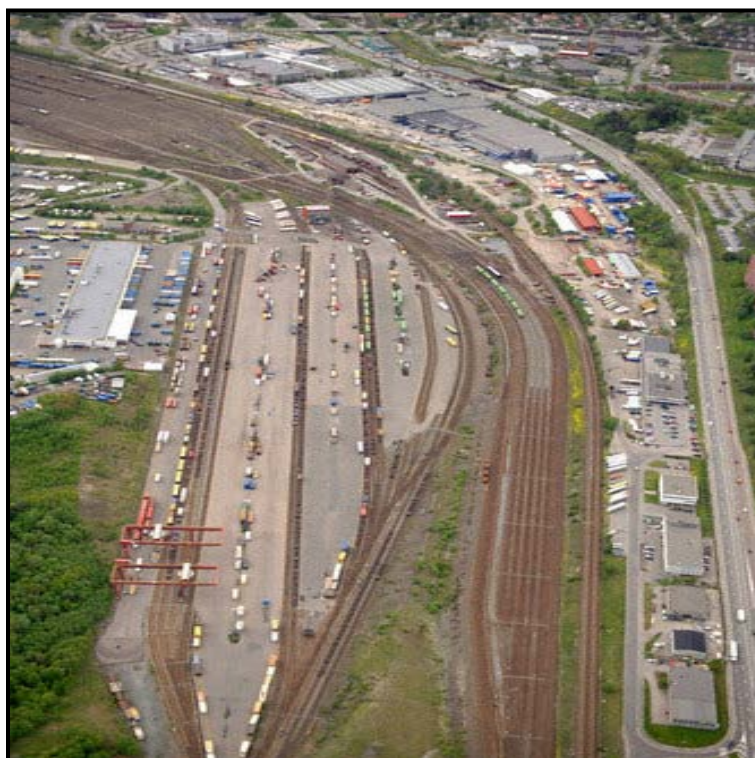
Trondheim, 14.06.2010

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for Ingeniørvitenskap og teknologi

Institutt for Produksjon og Kvalitetsteknikk



MASTEROPPGAVE
Våren 2010
stud. techn. Siv Margrete Austrud

**MULIGHETER FOR SANNTIDSSTYRTE TERMINALER VED BRUK AV
RFID (radio frekvens identifikasjon) – EN CASESTUDIE AV EN
GODSTERMINAL**

**(Possibilities for real time controlled terminals by use of RFID – A case study of
an intermodal terminal)**

Nasjonal Transportplan 2010-2019 slår fast at det er av nasjonal interesse å legge til rette for effektiv terminaldrift på Alnabruterminalen. Som terminaloperatører er CargoNet AS interessert i å strømlinjeforme informasjonsflyten og godshåndtering, heve servicekvalitet og redusere de totale kostnadene. Masteroppgaven skal spesifikt utforske mulighetene for bruk av RFID-teknologi (radio frekvens identifikasjon) på terminal, og hvordan sanntidsinformasjon kan utnyttes til å skape mer effektiv logistikk og informasjonsflyt for aktørene involvert i terminalen.

Utvikling av løsninger og systemer for bruk RFID-teknologi er et område i rask utvikling, og et stadig økende antall logistikkbedrifter tar i bruk RFID-teknologi i sine prosesser for å skape økt konkurransekraft. I teorien kan man tenke seg at man hele tiden vet hva man har hvor på terminal og hva som er på vei til/fra terminal. Dette åpner muligheter for sanntidsstyrte intermodale terminaler.

Opgaven løses i tett samarbeid med SINTEF og prosjektet Profit (www.sintef.no/profit). Profit skal utvikle effektive intermodale terminaler ved å bygge handlingsdyktige samarbeidsnettverk mellom havner, transportoperatører for vei og bane, terminaleiere/operatører og samlastere. Det er et klassisk dilemma at terminalfunksjoner kun utgjør en del av de involverte partners forretningsdrift (med unntak av terminaleiere/operatører) samtidig som konkurransekraften til alle i logistikknettverket er direkte avhengig av samspillet på terminal.

Masteroppgaven vil nytte Alnabruterminalen som casestudie. Alnabruterminalen kalles «godstransportens Oslo S» og «navet i gods-Norge». Store deler av godset som kommer til Norge blir lastet om på Alnabru i Groruddalen. I nærheten av Alnabruterminalen har de store samlasterne Schenker, DHL, Tollpost Globe og Posten/Bring anlagt sine terminaler.

Studenten skal i prosjektoppgaven besvare følgende spørsmål:

1. Gi en oversikt over relevant teori og best-practice case på området sanntidsstyrte terminaler.

2. Beskriv ulike scenarier for hvordan RFID-teknologi kan endre logistikk, styringen og informasjonsutvekslingen på Alnabruterminalen. Dette innbefatter å utvikle alternative løsninger og bruksområder, og analysere seg frem til en anbefalt løsning for Alnabru.
3. Utvikle og diskutere en generisk modell for fremtidens sanntidsstyrte terminaler basert på teori, best practice og casestudiet av Alnabru.

Basert på resultatene fra diplomoppgaven skal det også lages og holdes en presentasjon for prosjektet/bedriftene. Denne oppgaven vil ikke bli bedømt, men er like fullt en del av oppgavebeskrivelsen.

Oppgaveløsningen skal basere seg på eventuelle standarder og praktiske retningslinjer som foreligger og anbefales. Dette skal skje i nært samarbeid med veiledere og fagansvarlig. For øvrig skal det være et aktivt samspill med veiledere.

Innen tre uker etter at oppgaveteksten er utlevert, skal det leveres en forstudierapport som skal inneholde følgende:

- En analyse av oppgavens problemstillinger.
- En beskrivelse av de arbeidsoppgaver som skal gjennomføres for løsning av oppgaven. Denne beskrivelsen skal munne ut i en klar definisjon av arbeidsoppgavenes innhold og omfang.
- En tidsplan for fremdriften av prosjektet. Planen skal utformes som et Gantt-skjema med angivelse av de enkelte arbeidsoppgavenes terminer, samt med angivelse av milepæler i arbeidet.

Forstudierapporten er en del av oppgavebesvarelsen og skal innarbeides i denne. Det samme skal senere fremdrifts- og avviksrapporter. Ved bedømmelsen av arbeidet legges det vekt på at gjennomføringen er godt dokumentert.

Besvarelsen redigeres mest mulig som en forskningsrapport med et sammendrag både på norsk og engelsk, konklusjon, litteraturliste, innholdsfortegnelse etc. Ved utarbeidelsen av teksten skal kandidaten legge vekt på å gjøre teksten oversiktlig og velskrevet. Med henblikk på lesning av besvarelsen er det viktig at de nødvendige henvisninger for korresponderende steder i tekst, tabeller og figurer anføres på begge steder. Ved bedømmelsen legges det stor vekt på at resultatene er grundig bearbeidet, at de oppstilles tabellarisk og/eller grafisk på en oversiktlig måte og diskuteres utførlig.

Materiell som er utviklet i forbindelse med oppgaven, så som programvare eller fysisk utstyr er en del av besvarelsen. Dokumentasjon for korrekt bruk av dette skal så langt som mulig også vedlegges besvarelsen.

Kandidaten skal rette seg etter arbeidsreglementet ved bedriften samt etter eventuelle andre pålegg fra bedriftsledelsen. Det tillates ikke at kandidaten griper inn i betjeningen av produksjonsmaskineriet, idet alle ordrer skal formidles på vanlig måte gjennom fabrikkens bedriftsledelse.

Eventuelle reiseutgifter, kopierings- og telefonutgifter må bære av studenten selv med mindre andre avtaler foreligger.

Hvis kandidaten under arbeidet med oppgaven støter på vanskeligheter, som ikke var forutsett ved oppgavens utforming og som eventuelt vil kunne kreve endringer i eller utelatelse av enkelte spørsmål fra oppgaven, skal dette straks tas opp med instituttet.

Besvarelsen skal innleveres i 1 elektronisk eksemplar (CD) og 2 eksemplar (innbundet).


Innleveringsfrist: 14. juni 2010.

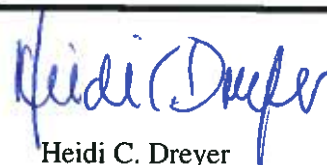
Ansvarlig faglærer/veileder ved NTNU: Professor Heidi C. Dreyer
Telefon: 73 55 05 13
Mobiltelefon: 982 91 146
E-post: heidi.c.dreyer@ntnu.no

Veileder ved SINTEF Teknologi og samfunn, Øivind Stokland
Teknologiledelse: Telefon: 73 59 63 84
Mobiltelefon: 930 35 458
E-post: Oivind.Stokland@sintef.no

Kontaktperson ved CargoNet: Terminalsjef Morten Knudsen
Mobiltelefon: 909 63 934
E-post: Morten.Knudsen@cargonet.no

**INSTITUTT FOR PRODUKSJONS-
OG KVALITETSTEKNIKK**


Per Schjølberg
førsteamanuensis/instituttleder


Heidi C. Dreyer
faglærer

Forord

Oppgaven er besvarelse på masteroppgaven ”Muligheter for sanntidsstyrte terminaler ved bruk av RFID” og er utført ved Institutt for Produksjon og Kvalitetsteknikk ved Norges Teknisk - Naturvitenskapelige Universitet, NTNU, våren 2010. Oppgaven markerer ikke bare slutten av over 5 måneders arbeid med å forstå hvordan RFID og sanntidsstyring kan benyttes for å styre en terminal, men også slutten av min tid som student ved NTNU.

Oppgaven inneholder klargjøring av mål, besvarelse på gitte problemstillinger, en rapportering midtveis i semesteret og en forstudierapport. Kontinuerlige møter med veiledere har dannet grunnlaget for utviklingen i oppgaven.

Jeg vil gjerne takk mine veiledere på NTNU og SINTEF, Heidi Dreyer og Øivind Stokland, for all hjelp og støtte gjennom arbeidet med oppgaven. Deres hjelp, med alt fra utforming til layout for oppgaven, har vært uunnværlig. Jeg vil også takke min kontaktperson hos CargoNet, Morten Knudsen, for hjelp og støtte i mitt forsøk på å kartlegge den daglige driften på Alnabru. Både Morten Knudsen og IT ansvarlig hos CargoNet, Morten Engh, gjorde en flott jobb med å vise meg hvordan gate in/gate out fungerte ved mitt besøk på terminalen. En takk også til Atle Prange hos Businesscape, Geir Vevle i HRAFN og Bård Myhre i SINTEF for veiledning innenfor et vanskelig og kompleks tema, RFID.

Til slutt vil jeg også takke vennene mine som har holdt ut med meg og gitt meg den støtte jeg trengte for å fullføre arbeidet. Spesielt ønsker jeg å rette en stor takk til mine største kritikere og støttespillere som alltid stiller opp med råd og oppmuntring når det trengs. Tusen takk til mamma og pappa for god hjelp og støtte.

Stud. Techn Siv Margrete Austrud

Sammendrag

Bakgrunnen for oppgaven er at den norske regjeringen, med Nasjonal transportplan 2010-2019, har uttrykt ønske om å overføre mer godstransport fra vei til bane. Undersøkelser viser at dette vil gi både miljø- og samfunnsmessige gevinster i tillegg til å øke trafikksikkerheten på veiene.

Målet med oppgaven er å identifisere og analysere muligheter for sanntidsstyring ved hjelp av Radio Frequency Identification (RFID) i gate in/gate out på Alnabruterminalen og å vurdere hvilken effekt dette kan gi på terminalen. Alnabruterminalen er lokalisert i Grorud dalen i Oslo og er det viktigste knutepunktet for godstransport på bane i Norge. For å muliggjøre overføring av godstransport fra vei til bane, er det viktig at terminalen effektiviseres slik at kapasiteten økes og kan møte den forventede veksten i etterspørsel.

Transportsystemer og logistikk er en integrert del av hverdagen til folk flest, bedrifter og samfunnet som en helhet. For bedrifter er en betydelig del av produktkostnaden knyttet til transport. I tillegg er det knyttet en rekke samfunnspolitiske utfordringer til sektoren. Terminalen er knutepunktet i et hvert transportsystem og styres tradisjonelt basert på planer med lite sanntidsinformasjon og ingen grad av sanntidsstyring. Dette gjelder også Alnabruterminalen. Terminalen styres basert på manuell datafangst. Dette bidrar til mangelfull oversikt og sikkerhet. Resultatet er feil og mangler i datasystemene som fører til mangelfull kapasitets- og ressursutnyttelse.

Sanntidsstyring er styring basert på informasjon i sanntid kombinert med systemer som kan sortere og prosessere informasjonen innenfor gitte tidsbegrensinger. RFID er et datafangstverktøy som fanger sanntidsdata og gjøre disse tilgjengelig for styringssystemer og beslutningstakere. På Alnabruterminalen er det evaluert ulike RFID implementeringer. Basert på samtaler med fagfolk, teori og "best practice" på området, er en løsning anbefalt. Passive Electronic Product Code (EPC) brikker, permanent montert på alle biler og containere som gies tilgang til terminalen, er anbefalt som den beste løsningen for CargoNet. Passive brikker vil være mindre kostnadskrevende og tilby bedre standardisering enn aktive brikker. Løsningen vil sikre automatisk fangst av nødvendig styringsdata i gate in/gate out på Alnabruterminalen.

Basert på informasjonen fra RFID systemet i gate in/gate out kan CargoNet velge ulike løsninger for å øke graden av sanntidsstyring. Tre løsninger er utviklet:

1. Sanntidskapasitetsovervåking – Økt ressursutnyttelse og inntjening
2. Sanntidsordrekontroll og planlegging av togoppsett – forbedret fakturaprosess mot kunde, vektfordeling på tog og eliminering av tidskrevende planlegging
3. Prioriteringsmulighet av biler/gods i gate in ved kø – effektivisering av gate in

De tre løsningene er valgt og utarbeidet på grunnlag av tilgjengelig sanntidsinformasjon, identifiserte svakheter og trusler og samtaler med fagpersoner innenfor RFID. Løsningene vil påvirke terminalen på ulike måter og effekter og gevinster av forslagene kan være, økt kapasitet, forbedret sikkerhet, automatisering og effektivisering av gate in/gate out samt forbedret kapasitets- og ressursutnyttelse. Løsningene utelukker ikke hverandre og kan kombineres for å oppnå større grad av sanntidsstyring. Et styringsverktøy/-plattform som kombinerer alternativ 1 og 2 er anbefalt. Dette vil kunne effektivisere inn og utkjøring, øke kapasitet og ressursutnyttelsen, redusere behovet for togplanlegging i tillegg til forbedret sikkerhet og fakturaprosess basert på vekt av containere.

Det neste steget for Alnabru vil være å bearbeide og teste løsningene. Testingen kan gjøres ved å gjennomføre en pilottest med kun en samlaster, samtidig som de har en åpen dialog med ulike potensielle leverandører om en fullskala implementering av RFID og løsninger som vil gi økt grad av sanntidsstyring i gate in/gate out.

Resultatene fra casestudiet av Alnabruterminalen er videreutviklet til en generisk modell for framtidens intermodale terminal basert på RFID og sanntidsstyring. Her er RFID fullt ut implementert. Alt av utstyr og personell på terminalområdet og alt/alle som ønsker tilgang til terminalen er RFID merket med en EPC id. Data i sanntid fra hele terminalen kan da brukes for å oppnå helhetlig styring av terminalområdet, ressurser og personell basert på faktisk kapasitet og etterspørsel. Gevinster fra et slikt terminaldekkende styringsverktøy er vanskelig å kvantifisere, men forventes å gi betydelige resultater innen effektivitet, produktivitet, sikkerhet, energi- og miljøbesparelser.

Oppgaven konkluderer med at flere ulike løsninger kan gi økt grad av sanntidsstyring, ved hjelp av RFID, i gate in/gate out på Alnabruterminalen. Styringsverktøyet som er skissert i oppgaven vil kunne gi mange positive effekter for både CargoNet og logistikknettverket knyttet til terminalen. Det vil også bidra til økt mulighet for å overføre gods fra vei til bane.

Abstract

This paper evaluates how real-time control, facilitated by Radio Frequency Identification (RFID), can be used in gate in/gate out at Alnabru intermodal terminal in Oslo, Norway. Effects of such a system are also evaluated. Different implementations of RFID are evaluated and a solution based on passive RFID tags encoded with an Electronic Product Code (EPC) id is recommended.

The RFID system will give the terminal operator, CargoNet, access to real time information such as who, what, where and when costumers gain access and leaves the terminal. Through the EPC network CargoNet can acquire additional information such as customer and shipment data. Based on this information a real time control tool or platform is recommended where CargoNet can monitor and control the capacity, train scheduling, and actual weight of containers. The effects of such a system are difficult to measure, but increased capacity, efficiency and effectiveness can be expected.

The paper states, in conclusion, that there are many different possibilities for real-time control and RFID in gate in/gate out at the Alnabru terminal. The real-time control tool outlined in this paper can result in positive effects for CargoNet and be a contributory factor to increase the freight volume transported by railroad.

Innhold

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Problemstilling.....	2
1.3	Mål.....	3
1.4	Avgrensning.....	4
1.5	Struktur.....	4
2	Metode.....	6
2.1	Overordnet metode for oppgaven	6
2.2	Casestudie – den overordnede forskningsmetoden	7
2.3	Valg av forskningsdesign	7
2.4	Datainnsamling.....	8
2.4.1	Primærdata – Samtaler og observasjoner.....	8
2.4.2	Sekundærdata – Litteraturstudiet.....	8
2.5	Analyseverktøy	9
2.6	Vurdering av metoden.....	9
3	Teoretisk grunnlag.....	10
3.1	Transportsystemer	10
3.1.1	Den intermodale godsterminalen	11
3.1.2	Terminalfunksjoner	12
3.1.3	Terminalen – en del av et større nettverk.....	13
3.2	Styringsprinsipper.....	13
3.2.1	Terminalstyring.....	15
3.2.2	Sanntidsstyring	15
3.3	Datafangstteknologi og standarder.....	16
3.3.1	Teknologien bak RFID	16
3.3.2	Brikke	18
3.3.3	Leser	19
3.3.4	RFID kontrolløren	19
3.3.5	Individuell merking med Electronic Product Code (EPC).....	20
3.3.6	The internet of things.....	21
3.3.7	Fordeler ved RFID	21
3.3.8	Utfordringer knyttet til RFID.....	22
3.3.9	RFID i transportbransjen.....	23

3.4	Terminalstyring og datafangst.....	23
4	Case eksempler.....	25
4.1	Case 1: Canadian National Railway (CN)	26
4.1.1	Viktige elementer fra case 1.....	26
4.2	Case 2: P&O Ports of Louisiana og CERES Gulf Inc	27
4.2.1	Viktige element fra case 2	28
4.3	Case 3: Asia Airfreight Terminal Co LTD (AAT)	28
4.3.1	Viktige element fra case 3	29
4.4	Case 4: Georgia Ports Authority (GPA).....	29
4.4.1	Viktige element fra case 4	29
4.5	Hva er relevant for Alnabruterminalen	30
5	Kartlegging av Alnabruterminalen.....	31
5.1	Alnabruterminalen – en del av et større nettverk	32
5.2	Alnabruterminalen	32
5.2.1	Gate in/gate out – Layout og prosedyrer	33
5.2.2	Datafangst på terminalen.....	36
5.2.3	Krav til nytt system	38
5.3	Godsflyt i gate in/gate out, styring og datafangst.....	38
6	RFID på Alnabruterminalen	39
6.1	SWOT analyse.....	39
6.1.1	Styrker	40
6.1.2	Svakheter.....	40
6.1.3	Muligheter	40
6.1.4	Trusler.....	41
6.1.5	Resultat av SWOT – grunnlag for videre analyse	41
6.2	Hvorfor RFID? – gevinster og utfordringer for Alnabruterminalen.....	42
6.2.1	Et strategisk valg.....	42
6.2.2	Gevinster for Alnabruterminalen ved RFID implementering i gate in/gate out.....	42
6.2.3	Utfordringer for Alnabruterminalen ved RFID implementering i gate in/gate out.....	46
6.3	Gate in/gate out med RFID.....	46
6.3.1	Permanent vs. midlertidig merking.....	47
6.3.2	Passiv vs. aktiv	50
6.4	RFID i gate in/gate out på Alnabruterminalen	52

7	Sanntidsstyring i gate in/gate out på Alnabruterminalen	54
7.1	Utfordringer med sanntidsstyrte systemer	54
7.1.1	Hva vil dette si for Alnabruterminalen?	55
7.2	Muligheter for sanntidsstyring i gate in/gate out	55
7.2.1	Alternativ 1: Sanntidsovervåkning av faktisk kapasitet.....	56
7.2.2	Alternativ 2: Knytte vekt opp mot EPC.....	57
7.2.3	Alternativ 3: Mulighet for prioritering i gate in/gate out.....	58
7.2.4	Prestasjonsmåling i gate in/gate out.....	59
7.2.5	Mulige effekter og gevinster ved økt grad av sanntidsstyring på Alnabruterminalen..	60
7.2.6	Vurdering av alternativene.....	61
7.3	Neste steg for CargoNet	63
7.4	Sanntidsstyring på Alnabruterminalen.....	63
8	Fremtidens intermodale terminal	65
8.1	Intelligent Transport Systems (ITS).....	65
8.1.1	Gevinster	65
8.1.2	Krav: Samarbeid, informasjonsdeling, IKT.....	66
8.2	Fremtiden intermodale terminal – en generisk modell	67
8.2.1	Sanntidsstyring av nettverket.....	69
8.3	Hva vil dette bety for Alnabruterminalen?	70
8.4	Intermodale terminaler i fremtiden	71
9	Konklusjon	72
9.1	Er RFID egnet som datafangstverktøy på en intermodal terminal (utfordringer)?.....	72
9.2	Hva er fordelene og ulempene med automatisk datafangst?	73
9.3	Hvilke krav stiller sanntidsstyring til terminalen og IKT verktøy?	73
9.4	Hvordan kan fremtidens intermodale terminaler benytte denne teknologien?	73
	Referanser	74

Vedlegg

Vedlegg 1: Søkeord

Vedlegg 2: Forstudierapport 29.01.10

Vedlegg 3: Rapport 16.04.10

Vedlegg 4: Presentasjon av oppgaven

Figur liste

Figur 1 Eksterne marginale kostnader ved transport, kr pr. tonnkm (Econ Pöyry AS, 2007)	1
Figur 2 Alnabruterminalen i Oslo (CargoNet, 2010).....	2
Figur 3 Struktur for oppgaven	4
Figur 4 Overordnet modell for oppgaven – Spiralprogresjon (Berg, 2004)	6
Figur 5 Lineær progresjonsmodell (Berg, 2004).....	6
Figur 6 Oppbygging av kapittel 3.....	10
Figur 7 transport i en verdikjede (Foss, 2004).....	10
Figur 8 Terminalens samle - spre funksjon.....	12
Figur 9 Typisk intermodal verdikjede (Dürr og Giannopoulos, 2003)	13
Figur 10 a) Pullstyring b) Pushstyring	14
Figur 11 Utvikling av styringsprinsippene push og pull (Netland et al., 2008).....	14
Figur 12 Elementene i sanntidsstyring	15
Figur 13 Forbindelse mellom brikke, leser og antenne (Bhuptani og Moradpour, 2005).....	17
Figur 14 Komplette RFID system (JESIC, 2008).....	17
Figur 15 Strekkoden (UPC) (Brock, 2001).....	20
Figur 16 EPC serienummer (Brock, 2001).....	20
Figur 17 Passiv Gen 2 Cargo brikke fra Symbol (Motorola, 2007b).....	26
Figur 18 Div bilder fra Napoleon-GEM systemet (Bushey, 2009).....	27
Figur 19 Truck Control System oversikt (NEC, 2009a).....	28
Figur 20 a) Banenett for godstransport i Norge (CargoNet, 2009b) b) Fraktkorridorer i Norge med godsfordeling (SINTEF, 2009)	31
Figur 21 Aktørene i nettverket knyttet til Alnabruterminalen	32
Figur 22 Flyfoto av Alnabruterminalen (CargoNet, 2010b).....	33
Figur 23 Forenklet bilde av gate in gate ut på Alnabruterminalen	34
Figur 24 Innsjekking for forhåndsreservert 20' container for direkteinnkjøringskundene.....	35
Figur 25 Gate in	35
Figur 26 Gate out.....	36
Figur 27 Gate in i GTS systemet.....	37
Figur 28 Registrering i webbookingsløsningen til CargoNet (CargoNet, 2009a).....	37
Figur 29 Gevinster ved RFID implementering hos fraktselskaper (Boushka et al., 2002).....	43
Figur 30 Forenklet bilde av løsning 1: permanent merking av containere og/eller biler.....	48
Figur 31 Forenklet bilde av løsning 2: midlertidig merkning av container og bil	49
Figur 32 Passiv RFID på Alnabruterminalen	50
Figur 33 Aktiv RFID på Alnabruterminalen	51
Figur 34 Sanntidskapasitet overvåking hos HÅG (Strandhagen et al., 2002).....	57
Figur 35 Prioritering av gods i gate in.....	59
Figur 36 Områdene de ulike sanntidsstyringsforslagene påvirker Alnabruterminalen	60
Figur 37 Idéskisse for sanntidsstyring i gate in/gate out.....	62
Figur 38 Rammeverk for RFID implementering (Bhuptani og Moradpour, 2005)	63
Figur 39 Rammeverk for gevinster av ITS (Brand, 2004).....	66
Figur 40 Generisk modell for helhetlig sanntidsstyring av fremtidens intermodale terminal.....	68

Tabell liste

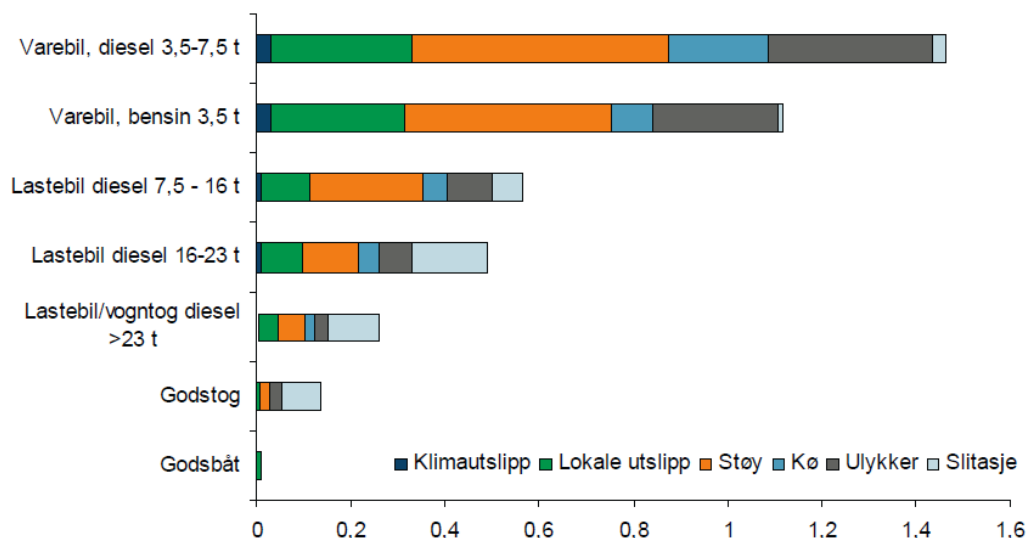
Tabell 1 Oversikt over samtalepartnere.....	8
Tabell 2 EPC-klassifiseringer av RFID brikker (Schuster et al., 2007)	18
Tabell 3 Sammenligning av ulike RFID brikker (Schuster et al., 2007)	18
Tabell 4 De fire case-eksemplene beskrevet i oppgaven	25
Tabell 5 SWOT analyse av Alnabruterminalen	40

1 Innledning

I dette kapittelet beskrives bakgrunn og målsetninger for oppgaven samt hvilke avgrensninger som er gjort. Tilslutt presenteres struktur for oppgaven som en guide for leseren.

1.1 Bakgrunn

Godstransport på bane utgjør i dag kun 7 % av den totale godstrafikken i Norge, mens transport på vei står for hele 47 % (Statistisk sentralbyrå, 2009). Regjeringen har med Nasjonal Transportplan 2010-2019 uttrykt et ønske om å overføre mer av godstransporten fra vei til bane. ECON Pöyry (2007) har, på vegne av CargoNet AS, analysert de samfunnsøkonomiske gevinstene ved en slik overføring. Konklusjonen er at jernbanen er det klart beste og mest bærekraftige alternativet for å løse de fremtidige transportutfordringene mellom de største byene i Norge. Figur 1 viser en sammenstilling av de samfunnsøkonomiske kostnader forbundet med godstransport.



Figur 1 Eksterne marginale kostnader ved transport, kr pr. tonnkm (Econ Pöyry AS, 2007)

Overføringen av gods fra vei til bane vil, i tillegg til betydelige miljøgevinster, kunne gi økt trafikktrygghet, færre trafikkulykker og redusert veislitasje. En fordobling av kapasiteten vil for eksempel fjerne 2.000 trailere fra norske veier hver dag. Det vil bety et redusert årlig utslipp av CO₂ på 78 000 tonn. Det vil også kunne gi opptil 20 færre drepte og/eller hardt skadde personer i veitrafikkulykker per år. Den samfunnsøkonomiske gevinsten av dette anslås til 300-350 millioner kroner årlig (Nordli, 2010).

En studie gjort av Econ Pöyry for Arbeidsgiverforeningen Spekter viser en forventet fordobling av godstrafikken på jernbane i løpet av 2-3 år, og opptil en tredobling innen 2019 (Arbeidsgiverforeningen Spekter, 2008). De to største utfordringene for å møte den fremtidige veksten er at etterspørselen etter transportkapasitet er vesentlig større enn det godsoperatørene i dag kan tilby, og at infrastrukturen ikke er dimensjonert for å møte denne veksten (Jernbaneverket, 2007). Jernbaneverket (2007) har derfor slått fast at både organisatoriske og infrastrukturmessige tiltak for å effektivisere nettverket og terminalene må iverksettes.

Godsterminalen er selve knutepunktene i et hvert transportsystem, da alle aktørene benytter seg av den. Effektiv drift av terminalen vil derfor være nøkkelen både for å møte den fremtidige veksten og for å oppnå de samfunnsøkonomiske og miljømessige gevinster fra å flytte godstransport fra vei til bane.

Hjertet i norsk godstransport på bane er Alnabruterminalen i Oslo (SINTEF, 2009). Terminalen er lokalisert i tyngdepunktet for godstransport i Oslo området, og 90 % av all godstrafikk på bane passerer gjennom terminalen (SINTEF, 2009). Regjeringen har med Nasjonal Transportplan 2010-2019 slått fast at det er av nasjonal interesse å legge til rette for effektiv terminaldrift på Alnabruterminalen i Oslo (PROFIT, 2009).

1.2 Problemstilling

Alnabruterminalen er som sagt knutepunktet for godstrafikk på bane i Norge. Terminalen har 13 lastespor, håndterer 50 tog per dag (inn og ut) og frakter ca 540 000 twenty-foot equivalent units (TEU) per år (CargoNet, 2010). Figur 2 viser et bilde av terminalområdet.



Figur 2 Alnabruterminalen i Oslo (CargoNet, 2010)

Effektiviseringen av terminaloperasjonene på Alnabru er i gang. Utbedringen av terminalen er allerede i gang og det planlegges omfattende utbygninger både av jernbanespor og selve terminalen.

For å møte den fremtidige veksten må Alnabruterminalen øke kapasiteten. Dette kan oppnås på to måter, enten ved en fysisk ekspansjon eller gjennom en mer effektiv utnyttelse av tilgjengelige ressurser (Henese, 2006). Siden Alnabruterminalen, som andre terminaler, har en areal begrensning, må eksisterende ressurser utnyttes/styres bedre. Denne oppgaven har fokus på nettopp dette - hvordan terminalen kan effektiviseres ved bruk av automatisk datafangst, tilgang på

sanntidsinformasjon og økt grad av sanntidsstyring. For å begrense oppgaven er det fokusert på en nøkkelprosess på terminalen – sanntidsstyring i gate in/gate out. Gate in/gate out er i denne oppgaven definert som alle prosesser knyttet til ankomst og avgang til/fra Alnabruterminalen.

Sanntidsstyring er avhengig av tilgang på sanntidsinformasjon. Informasjon kan sies å være i sanntid når den kontinuerlig forandres som en funksjon av tid (Kopetz, 1997). Sanntidsinformasjon kan benyttes av en bedrift for aktivt å eliminere forsinkelser i styring og utførelse av kritiske forretningsprosesser for å oppnå konkurransefordeler (Janowski, 2003). En mer sanntidsstyrt terminal kan, med andre ord, gi både konkurransefordeler og bidra til kontinuerlig forbedring av forretningsprosesser.

Som lederguruen Peter Drucker har sagt; "Hvis man ikke kan måle det, kan man ikke styre det" (Davis et al., 2003). Tilgangen på informasjon, og særlig sanntidsinformasjon, er derfor nøkkelen til å effektivisere styringen av terminalens ressurser. Netland et al., (2008) konkluderer også med at fremtidens styringssystemer vil være basert på kontinuerlig tilgang på sanntidsdata i motsetning til historiske data, som dagens systemer baserer seg på.

Det er her viktig å poengtere at sanntidsstyring ikke kun handler om investering og implementering av informasjonsteknologi (IT), men det er IT som muliggjør sanntidsstyring (Hugos, 2005). Radio Frequency Identification (RFID) er en teknologi som muliggjør automatisk fangst av sanntidsdata. Oppgaven vil fokusere på mulighetene for sanntidsstyring i gate in/gate out ved bruk av RFID teknologi på Alnabruterminalen.

1.3 Mål

I samsvar med problemstillingen er målet med oppgaven:

Identifisere og analysere muligheter for sanntidsstyring ved hjelp av RFID knyttet til gate in/gate out på Alnabruterminalen og diskutere hvilke effekter dette vil få for terminalen.

Arbeidet med oppgaven er basert på antagelsen om at sanntidsstyring i gate in/gate out, som et resultat av økt tilgang på sanntidsinformasjon ved bruk av RFID, vil resultere i en mer effektiv terminal. Det er også antatt at en mer effektiv terminal vil bidra til å flytte mer av godstransporten fra vei til bane og dermed gi de samfunnspolitiske og miljømessige gevinstene som er presentert i kapittel 1.1.

I tillegg til effektiviseringen av gate in/gate out på Alnabruterminalen, vil det diskuteres en generisk modell for sanntidsstyring på fremtidens intermodale terminal.

Det er identifisert fire delmål/forskningsspørsmål som det i oppgaven skal forsøkes å finne svar på:

1. Er RFID egnet som datafangstverktøy på en intermodal terminal (utfordringer)?
2. Hva er fordelene og ulempene med automatisk datafangst?
3. Hvilke krav stiller sanntidsstyring til terminalen og IKT verktøy?
4. Hvordan kan fremtidens intermodale terminal benytte denne teknologien?

1.4 Avgrensning

Oppgaven begrenser seg til å se på gate in/gate out på Alnabruterminalen i Oslo. Med dette menes alle prosesser knyttet til kundenes inn- og utsjekking av terminalen (se 5.2.1).

Oppgaven baserer seg på et litteratursøk om relevant teori innenfor transportsystemer, terminaler, RFID og sanntidsstyring, samt en egen kartlegging av dagens virksomhet på Alnabruterminalen. Ved å evaluere ulike praktiske løsninger på andre godsterminaler og relevant teori, presenteres ulike muligheter for sanntidsstyring ved hjelp av RFID som kan bidra til å effektivisere driften av Alnabruterminalen. Oppgaven fokuserer på inngangs- og utgangspunktene til/fra terminalen, fordi det er her det er størst potensial for å forbedre sikkerheten, effektiviseringen og styring av godsflyten. Arbeidet er utført i samarbeid med SINTEF og CargoNet som er operatør av godsterminalen på Alnabru. Casestudiet er basert på samtaler med nøkkelpersoner hos CargoNet og besøk på terminalen.

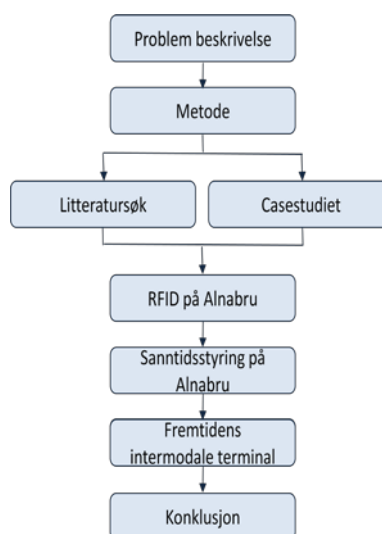
Ulike løsninger for sanntidsstyring i gate in/gate out er evaluert og en løsning er så anbefalt. Det er ikke diskutert hvem som skal vedlikeholde eller drive systemet, men fokusert på hvordan CargoNet kan bruke sanntidsdata fra RFID for å oppnå økt grad av sanntidsstyring på terminalen. I tillegg er en generisk modell for sanntidsstyring av godsterminaler diskutert.

Diskusjonen knyttet til den generiske modellen for fremtidens intermodale terminal baserer seg både på et litteratursøk om "best practice" og teori på området og erfaringene fra casestudiet på Alnabruterminalen.

Forbedringsforslagene er ikke ment som fullstendige løsninger, men mer som grunnlag for videre arbeid/studier. Det er også viktig å påpeke at denne oppgaven kun tar for seg en liten del av godsflyten på Alnabruterminalen. For å oppnå en fullstendig sanntidsstyrt terminal og utnytte forslagene fra gate in/gate out til sitt fulle, kreves videre arbeid der alle partnerne i logistikknnettverket knyttet til terminalen, deltar.

1.5 Struktur

Figur 3 viser oppgavens struktur.



Figur 3 Struktur for oppgaven

Metodekapittelet danner grunnlaget for både casestudiet og litteratursøket som sammen er basis for den videre oppgaven. Teorikapittelet er resultatene fra litteraturstudiet. Denne delen av oppgaven er todelt og er beskrevet i kapittel 3 og 4. Først presenteres relevant teori knyttet til den intermodale terminalen, sanntidsstyring og RFID. Så følger en beskrivelse av 4 relevante case fra andre terminaler. Casestudiet er presentert i kapittel 5 og er en kartlegging av hvordan Alnabruterminalen fungerer i dag. Kapittel 6 og 7 presenterer analyser av terminalen og ulike løsninger for RFID og sanntidsstyring på Alnabruterminalen diskuteres. En løsning som vil bidra til å effektivisere gate in/gate out er anbefalt og det neste steget for Alnabruterminalen diskuteres. Til slutt er en generisk modell for fremtidens intermodale terminal diskutert i kapittel 8. Konklusjoner og anbefalinger for videre arbeid er presentert i kapittel 9.

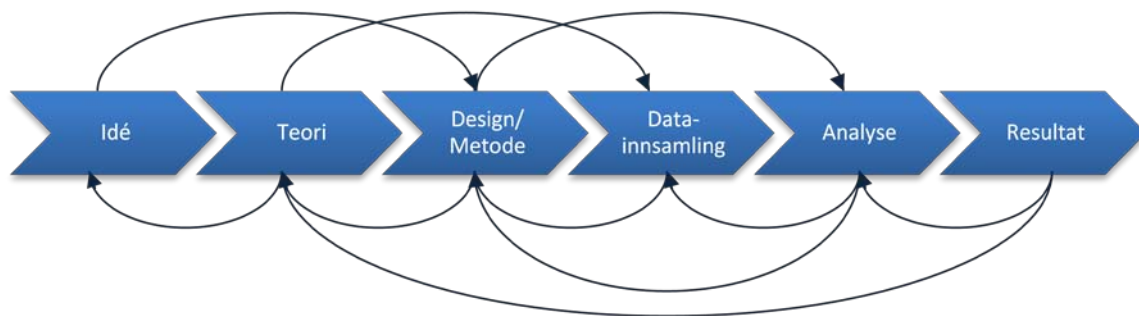
2 Metode

”En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener formålet, hører med i arsenalet av metoder.” (Hellevik, 2002)

Den opprinnelige betydningen av ordet metode kommer av gresk og er ”veien til målet” (Ulleberg, 2002). Hvilken vei som velges er avhengig av målet man ønsker å nå. Metoden beskrives for å redegjøre for både de valgene som er tatt underveis og metodens innvirkning på resultatet (Holme og Solvang, 1996). Dette kapittelet redegjør for de forskningsmetodene som er brukt i arbeidet med oppgaven.

2.1 Overordnet metode for oppgaven

Arbeidet med oppgaven har fra starten fulgt en overordnet metode. Erfaringer fra tidligere prosjekter har vist at et tidlig fokus på en strukturert fremgangsmåte ofte er nøkkelen til suksess. Metoden som er anvendt i arbeidet med denne oppgaven er hentet fra ”Qualitative research methods for the social sciences” (Berg, 2004) og kalles *Spiralprogresjon* (se Figur 4).



Figur 4 Overordnet modell for oppgaven – Spiralprogresjon (Berg, 2004)

Det som skiller denne metoden fra andre, er at den ikke er basert på en linær progresjon av arbeidet (som vist i Figur 5). Spiralprogresjonsmodellen bygger på en forståelse av at alle stadiene i en arbeidsprosess kan påvirke hverandre. Datainnsamlingen er for eksempel avhengig av både teori og metodevalg. Berg (2004) presenterer denne modellen som en modifisert versjon av det han kaller *lineær progresjonsmodell* (se Figur 5). Forskjellen ligger som sagt i stadienes påvirkning av hverandre.



Figur 5 Lineær progresjonsmodell (Berg, 2004)

Grunnen til at det her er valgt å følge spiralprogresjonsmodellen, er at man da underveis kan gå tilbake å endre foregående arbeid. Erfaring fra både prosjektoppgaven høsten 2009 og tidligere prosjekter, viser at denne fremgangsmåten er best egnet til større oppgaver.

2.2 Casestudie – den overordnede forskningsmetoden

En forskningsmetode er definert som fremgangsmåte eller teknikk som anvendes for å gi svar på et forskningsspørsmål (Ringdal, 2001). Denne oppgaven utføres som et casestudie for å se på mulighetene for sanntidsstyring, ved hjelp av RFID, på godsterminalen på Alnabru i Oslo. Casestudiet er best egnet når spørsmål som hvorfor og hvordan skal besvares og når forskningen fokuserer på sanntidshendelser som studeres sine naturlige omgivelser (Yin, 2009). Et casestudie bygger i hovedsak på systematisk innsamling av data/informasjon om en bestemt person, sosial setting eller gruppe, med det formålet at forskeren effektivt skal forstå hvordan fenomenet fungerer (Berg, 2004).

Det er i dag ingen klar definisjon på hva et casestudie er. Det største problemet med å definere et casestudie er at ordet case brukes om så mange ulike ting (Yin, 1981). Opprinnelig kommer ordet fra det greske ordet casus og det understreker betydningen av det enkelte tilfelle (Andersen, 1997). Det dreier seg med andre ord om et, eller noen få, tilfeller som gjøres til gjenstand for inngående studier (Andersen, 1997). Yin (2009) definerer et casestudie som en empirisk undersøkelse av et fenomen i sine naturlige omgivelser der flere datakilder benyttes. Det ideelle er ofte å gå i dybden på et case for å deretter presentere en helhetlig analyse som står på egne bein (Andersen, 1997).

2.3 Valg av forskningsdesign

Forskningsdesign er en overordnet plan for hvordan forskningen skal gjennomføres (Selnes, 1999). For å oppnå et bra resultat er det viktig å tenke på utforming og mål tidlig i prosjektet. Selnes (1999) skiller mellom tre ulike designmetoder; eksplorerende, beskrivende eller kausale design. Hvilken designmetode som er best egnet må tilpasses prosjektets mål. Eksplorerende oppgaver utforsker et tema der det tidligere har vært utført lite eller ingen forskning. Formålet er å skape innsikt eller forståelse for et fenomen (Selnes, 1999). Beskrivende oppgaver beskriver et fenomen eller en sammenheng mellom ulike fenomener, mens kausale oppgaver har som formål å kommentere fenomenet som blir beskrevet (Selnes, 1999). Første del av denne oppgaven, der relevante aspekter av Alnabruterminalen og styringsprinsipper kartlegges, vil ha en beskrivende utforming. Siste del, der nye styringsmetoder basert på RDIF datafangst evalueres, vil derimot ha et eksplorerende design. Formålet her er å finne en ny løsning på et eksisterende problem.

Når man anvender beskrivende design er det vanlig å basere seg på kvantitative metoder, mens med eksplorerende design er kvalitative metoder mest brukt (Ringdal, 2001). Kvalitativ kommer av det latinske *qualitas* som betyr beskaffenhet, egenskap eller sort (Ulleberg, 2002). Forskningsmetoden vektlegger forståelse og analyse av sammenhenger i en prosess hos den enkelte, fremfor opptelling av fenomener eller kjennetegn ved en gruppe individer (Malt, 2010). Man går altså i dybden på et tilfelle og undersøker det nærmere for å oppnå forståelse og innsikt. Målet med en kvalitativ analyse er ikke å kvantifisere objektive data, men å tolke meningsfulle relasjoner (Ulleberg, 2002). Kvantitativ metode omhandler måling, opptelling og statistisk bearbeiding av innsamlet materiale (Ulleberg, 2002). Den ene metoden utelukker ikke den andre. Kvalitativ og kvantitativ forskning er supplerende metoder som ikke kan erstatte hverandre (Malt, 2010). Oppgaven baserer seg derfor på en kombinasjon av metodene.

2.4 Datainnsamling

Noe av informasjonen og data som trengs til oppgaven finns ikke i dag og må derfor samles inn gjennom observasjoner og intervjuer. Disse data kalles primærdata (Ringdal, 2001). Teorikapittelet og deler av kartleggingen av Alnabruterminalen vil basere seg på eksisterende data – sekundærdata.

2.4.1 Primærdata – Samtaler og observasjoner

For å innhente primærdata er både intervju og observasjon brukt for å få et så balansert bilde av materialet som mulig.

Det har ikke vært utført formelle intervjuer i forbindelse med innhenting av primærdata. Intervjuene har mer hatt karakter av faglige samtaler. Det ble på forhånd notert ned stikkord og samtaleemner og disse ble brukt til å styre samtalene. Denne intervjumetoden kan minne om typiske journalistiske intervjuer (Ryen, 2002). Målet har vært å kartlegge en så stor del av driften på Alnabruterminalen som mulig. Etter hvert som oppgaven har utviklet seg, har også samtalene fokusert mer på datafangst og mulighetene for sanntidsstyring i forbindelse med inn- og utsjekk av terminalen. Samtaler, både med fagfolk innenfor RFID og ansatte i CargoNet (se Tabell 1), har vært gjennomført og de har foregått personlig, over telefon og/eller via e-post i løpet av våren 2010.

Dato	Samtalepartner	Bedrift	Samtaleemne
16.mar	Morten Knudsen og Morten Engh	CargoNet	Mulighetene for masteroppgaven i tilknytting CargoNet. Definering av endelig problemstilling. Kartlegging av gate in/gate out.
05.mai	Atle Prange	Businesscape	Utfordringene knyttet til RFID og sanntidsstyring.
12.mai	Geir Vevle	HRAFN	Utfordringene knyttet til RFID og sanntidsstyring. Muligheter i fremtiden for intermodale terminaler.
18.mai	Bård Myhre (TLF)	SINTEF	Utfordringer knyttet til RFID og sanntidsstyring. Muligheter for fremtidens styring av terminaler.

Tabell 1 Oversikt over samtalepartnere

Observasjonsstudiet har også blitt gjennomført på Alnabruterminalen våren 2010. Det er vanlig å skille mellom observasjon utført i sitt naturlige miljø eller i et konstruert miljø (Selnes, 1999). Observasjonene som er gjort i forbindelse med oppgaven er utført i sitt naturlige miljø i den daglige driften av Alnabruterminalen.

Kombinasjonen av observasjonsstudie og samtaler med nøkkelpersoner, både i forbindelse med Alnabruterminalen og fagpersoner innenfor RFID og sanntidsstyring, har bidratt til et balansert bilde av informasjonen som er omtalt i dette prosjektet.

2.4.2 Sekundærdata – Litteraturstudiet

Litteraturstudiet er utført som et elektronisk søk. For å sikre kvaliteten på litteraturen er det kun søkt i kvalitetssikrede søkemotorer. De som er mest benyttet er ScienceDirect og Bibsys, i tillegg til Google Scholar. Dette er supplert med stoff anbefalt av veiledere på SINTEF og NTNU. Søket ble utført på til dels forhåndsbestemte søkeord, nye søkeord som ble lagt til etter hvert som oppgaven utviklet seg (se vedlegg) og kombinasjoner av disse.

Litteraturen som er presentert i denne oppgaven er valgt på grunnlag av en tre stegs utvelgelsesprosess (Machi og McEvoy, 2009)

1. Få et overblikk over relevant litteratur - raskt evaluere titler og eventuelle sammendrag
2. Skumlese relevant material for å evaluere hva som skal brukes videre
3. Kartlegge og sammenfatte materialet

I tillegg til litteraturen som ble identifisert direkte fra søkeordene, er det blitt hentet litteratur fra referanselister. Disse ble evaluert på samme måte som over.

2.5 Analyseverktøy

For å analysere både dagens situasjon og fremtidige utfordringer og muligheter for Alnabruterminalen er det, i kapittel 6, benyttet en SWOT analyse. Fokuset er å kartlegge dagens styrker og svakheter samt fremtidens muligheter og trusler (på engelsk: **Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)**) for en bedrift. Analysen er en relativ enkel, men er en effektiv måte for en bedrift å skape bevissthet og forståelse både om dagens situasjon og om fremtiden (Andersen, 2007).

Fremgangsmåten er beskrevet av Andersen (2007) og bygger på en brainstorming med fokus på styrker, svakheter, muligheter og trusler. Grunnen til at det er valgt å gjennomføre en SWOT analyse er at det ikke er grunnlag for å utføre dypere analyser. En SWOT analyse er derfor en enkel og god måte å kartlegge både positive og negative elementer som preger terminalen i dag og i fremtiden. Analysen er så brukt til å diskutere hvordan RFID og sanntidsstyring kan hjelpe CargoNet til å møte utfordringene, samt gi fremtidige muligheter. Analysen bygger på kartleggingen av Alnabruterminalen.

En mulig svakhet med analysen er at den ikke gjennomført i samarbeid med ansatte i CargoNet som kjenner prosessene og terminalen best. For å få et ballansert grunnlag for videre arbeid har kontaktpersonen hos CargoNet, Morten Knudsen, sett brainstorming resultatene, og hans innspill er tatt med i analysen.

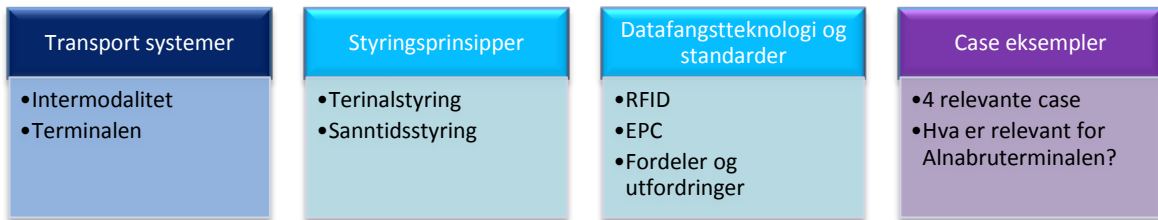
2.6 Vurdering av metoden

I forbindelse med den metodiske tilnærmingen på oppgaven må validitet og reliabilitet vurderes. Validitet måler gyldigheten til resultatene, hvorvidt man kan trekke gyldige slutninger om det man har satt som formål å undersøke (Braut, 2010b). Reliabilitet forteller hvor pålitelig (stabile) resultatene er og er et godt mål på stabiliteten til både måleinstrumentene og målemetoden (Braut og Stoltenberg, 2010).

Både validitet og reliabilitet har, igjennom arbeidet med oppgaven, blitt kontinuerlig evaluert. Oppgavens validitet er forsøkt sikret gjennom besøk på terminalen, samtaler med relevante fagpersoner og jevnlig møter med veiledere. Samtidig baserer oppgaven seg på ulike rapporter, artikler og egne observasjoner og muligheten for skjevhet (bias) vil alltid eksistere (Braut, 2010a). For å sikre oppgavens reliabilitet er det kun søkt i kvalitetssikrede databaser.

3 Teoretisk grunnlag

Dette kapitlet er resultatet av litteratursøket og forklarer relevante begreper og teori innenfor transportsystemer, intermodale terminaler, sanntidsstyring og RFID. Kapitlet danner sammen med kapittel 4 og 5 grunnlaget for resten av oppgaven. Figur 6 viser oppbygningen av det teoretiske grunnlaget.



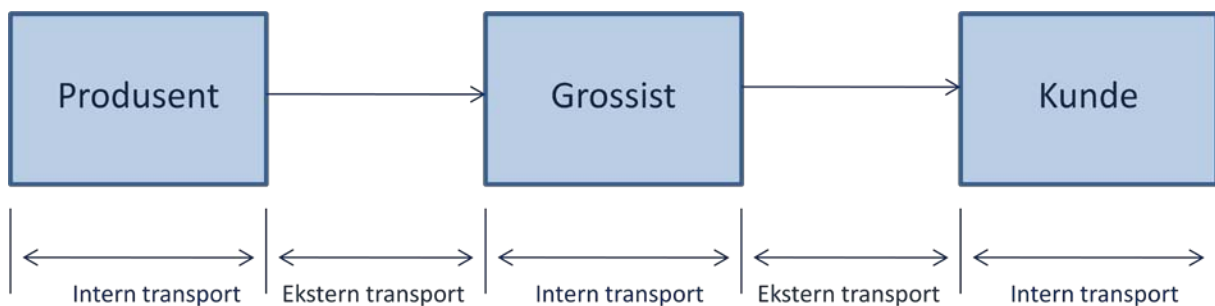
Figur 6 Oppbygging av kapittel 3

Transportsystemer (markert i marineblått) presenteres først som en introduksjon til oppgaven. Videre vil styringsprinsipper, RFID som et verktøy for automatisk datafangst og individuell merking av objekter presenteres. Disse er markert med turkis og danner grunnlaget for hvordan oppgaven løses. Case eksemplene er presentert i kapittel 4 og er også et resultat av litteratursøket. Teorien presentert i dette kapitlet benyttes for å vise hvordan andre bedrifter har implementert RFID og sanntidsstyring.

3.1 Transportsystemer

“Det er, etter min mening, universalt akseptert at graden av velstand i et hvert land hovedsakelig er avhengig av hvor lett det er å komme seg fra et sted til et annet.” (Badnall, 1833)

Utsagnet er nesten 180 år gammelt og på mange måter er det like relevant også i dag. Transport er og blir viktig for privatpersoner, virksomheter og samfunnet som helhet. Den er fullstendig integrert i hverdagslivet. Vi kjører til jobben og butikken, får varer levert av posten, varene vi kjøper blir levert til butikken med trailer, varer og innsatsfaktorer flyttes mellom bedrifter i en verdikjede osv. For bedrifter er den en viktig del av vareflyten (se Figur 7), og i en verden som blir ”stadig mindre” vil behovet for rask og sikker vareflyt få økt betydning. Å finne smarte transportløsninger som får varene frem til riktig sted, tid og pris, samtidig som den møter stadig strengere krav til miljøvennlig transport, blir derfor stadig viktigere.



Figur 7 transport i en verdikjede (Foss, 2004)

Transport har et økende fokus i en verden der vareproduksjon og konsum ofte befinner seg i ulike land og verdensdeler. Det er derfor et viktig tema for sosiale, politiske og økonomiske agendaer verden over (Sussman, 2000). Transportkostnad utgjør en betydelig del av totalkostnaden knyttet til en vare eller et produkt. Bedrifter og transportører vil derfor ha fokus på å minimere denne kostnaden for å være konkurransedyktige både mot markedet, men også i forhold til miljøkostnader knyttet til transporten. Det er i tillegg en rekke samfunnspolitiske utfordringer knyttet til transport. Noen eksempler er arbeidsplasser, statlig utbygging av vei og jernbane, påvirkning av lokalsamfunn og sist men ikke minst, miljøpåvirkninger som et resultat av økt utslipp av blant annet CO₂. Klimautfordringene knyttet til godstransport på vei, sammen med trafiksikkerhet og ønsket om lavere transportkostnader, er grunnen til økt politisk press for å flytte godstransport fra vei til bane (Midtbø, 2009). Det viktigste bidraget til jernbanen er da å legge til rette for økt transport slik at denne overføringen kan bli en realitet (Klimakultur 2020, 2010a).

Den norske regjeringen har med Nasjonal Transportplan 2010-2019 uttrykt et ønske om å flytte mer transport fra vei til bane. En slik overføring er også identifisert som en av fire tiltak for reduksjon av klimagassutslipp som vil være samfunnsmessig lønnsomt å gjennomføre (Klimakultur 2020, 2010b). For å legge tilrette for en slik utvikling, må selve nettverket og spesielt terminalene i de intermodale nettverkene effektiviseres. Fokuset i denne oppgaven er å vurdere hvordan sanntidsstyring av en jernbaneterminal, med bruk av RFID, kan bidra til en slik effektivisering. Sanntidsstyring, gjennom et bedre bilde av materialflyt og økt tilgang på sanntidsinformasjon, vil være en fremtidsrettet måte å effektivisere selve driften av terminalen. Under presenteres den intermodale godsterminalen og nettverket den er en del av. Det gis også en kort innføring i styringsprinsipper og sanntidsstyring.

3.1.1 Den intermodale godsterminalen

Intermodal transportforskning er fremdeles et nytt emne som har utviklet seg i løpet av de to siste tiårene. Forskingen er i en tidlig fase og det er enda ikke enighet om én allment akseptert og brukt definisjon (Bontekoning et al., 2004). De ulike aktørene bruker ulike definisjoner. Resultatet er at aktører knyttet til jernbanen har en annen definisjon enn aktører som driver med veitransport (Jones et al., 2000).

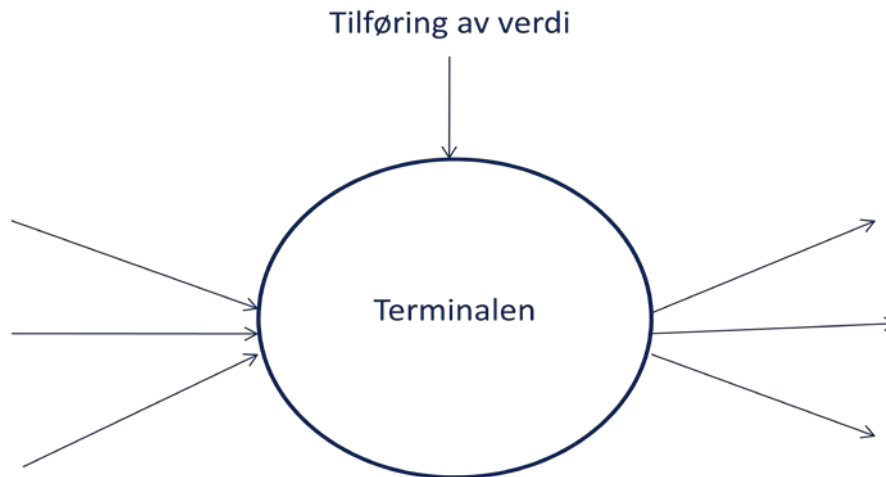
Det er her valgt å bruke følgende definisjon på intermodal transport:

Bevegelse av varer i samme fraktenhet eller kjøretøy ved hjelp av suksessive transportmoder uten håndtering av varene ved skifte av transportmode (European Conference of Ministers of Transport et al., 1997).

Terminalen er selve knutepunktet i et hvert transportnettverk. Logistikknutepunkt er ikke et nytt konsept, men har utviklet seg som et resultat av økt globalisering og økt press på en effektiv styring av verdikjeden (Rimienè og Grundey, 2007). Det brukes i dag mange ulike navn (lagerhus, godsterminal, distribusjonssenter, transport node, logistikk node) for å beskrive et slikt logistikknutepunkt. En felles definisjon er derfor vanskelig å finne (Rimienè og Grundey, 2007). Denne oppgaven har valgt å bruke definisjonen forslått av Rimienè og Grundey (2007):

Et logistikknutepunkt er en intermodal hub i et transportsystem hvor ulike operatører tilbyr ulike logistikk relaterte tjenester knyttet til transport og distribusjon i et bestemt geografisk område.

Logistikk tjenestene som terminalen tilbyr kan variere og de presenteres i kapittel 3.1.2. Av definisjonen ser man at intermodalitet er sentralt. Terminalen er punktet hvor overføringen mellom transportmoder (for eksempel fra vei til tog) skjer. Kundene kjører til terminalen der godset blir lastet om og fraktet videre til nye destinasjoner/mottakere. Terminalen vil her ha en samle-spre funksjon i logistikknettverket (se figur 7).



Figur 8 Terminalens samle - spre funksjon

3.1.2 Terminalfunksjoner

Tilføring av verdi, som illustrert i Figur 8, kan skje ved at terminalen tilbyr ulike tjenester. Terminalen har som mål å tilby de terminaltjenestene som kreves av kundene. Behovet varierer fra kunde til kunde og fra terminal til terminal (Wiegmans et al., 1998). Tjenestene deles inn i tre hovedgrupper; sentralterminaltjenester, terminalrelaterte tjenester og tilleggstjenester. Disse kan igjen deles inn som vist under (Wiegmans et al., 1998):

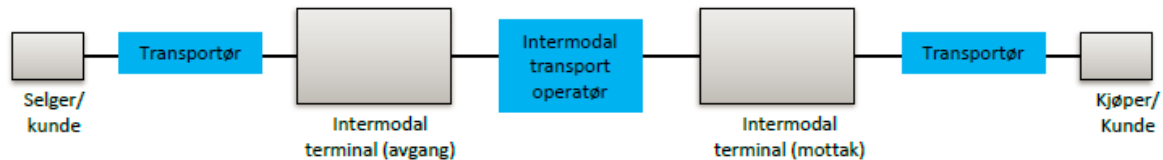
- Sentralterminaltjenester
 - o Lasting og lossing
 - o Direkte videreforsendelse uten lagring
 - o Lagring
 - o Godsgruppering
- Terminalrelaterte tjenester
 - o Godshåndtering
 - o Innsamling og/eller distribusjon av gods
 - o Fysisk transportering av godset
 - o Intelligent transport
- Tilleggstjenester
 - o Produksjon
 - o Leie, leasing, eller salg av tjenester
 - o Andre tjenester

Det er her viktig å poengtere at lavest pris ikke nødvendigvis er det kunden krever. Kombinasjonen av konkurransedyktig pris, sted og tid er det terminalen må ha som målsetning (Wiegmans et al., 1998).

3.1.3 Terminalen – en del av et større nettverk

Som nevnt er terminalen en del av et større intermodalt nettverk. Oppgaven har ikke et overordnet fokus på nettverket, men for å forstå hvordan selve terminalen fungerer må man se den i sammenheng med nettverket den er en del av.

Et intermodalt nettverk består av mange ulike aktører med ulike ansvarsområder, som illustrert i Figur 9.



Figur 9 Typisk intermodal verdikjede (Dürr og Giannopoulos, 2003)

Kjøper og selger er her del av den overordnede verdikjeden vist i Figur 7.

Aktørene i det intermodale transportnettverket kan deles inn i tre nivåer (Debrie og Gouvernal, 2006):

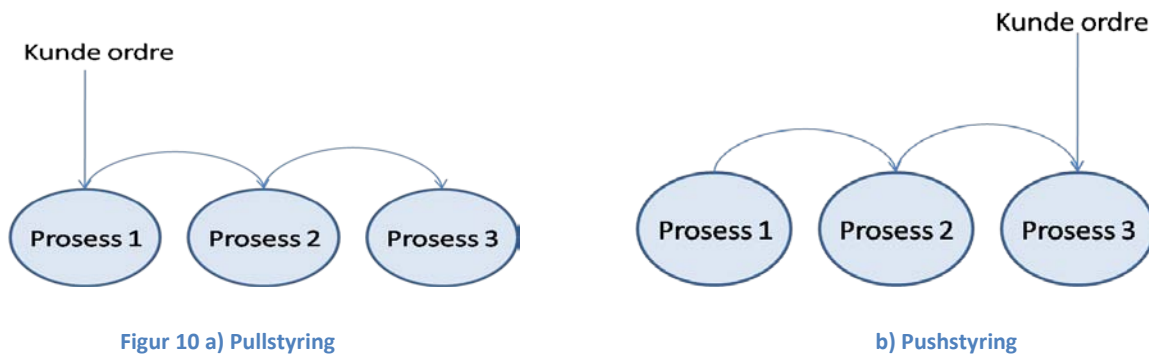
1. Nivå 1: Infrastruktureier/forvalter
2. Nivå 2: Terminaloperatør
3. Nivå 3: Transportoperatører

Det skilles mellom infrastruktureier/forvalter og terminaloperatør (nivå 1 og 2). Eier/forvalter eier infrastrukturen (veier, skinner med mer) og kan ha ansvar for blant annet vedlikehold, asfaltert terminalområde, kontorbygg, kraner og/eller lager (Wiegmanns et al., 1998). I Norge fylles denne rollen av Jernbaneverket som er underlagt Samferdselsdepartementet. Operatøren (nivå 2) drifter selve terminalen og tjenestene de tilbyr er beskrevet i kapittel 3.1.2. CargoNet er den største operatøren i Norge, men andre selskaper som for eksempel GreenCargo og CargoLink tilbyr også både nasjonale og internasjonale operatørtjenester. Nivå 3 er det mest uklare, da det her finnes mange ulike aktører som transporterer gods for mange forskjellige kunder. Aktørene fra nivå 3 kjøper tjenester fra terminaloperatørene for å utføre denne transporttjenesten. Den intermodale terminalen er derfor kun en del av transportørens forretningsdrift, men konkurranseevnen til disse aktørene er likevel direkte avhengig av samspillet på terminalen (Sund og Netland, 2009).

3.2 Styringsprinsipper

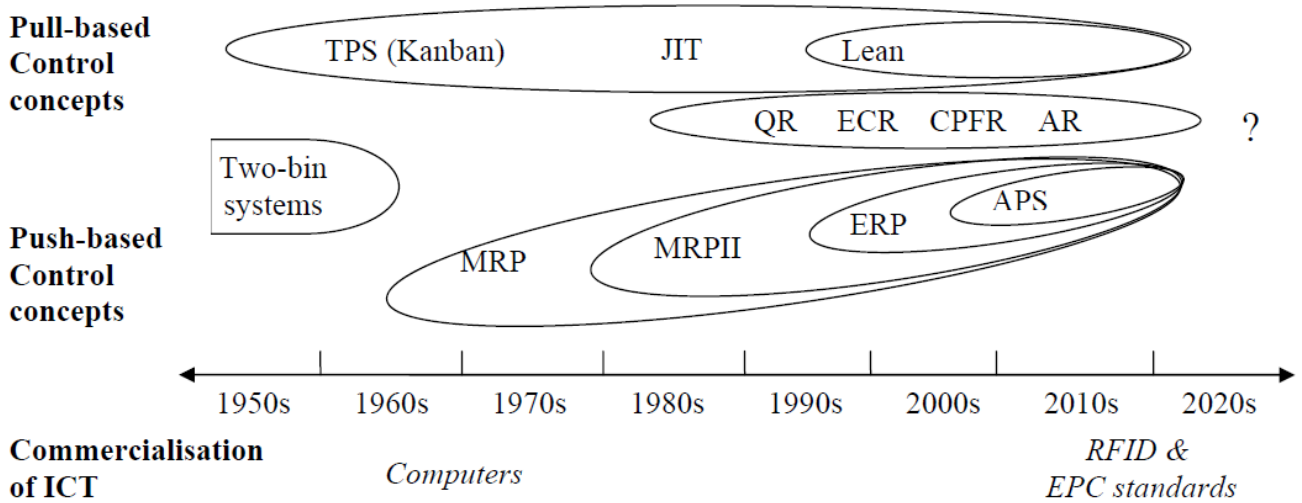
Et styringsprinsipp er fremgangsmåten bedriften bruker for å utføre, planlegge og koordinere produksjonen og styre verdikjeden. Behovet for styring kan variere avhengig av hva bedriften produserer (antall produkter), variasjon i etterspørsel og antall aktører i verdikjeden (Netland et al., 2008). Tradisjonelt er det to ulike former for styring, kalt pull (Figur 10a) og push (Figur 10b). Push baserer seg, i større grad en pull, på planlegging. Ved pull igangsettes produksjon som et svar på kundeetterspørsel, mens i push starter produksjonen på forventning om fremtidig kundeetterspørsel (Chopra og Meindl, 2007). Pushstyrte bedrifter antar en etterspørsel, enten basert på historisk data eller prognoser, og utarbeider en produksjonsplan for å møte denne. Planlagt mengde blir så produsert og dette settes på lager i påvente av kundeordre. Utfordringen med en slik styring er at en

plan per definisjon ikke stemmer 100 % med virkeligheten. Resultatet kan være høye administrative kostnader, høye lager kostnader og økt kapitalbinding.



Hvordan kan man unngå farene ved planbasert produksjon? Pullstyrte bedrifter reagerer på faktisk etterspørsel og igangsetter produksjonen på basis av denne. De vet dermed at det er etterspørsel for varene de produserer og de kan lettere tilpasse seg endringer i markedet.

Disse to prinsippene har utviklet seg parallelt, som vist i Figur 11, og brukes i dag både alene og/eller i samspill i bedrifter verden over.



Figur 11 Utvikling av styringsprinsippene push og pull (Netland et al., 2008)

Figur 11 viser en utvikling både i bruk av IKT verktøy og en dreining fra planleggingsbasert styring mot pullprinsippet. Ved å produsere basert på kundeordre og ikke og forventet kundeordre, kan bedrifter unngå store lagerutgifter, kapitalbinding og produkter som må kasseres/avskrives som følge av utdaterting og/eller endrede modeller.

Det er også forventet at RFID og EPC, som er presenteret i kapittel 3.3, vil spille en større rolle i fremtidens styringsprinsipper. Spørsmålstegnet i Figur 11 indikerer at fremtidens styringssystemer kanskje verken vil være push eller pull, men en videreutvikling av disse.

3.2.1 Terminalstyring

Terminalen er ikke et passivt punkt for overføring mellom forskjellige transportmoder, men et aktivt logistikkenter som fungerer som knutepunkt i transportsystemet (Heneseay et al., 2003). Effektiv styring av knutepunktet er derfor viktig, både for terminalen (maksimere profitt) og for transportsystemet (effektiv varestrøm).

Hovedfokuset for ledelsen på en godsterminal er planlegging og styring (Heneseay, 2006) og det er mange ulike elementer å ta hensyn til når den daglige driften skal planlegges og styres.

Ruteplanlegging – både internt og eksternt, bemanningsplanlegging, material/godsstrøm, servisegrad og, sist men ikke minst, styring og kontroll over uforutsette hendelser eller situasjoner der ting ikke går som planlagt (Sussman, 2000).

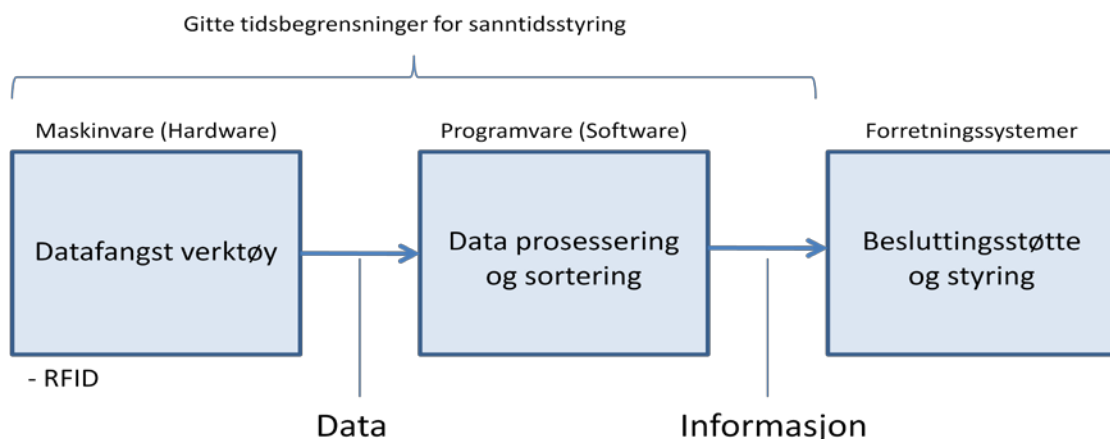
Terminaler styres ofte på grunnlag av tradisjoner og innarbeidede rutiner. De kan derfor være sene til å adoptere nye arbeidsmetoder og ny teknologi (Heneseay, 2006). Med liten grad av pullbasert styring og/eller oppdatert informasjon, styres de ofte basert kun på planer og karakteriseres derfor av pushstyring.

3.2.2 Sanntidsstyring

Kommersialiseringen av RFID og tilgangen på sanntidsdata muliggjør økt grad av pullstyring basert på faktisk etterspørsel. Sanntidsstyring er, som navnet tilsier, basert på informasjon i sanntid – det vil si at informasjonen oppdateres kontinuerlig. Et system som kan samle inn og prosessere data innenfor gitte tidsbegrensninger, det vil si gi ”øyeblikkelig” respons, kan da klassifiseres som et sanntidssystem (Rossen, 2010). En annen definisjon som benyttes er:

Et sanntidssystem er et system der riktigheten av et resultat ikke kun er avhengig av den logiske riktigheten av en kalkulasjon, men også på tidspunktet resultatet er gjort tilgjengelig. (Gambier, 2004).

Begge definisjonene vektlegger at det ikke bare må være riktig resultat, men at resultatet også må bli gjort tilgjengelig innenfor gitte tidsbegrensninger (se Figur 12).



Figur 12 Elementene i sanntidsstyring

Figur 12 viser de ulike elementene som utgjør et sanntidsstyringssystem. Av definisjonene over går det frem at systemet skal prosessere og sortere maskinvare data innenfor gitte tidsbegrensninger. Systemet består da av maskinvare som fanger sanntidsdata, programvare som kan sortere og

prosessere dataen og gjøre den tilgjengelig for overordnede forretningssystemer som for eksempel Enterprise Resource Planning systems (ERP).

Netland et al., (2008) konkluderer med at framtidens styringssystemer vil være basert på kontinuerlig tilgang på sanntidsdata, i motsetning til dagens systemer som i hovedsak er basert på historisk data. Sanntidsstyring vil med andre ord ta over for planbasert produksjon, og på den måten eliminere behovet for planlegging i organisasjonene. Dette kan gi store gevinster for fremtidens bedrifter. Ved å vite faktisk etterspørsel, kapasitet, lager, produksjonsinformasjon osv, kan bedriftene agere og styre/ta beslutninger basert på sanntidsinformasjon. Tilgangen på denne informasjonen reduserer, som sagt, behovet for planlegging, prognoser og antagelser og muliggjør en mer effektiv ressursutnyttelse. Bedriftene kan i tillegg tilby samme informasjonen til kundene og dermed forbedre blant annet kundeservice og ordreprosedyrer.

For terminalen vil dette bety at driften ikke lenger styres av planer med potensielle feilkilder, men av faktisk behov i nettverket. Terminalen kan som et resultat oppnå mer effektiv ressursutnyttelse samt identifisere flaskehalser og problemområder i egen drift. De kan i tillegg få en bedre forståelse av kundens behov og ønsker, som kan bidra til et høyere servicenivå, økt kundelojalitet og økte markedsandeler.

3.3 Datafangstteknologi og standarder

Maskinvare som muliggjør sanntidsdatafangst er et av kravene for å oppnå sanntidsstyring (se Figur 12). Dette kapittelet presenter Radio Frequency Identification (RFID), som er en slik teknologi. Tanken bak RFID er å bruke trådløs kommunikasjonsteknologi for å identifisere unike merkede objekter og mennesker (Hunt et al., 2007). Alle identifiseringsmetoder som benytter radiobølger for å identifisere en unik komponent kan i prinsippet defineres som RFID teknologi (Collins, 2009).

Videre presenteres teknologien bak RFID, komponentene som muliggjør automatisk datafangst og standarder som muliggjør individuell merking av objekter. Til slutt presenteres fordeler og utfordringer knyttet til teknologien og hvordan den er i bruk i transportbransjen i dag.

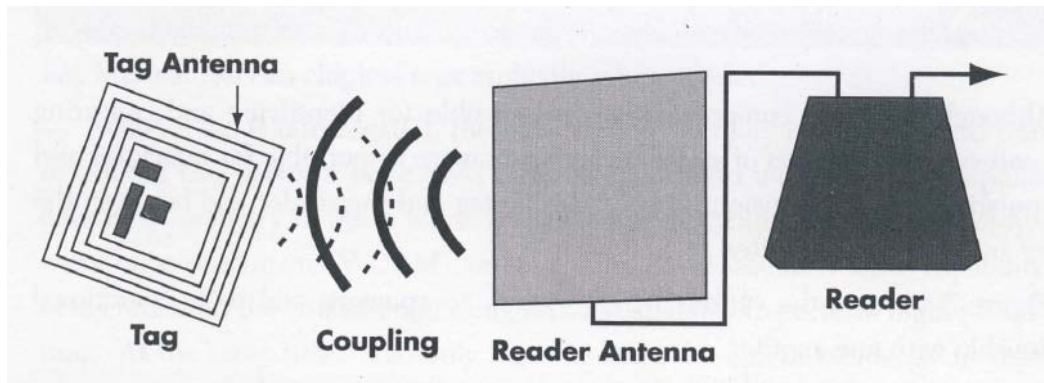
3.3.1 Teknologien bak RFID

"RFID er identifisert som en av de ti viktigste bidragsgivende teknologiene fra det 21 århundret" (Chaoa et al., 2007).

Tanken bak RFID er å feste en radiosender på et fysisk objekt for å spore denne i verdikjeden via (toveis) kommunikasjon mellom en sender (brikken) og en mottaker (leser). Dette betyr at et hvilket som helst objekt med en RFID brikke, innenfor rekkevidden til en lesere, automatisk blir identifisert og registrert uten at det krever manuell håndtering. Teknologien har uendelige applikasjonsmuligheter, men har vært lite utbredt i kommersielt bruk. Dette er nå i ferd med å forandre seg. Siden 1997 har årlig publisering om emnet økt med 1500 % (Chaoa et al., 2007) og flere bedrifter har implementert RFID med stor suksess.

Teknologien bak RFID er ikke en nyvinning. Den har vært brukt til å identifisere militært utstyr siden 2. verdenskrig (Schuster et al., 2007) og er den samme som benyttes i radiokringkasting (Bhuptani og Moradpour, 2005). Dette kan illustreres ved et eksempel. En radiostasjon kringkaster musikk via en sender, som koder dataen (musikk, stemmer osv) til radiobølger med en spesifikk frekvens. Et annet sted har en lytter en radio som kan dekode disse radiobølgene. Signalstyrken, og dermed

rekkevidden til signalet, bestemmes både av de geografiske omgivelsene og størrelsen og styrken til antennen i begge ender av kommunikasjonslinken. Ved bruk av RFID teknologi vil senderen til radiostasjonen fungere som en RFID brikke eller tag og radioen vil fungere som en RFID leser. RFID antennen bestemmer rekkevidden på signalet. (Bhuptani og Moradpour, 2005). Dette er vist i Figur 13.



Figur 13 Forbindelse mellom brikke, leser og antenne (Bhuptani og Moradpour, 2005)

Dataoverføringen skjer når det er kontakt mellom brikken og leseren (coupling) som vist i Figur 13. Denne kontakten krever ikke en siktelinje slik som er tilfelle for strekkoder (Hunt et al., 2007).

Et fullverdig RFID system består av mer enn bare leser og brikke (maskinvaren, vist i Figur 13). I tillegg trengs det programvare som kan styre og manipulere dataoverføringen mellom maskinvaren og vertsdatabasene (Bhuptani og Moradpour, 2005). Systemet kan da deles inn i tre basiskomponenter (Hunt et al., 2007), som vist i Figur 14.

1. En brikke (også kalt transponder) som består av en halvledende databrikke, en antenne og, noen ganger, et batteri.
2. En leser (også kalt interrogator) som består av en antenne, en RF-elektronikkenhet og en kontroll-elektronikkenhet.
3. En kontrollør (også kalt host) som vanligvis er en pc eller en arbeidsstasjon som kjører database og kontrollprogramvare.

Disse tre basiskomponentene kan i tillegg kobles opp mot et overordnet styringssystem som vist i Figur 12 og Figur 14.



Figur 14 Komplette RFID system (JESIC, 2008)

3.3.2 Brikke

I sin enkleste form består RFID brikken av en elektronisk databrikke og en antenne (se Figur 13). Oppgaven til brikken er å lagre data og, når den er innenfor rekkevidden, å overføre data til leseren (Hunt et al., 2007). EPCglobal, som jobber med standardisering av RFID teknologi, har klassifisert brikkene i 5 klasser (se Tabell 2). Egenskapene til brikkene varierer fra klasse 1, som er enkle brikker med begrenset lagringskapasitet som kun kan leses (Read only (RO)), til klasse 5, som er brikker med stor lagringskapasitet og som kan leses, skrives til (Read Write (RW)) og kommunisere med andre brikker og lesere.

Klasse	Brikke type	Egenskaper
1	PASSIV	Kun lesbare identifikasjonsbrikker
2	PASSIV	Tilleggsfunksjoner som ekstra minne og/eller kryptering
3	SEMI-PASSIV	Muligheter for bredbåndskommunikasjon
4	AKTIV	Muligheter for bredbåndskommunikasjon med andre aktive brikker eller lesere i samme frekvens nettverk
5	AKTIV	Er i prinsipp lesere. Kan forsyne klasse 1,2 og 3 med strøm og kommunisere med klasse 4 og 5 brikker

Tabell 2 EPC-klassifiseringer av RFID brikker (Schuster et al., 2007)

Tabell 2 definerer tre ulike brikker, aktiv, passiv og semi-passiv. Aktive brikker har en tilknyttet strømkilde, for eksempel et batteri. Når brikken kommuniserer med leseren trekker den strøm fra strømkilden på samme måte som en mobiltelefon bruker et batteri (Hunt et al., 2007). Passive brikker behøver ikke en tilkoblet strømkilde. Brikken utnytter i stedet elektromagnetiske signaler fra leseren (tilbakespredning) for å overføre data (Bhuptani og Moradpour, 2005). Semi-passive brikker er på mange måten en hybrid mellom aktive og passive brikker. Brikken har en strømkilde, men i motsetning til den aktive brikken bruker den ikke strømkilden til å kommunisere med leseren (Bhuptani og Moradpour, 2005). Batteriet brukes til å drive elektronikken (for eksempel sensorer) knyttet til brikken (Hunt et al., 2007).

De ulike brikkene har ulike egenskaper (se Tabell 3)

	Aktiv	Passiv	Semi-passiv
Strømkilde	Batteri	Induksjon	Batteri og induksjon
Rekkevidde	Opp mot 30 m	3 - 7 m	Opp mot 30 m
Posisjoneringsinformasjon	Dårlig	God	Dårlig
Frekvens kollisjon	Høy	Medium	Høy
Lagringskapasitet	< 32 kb (RW)	2 kb (RO)	<32 kb (RW)
Kostnad	5 - 100 \$	0,07 - 1,10 \$	Ukjent

Tabell 3 Sammenligning av ulike RFID brikker (Schuster et al., 2007)

På grunn av strømkilden er aktive brikker betydelig dyrere og større enn passive brikker. De har også en begrenset levetid som følge av batteriet. På den andre siden har aktive brikker mye større avlesningsrekkevidde (normalt ca 30 meter), mer nøyaktig avlesning, bedre prosesseringsegenskaper og mer detaljert informasjonsutveksling enn passive brikker (Bhuptani og Moradpour, 2005). Den lange rekkevidden til brikken kan føre til at signalet kolliderer med andre signaler (mobiltelefon, radio med mer) og at signalet derfor ikke oppfattes av leseren. Typiske bruksområder for aktive

brikker er sporing av objekter av høy verdi (for eksempel militært utstyr) over lengre avstander eller i omgivelser som krever en mer robust og/eller nøyaktig brikke (Bhuptani og Moradpour, 2005).

Passive brikker har en begrenset signal rekkevidde, normalt 5 – 7 meter. De krever derfor en kraftigere leser enn aktive brikker (Schuster et al., 2007). De er billigere og mindre, noe som har vist seg å være avgjørende for bred kommersiell bruk av RFID. Typiske applikasjonsområder for passive brikker er sporing av dyr, automatisering av industrielle prosesser, adgangskontroll og kapitalforvaltning (Bhuptani og Moradpour, 2005).

Semi-passive brikker bruker ikke batteriet for å kommunisere med leseren og levetiden er derfor lengre enn hos aktive brikker. Brikken er fremdeles relativt ny i markedet, men viser stort potesial for fremtidig anvendelse (Schuster et al., 2007).

3.3.3 Leser

Leseren er en liten datamaskin som fungerer som en "bro" mellom brikken og kontrolløren. Den består av består av tre deler; en antenne, en radiofrekvens (RF)elektronikkenhet som kommuniserer med brikken og en kontrollelektronikkenhet som kommuniserer med kontrolløren. Leseren utfører kun et par basisfunksjoner (Hunt et al., 2007):

- Lese dataen lagret på RFID brikken
- Skrive data til brikken (RW brikker)
- Overbringe data til og fra kontrolløren
- Forsyne brikken med strøm (passive brikker)

I tillegg til basisfunksjonene kan mer komplekse lesere utføre tre kritiske tilleggsfunksjoner (Hunt et al., 2007):

- Antikollisjonstiltak – sikre samtidig RW-kommunikasjon med flere brikker
- Verifisere brikker – hindre bedrageri eller uautorisert tilgang til systemet
- Kryptering av data – beskytte dataintegriteten

3.3.4 RFID kontrolløren

Kontrolløren er "hjernen" i et RFID system og består som regel av en PC eller en arbeidsstasjon, og/eller et nettverk av disse (Hunt et al., 2007). Den kommuniserer med et nettverk av lesere og prosesserer informasjon hentet fra disse. Informasjonen kan så kobles opp mot overordnede IT systemer, for eksempel Enterprise Resource Planning (ERP) eller lagerstyringssystemer. Eksempler på applikasjonsområder kan være (Hunt et al., 2007):

- Føre lagerbeholdning og varsle underleverandører når beholdningen er lav (handelsapplikasjon)
- Spore en gjenstand gjennom et system og gi mulighet for å omdirigere den/de (eks industriapplikasjon, transport osv.)
- Bekrefte identitet og gi adgang (sikkerhetsapplikasjon)
- Debitere en kunde/konto (salgsapplikasjon)

3.3.5 Individuell merking med Electronic Product Code (EPC)

For at RFID skal kunne benyttes er det nødvendig med en standardisert merking som skiller objektene fra hverandre – individuell merking. Universal Product Code (UPC eller strekkoder) har vært i bruk for å oppnå nettopp dette i over 25 år og er en av de mest suksessrike standardene noensinne utviklet (Brock, 2001). Strekkoden er et elektronisk lesbart merkesystem, der kombinasjoner av tykke og tynne streker representerer ulike sifre (se Figur 15). Lesingen foregår meget raskt og nøyaktig ved hjelp av en laserscanner eller lyspenn (Store Norske Leksikon, 2010).



Figur 15 Strekkoden (UPC) (Brock, 2001)

Strekkoden har vært en stor suksess, men utviklingen av internett, informasjonsdigitalisering og økende globalisering tilbyr helt nye muligheter for individuell merkning og sporing av objekter. Electronic Product Code (EPC) kan kalles en videreutvikling av strekkoden. Den muliggjør unik identifisering av objekter gjennom hele livssyklusen (Brock, 2001).

EPC er i praksis et elektronisk serienummer på samme måte som strekkoden (se Figur 16)



Figur 16 EPC serienummer (Brock, 2001)

Nøkkelen til EPC er at informasjonen ikke er lagret på brikken, men på et eksternt datanettverk. Serienummeret (Figur 16) fungerer som en pekepinn til supplerende informasjon som er tilgjengelig via internett (Schuster et al., 2007). For å gjøre dette mulig må dataen sorteres og lagres i et åpent format slik at bedriften kan dele informasjonen både internt og eksternt. Physical Markup Language (PML) sammen med Object Name Service (ONS) er nøkkelen til å få til dette. PML er et nettbasert "språk" som standardiserer måten fysiske objekter og prosesser beskrives på, slik at informasjonen kan benyttes av flere personer eller aktører (Schuster et al., 2007). ONS er "limet" som kobler EPC med den tilhørende PML datafilen (Brock, 2001).

For å oppsummere; EPC identifiserer objektet, PML beskriver objektet og ONS kobler disse sammen. Sammen danner de et fullverdig og fleksibelt system som, på samme måte som internett, kan krysse både bedrifts- og landegrenser. Brikker og lesere er komponentene som muliggjør RFID implementering i stor skala, men for en vellykket implementering kreves det i tillegg andre systemkomponenter (Schuster et al., 2007). For at bedrifter skal implementere RFID er det viktig at

kostnadene er så lave som mulig. Ved å benytte EPC trenger ikke RFID brikkene å ha stor lagringskapasitet og bedriften får dermed lavere investeringskostnader.

3.3.6 The internet of things

The Internet of Things (IoT) er en "virtuell kopi" av virkeligheten. Ideen bak IoT er å skape et nettbasert nettverk av hverdagslige fysiske objekter som kan kommunisere med hverandre og utveksle informasjon i sanntid. Visjonen er "... å skape en verden der alle ting – fra jumbojeter til synåler – er koblet til "the Internet of Things" (DG INFOS og EPoSS, 2008). RFID teknologi og EPC merking gjør dette i dag mulig.

For en terminal vil IoT bety at alt, fra kraner og lastebiler til hjelmer og sko, har en "identitet" på internett og kan identifisere og kommunisere med hverandre. Ting kan frakte seg selv, ved å kommunisere med for eksempel Globale Posisjoneringsystemer (GPS), ting kan konsultere med kunden før beslutninger om økt kostnad eller endret standard på produktet tas, mulighetene er endeløse. IoT vil åpne for helautomatiserte verdikjeder og lagerhus, og kunden vil kunne overvåke hele prosessen i sanntid (DG INFOS og EPoSS, 2008).

Det er selvfølgelig en rekke utfordringer knyttet til IoT, som standardisering, energibehov, vern av privatlivet osv. Dette kapittelet er ment som en pekepinn for fremtidens muligheter knyttet til RFID og EPC, og disse utfordringene vil ikke bli diskutert videre her.

3.3.7 Fordeler ved RFID

Implementeringen av RFID teknologi kan føre til en rekke gevinster både internt og eksternt i bedriften. Oppgaven fokuserer på interne gevinster og tre viktige fordeler med RFID er presentert under.

3.3.7.1 Lesbarhet

En av hovedfordelene med RFID er automatisk datafangst. For å kunne lese av for eksempel strekkoden, må leseren ha siktslinje og avstanden mellom dem må være liten. RFID leseren har en betydelig større rekkevidde og krever ikke en siktslinje. Det betyr at så lenge det merkede objektet befinner seg innenfor leserens rekkevidde vil den automatisk registreres selv om det er fysiske objekter som blokkerer siktslinjen. En annen fordel er lesehastigheten. RFID leseren kan registrere flere brikker samtidig og opptil 40 brikker pr. sekund.

Teknologien kan derfor effektivisere både arbeid og materialflyt samtidig som den reduserer antall fysiske håndteringene og dermed mulige manuelle feil (Regattieri et al., 2007).

3.3.7.2 Sanntidsinformasjon

En annen fordel er tilgangen på sanntidsinformasjon. Det merkede objektet vil, så lenge det er innenfor rekkevidden til en leser, bli lest. Resultatet er at den tilgjengelige informasjonen, i større grad enn før, er i sanntid og bedriften kan kartlegge driften på en helt ny måte. Innsikt i faktisk materialflyt og identifisering av problemområder er en av de store fordelene med RFID teknologi. Med denne informasjonen kan bedriften forbedre planlegging, styring og generell drift.

3.3.7.3 Individuell merking og sporing

Utviklingen av Electronic Product Code og mulighetene det gir for individuell merking og sporing av objekter gjennom livsløpet, er ikke unikt. Det er i teorien mulig å gjøre med strekkoder, men det vil ikke være lønnsomt på grunn av arbeidet gjennomføringen vil kreve. RFID gjør dette lønnsomt.

Bedrifter kan følge et produkt fra produksjon til bruk og tilbake til gjenvinning. Informasjonen kan benyttes på ulike måter og gi gevinster innenfor blant annet lagerstyring, kundeinformasjon, feil i produksjon osv (Staake et al., 2005).

3.3.8 utfordringer knyttet til RFID

RFID teknologien er fremdeles ung og har, som all annen teknologi, noen utfordringer som må evalueres ved implementering. Under er fire utfordringer presentert.

3.3.8.1 Pris

En av hovedutfordringene knyttet til RFID implementering er kostnaden for selve maskinvaren og driften av systemet. Prisen på leseren er i dag sammenlignbar med for eksempel strekkodeleseren (Vevle, 2010), men brikkene er fremdeles relativt kostbare. En fullskala implementering på, for eksempel en terminal, vil kreve mange lesere og mange hundre, om ikke tusen, brikker. Det representerer en stor investering og er en av hovedgrunnene til at RFID teknologien i dag ikke brukes i stor skala (Wu et al., 2006). Det positive er at denne kostnaden er på vei ned.

I tillegg til kostnadene knyttet til anskaffelse av maskinvaren, kommer programmering og vedlikehold av systemet.

3.3.8.2 Tekniske utfordringer

Det er flere tekniske utfordringer med RFID teknologien. Lesbarheten av brikken kan bli forstyrret av blant annet metall og vann som absorberer radiobølgene (Wu et al., 2006). Flere firmaer har hatt problemer med dette, men flere har også funnet løsninger (for eksempel Cargo Tag, se Motorola, 2007).

Plassering av brikken er en annen teknisk utfordring. Hvis brikken plasseres feil vil den ikke kunne leses av på normal måte (se Wu et al., 2006). Leseren kan også ha problemer med kollisjon av brikkesignaler. Disse utfordringene er i dag mulige å løse ved riktig valg av system, men det er viktig at de vurderes ved implementering.

3.3.8.3 Standardisering

Mangelen på en uniform globalt akseptert standard mangler fremdeles. Det finnes i dag en rekke standarder, avhengig av hva man skal bruke RFID teknologien til (Qiao et al., 2009). Hovedsakelig er det to firmaer som arbeider med å utvikle globale standarder, EPCglobal (presentert over) og International Standards Organization (ISO). Standardene er i dag verken fullstendige eller kompatible. Mange bedrifter har derfor nølt med å implementere RFID. Frykten er at de investerer i et kostbart system som i fremtiden ikke vil kunne benyttes (Wu et al., 2006).

3.3.8.4 Synliggjøring av gevinster

Økt synlighet i bedriften og verdikjeden er en av de størst fordelene med RFID teknologien. Utfordringen er at gevinstene fra økt innsikt i egen drift kan være vanskelige å beregne på forhånd og enda vanskeligere å kvantifisere. Ytterligere uavhengig forskning og kvantifisering av gevinstene knyttet til RFID trengs for å gi et bedre evalueringsgrunnlag for slike systemer.

3.3.9 RFID i transportbransjen

RFID er teknologien som muliggjør sanntidsstyring på terminalen, og den fleksible utformingen gjør at den kan implementeres i de fleste situasjoner og bransjer. På tross av dette er applikasjonene som benyttes i transportsektoren i dag snevret med relativt smale fokusområder (Qiao et al., 2009). Det er en generell mangel på litteraturstudier som kartlegger bruken av RFID i transportnæringen og uavhengig forskning som dokumenterer gevinstene av RFID.

Qiao et al. (2009) har identifisert tre områder innenfor transportbransjen hvor RFID i varierende grad er implementert:

- Identifisering
- Sikkerhet både med hensyn til adgangskontroll og sporing av farlig gods
- Drift

De ulike områdene vil ikke bli diskutert videre her, men fire caseeksempler er vist i kapittel 4 for å illustrere både gevinster og valg av system. Det er i dag bred enighet om at RFID applikasjoner vil ha en positiv effekt på transportnæringen, men at videre forskning på krav og utfordringer knyttet til transportsystemer ikke bare trengs, men haster (Qiao et al., 2009).

3.4 Terminalstyring og datafangst

Transportsystemer er en fullstendig integrert del av hverdagen til privatpersoner, bedrifter og samfunnet som en helhet. For bedrifter er en betydelig del av produktkostnaden knyttet til transport, og det er i tillegg en rekke samfunnspolitiske utfordringer knyttet til sektoren. Den norske regjeringen har derfor uttrykt et ønske om å flytte mer godstransport fra vei til bane. Effektive intermodale terminaler er nøkkelen for å oppnå dette.

I dag styres terminalen i hovedsak basert på planer av ulik karakter med lite sanntidsinformasjon og ingen sanntidsstyring. I løpet av de siste 10-20 årene har mange bedrifter gått bort fra den tradisjonelle planbaserte pushstyringen og gått over til den mer etterspørselsorienterte pullstyringen. Ved å ta pullstyringen et skritt lengre og basere seg på faktisk sanntidsetterspørsel, kan bedrifter og verdikjeder strømlinjeformes og om nødvendig skreddersy tjenester som møter kundens behov.

Informasjon er viktig for å kunne styre både bedrifter og verdikjeder. Sanntidsinformasjon krever automatisk datafangst slik at informasjonen kan fanges raskt opp og fordeles i bedriften og, om ønskelig, nettverket. Radio Frequency Identification (RFID) er en teknologi som muliggjør dette. RFID teknologien har potensial til å revolusjonere både enkeltbedrifter og samspillet mellom bedrifter, ved blant annet å tillate automatisk datafangst og deling av standardisert sanntidsdata (ved hjelp av EPC), både internt og eksternt. Kort oppsummert er de potensielle gevinstene:

- Forbedret lagerstyring / inventarkontroll
- Lavere kapitalbinding
- Økt synlighet både internt og eksternt
- Reduksjon av menneskelige feil i systemet – mer pålitelig data
- Forbedret planlegging og drift basert på sanntidsdata

Gevinstene vil variere med grad av implementering (enkel prosess, hele bedriften og/eller hele verdikjeden) og med hvilken teknologi som velges. Ved RFID implementering er det mange elementer som må vurderes (type brikke, leverandør, system osv).

RFID teknologien er fremdeles ung og verken bransjen eller løsningene/systemene er fullstendig utviklet (Wu et al., 2006). Det er derfor en rekke utfordringer knyttet til RFID. Kort oppsummert er disse:

- Kostnad
- Ulike tekniske utfordringer (lese igjennom metall og plast, kollisjon osv)
- Mangelfull standardisering
- Synliggjøring av gevinster

Kostnaden per brikke er på vei ned og de tekniske utfordringene kan løses ved riktig valg av teknologi og leverandør. EPC er presentert som en standard og denne gir gode muligheter for bedrifter som vil implementere et RFID system. Det kan være vanskelig å måle gevinster fra et RFID og sanntidsstyrt system og mer uavhengig forskning trengs derfor på dette området.

Det er stadig flere bedrifter som satser på automatisk datafangst for å muliggjøre en mer sanntidsstyrt bedrift. RFID er implementert i flere terminaler og havner og et utvalg av disse er presentert i kapittel 4. Her er både faktiske gevinster og løsninger presentert.

4 Case eksempler

For å illustrere gevinstene presentert i kapittel 3.3.7 og samtidig vise noen av løsningene som er i bruk i bransjen i dag, presenteres fire ulike case. Det finnes mange forskjellige løsninger og RFID kan implementeres på ulike nivåer både internt i selskapet og på tvers av verdikjeder. I denne oppgaven er fokuset på selve terminalen. Gevinster for den overordnede verdikjeden i de fire casene er derfor ikke studert.

En av hovedutfordringene knyttet til kartleggingen av relevante case, er tilgjengeligheten på informasjon. Casene bygger i hovedsak på "salgsinformasjon". "Salgsinformasjon" betyr at det er lite eller ingen informasjon om beslutningsgrunnlaget for implementeringen, tekniske spesifikasjoner, innsyn i implementeringsprosessen eller annen "sensitiv" bedriftsspesifikk informasjon. Informasjonen stammer fra leverandører av RFID eller korte artikler. Målet er å vise gode resultater og de forteller derfor lite om utfordringene i prosessen.

Casene er likevel tatt med fordi det er viktig å synliggjøre gevinstene knyttet til RFID for at bedrifter skal investere i ny teknologi. Kildene vil selvfølgelig farge resultatene noe, men resultatene er vurdert som relevante og interessante i forhold til oppgaven.

Tabell 4 viser hvilke case som er beskrevet i denne oppgaven.

Selskap	RFID implementering
1: Canadian National Railway (CN)	Bruker RFID til å spore og styre materialflyten inn og ut av terminalen og til å styre utlevering av chassis til kundene. Fokuserer på sporing av chassis og adgangskontroll til terminalen.
2: P&O Ports of Louisiana og CERES Gulf Inc	Bruker RFID til automatisk adgang for kunder til terminalområdet, i tillegg til dirigering av biler og containere. Fokuserer på effektivisering og sikkerhet.
3: Asia Airfreight Terminal Co LTD (AAT)	Bruker RFID til å styre hele terminalområdet med utgangspunkt i et Truck Control System. Adgangskontroll, styring av biler og containere, sporing osv.
4: Georgia Ports Authority (GPA)	Effektiviserer terminaldriften med RFID basert Automated Terminal Asset Management System. Fokuserer på sikkerhet og effektivisering av terminalen

Tabell 4 De fire case-eksemplene beskrevet i oppgaven

Casene presentert her er kun noen av mange havner, terminaler og aktører som har satset på RFID. For flere eksempler se IDTechEx RFID Knowledgebase (<http://www.idtechex.com/knowledgebase/en/nologon.asp>).

Casene som er valgt gir et godt bilde av hvordan RFID kan benyttes på en intermodal terminal. Case 1 og 2 har implementert RFID i et snevert område av driften. Fokuset her er på en bestemt prosess og dette passer med fokuset i denne oppgaven. Case 3 har et noe bredere perspektiv og er tatt med for å vise hvordan styringen av en enkelt prosess kan knyttes til styringen av andre prosesser. Tilslutt er et mer helhetlig styringskonsept basert på RFID presentert i case 4. Caset illustrerer hvordan sanntidsdata kan benyttes for å oppnå helhetlig styring på terminalen.

Casene beskrives kort, deretter følger en beskrivelse av de viktigste elementene i hvert case. På grunn av mangelfull bakgrunnsinformasjon om valg av teknologi og prosessene knyttet til implementeringen, er det vanskelig å se sammenhenger mellom bedriftenes utgangspunkt/behov og teknologivalg. Fokuset er derfor på resultatene og gevinstene av casene. Til slutt gis en kort oppsummering av resultatene fra dette kapittelet.

4.1 Case 1: Canadian National Railway (CN)

CN tilbyr intermodal frakt av gods fra Atlanterhavet og Stillehavet til Mexicogulfen. Selskapet driver flere intermodale terminaler i USA og Canada og Brampton terminalen i Toronto, Ontario er den største av sitt slag i Canada. CN slet med lang turn-over rate av godset (6 dager), tap av chassis, datafeil i systemet og dårlig faktureringsprosess mot kunde (O'Connor, 2006, Bell, 2010).

I et prøveprosjekt på Brampton terminalen satset CN på et RFID basert utleiesystem av chassis til sine kunder. De benyttet et system fra Bell Canada basert på passive Gen 2 Cargo brikker utviklet av Symbol for å tåle de mest ekstreme utendørsforhold (se Figur 17) og stasjonære lesere plassert i alle inn og utganger av terminalen. De har fått realisert gevinster i form av kontinuerlig overvåkning av ressurser – reduksjon av tap, halvert turn over-rate (6 - 3,6 dager), mer pålitelige og nøyaktige faktureringsprosesser mot kunde og generelt økt produktivitet og effektivitet på terminalen (O'Connor, 2006, Bell, 2010).



Figur 17 Passiv Gen 2 Cargo brikke fra Symbol (Motorola, 2007b)

På grunn av gode resultater på Brampton terminalen vil CN utvide konseptet til flere terminaler. De vurderer i tillegg flere andre RFID applikasjoner som sikkerhet og forbedret sporing av containere, både for egen del og for kundene (O'Connor, 2006).

4.1.1 Viktige elementer fra case 1

Canadian National Railway har automatisert utleien av utstyr (chassis) fra terminalen. Tidligere ble utstyret registrert manuelt ut av terminalen. Resultatet ble at både utnyttelsen og oversikten over utstyret var dårlig. Ved å automatisere og effektivisere prosessen ved hjelp av RFID, har de kuttet ned på antall chassis uten at det har påvirket volumet av behandlet gods. Ledelsen i CN sier følgende om det nye systemet og resultatene (Motorola, 2007a):

“Siden implementeringen av RFID systemet har vi opplevd nesten perfekte leseregistreringer som har resultert i økt utnyttelse og effektivisering av selskapets chassis, økt produktivitet og kostnadskutt.” Remy Benmiloud, CN Manager, IMX

“CN er kjent i bransjen som Nord Amerikas mest effektive jernbaneselskap målt i avkastningsgrad, ca 10 til 15 prosentpoeng bedre enn konkurrentene.” Mark Hallman, Director of Communications, CN

De viktigste elementene fra dette caset er:

- Automatisering av inn/ut registrering minimerer feil i systemet (fjerning av det menneskelige elementet)
- Oppdatert (sanntid) informasjon om plassering av utstyr optimerer utnyttelsen og dermed gevinsten
- RFID teknologien har begrensinger med hensyn til foreksempel metall (se 3.3.8), men ved å jobbe nært med leverandøren kan dette løses.

4.2 Case 2: P&O Ports of Louisiana og CERES Gulf Inc

Ceres Gulf og P&O Ports er begge operatører på Napoleon Avenue Container Terminal i New Orleans, USA. Terminalen er en del av The Port of New Orleans, en av verdens mest travle havner, og er en "state-of the art" havn med kapasitet på 366 000 TEU i året. Napoleon Avenue Container Terminal ble åpnet i 2003 og overtok da virksomheten fra den eldre France Road terminalen. For å møte forventet eksplosiv vekst ble det satset på RFID for effektivisere den daglige driften (N.C. Cuthbert, 2004).

Det mangler informasjon om dette er en aktiv eller passiv brikke, men systemet består av RFID leserne plassert ved alle inn og utganger til terminalen og brikker i bilene. Dette er koblet opp mot en webportal som kundene anvender. For å slippe å dirigere bilene manuelt inne på terminalen foregår kommunikasjon via radio, mobil og/eller videobeskjeder. Napoleonterminalen har fått realisert gevinster i form av økt effektivitet (flere transaksjoner pr. dag), økt kundetilfredshet, fordoblet kapasiteten (selv om Napoleon 75 % mindre enn France), økt turn over rate og færre feil i systemet (N.C. Cuthbert, 2004).

Systemet er webbasert, som vist på Figur 18, og bruker RFID for automatisk datafangst.



Figur 18 Div bilder fra Napoleon-GEM systemet (Bushey, 2009)

4.2.1 Viktige element fra case 2

Case 2 er et eksempel på adgangskontroll ved hjelp av RFID hos en havneterminal i New Orleans, USA. Napoleon-GEM systemet er et webbasert system hvor biler og personer, som vil ha adgang til systemet, må registrere seg på forhånd. Terminalen er blitt mer effektiv, registrerer færre feil og økt kundetilfredshet. Viktige elementer her er:

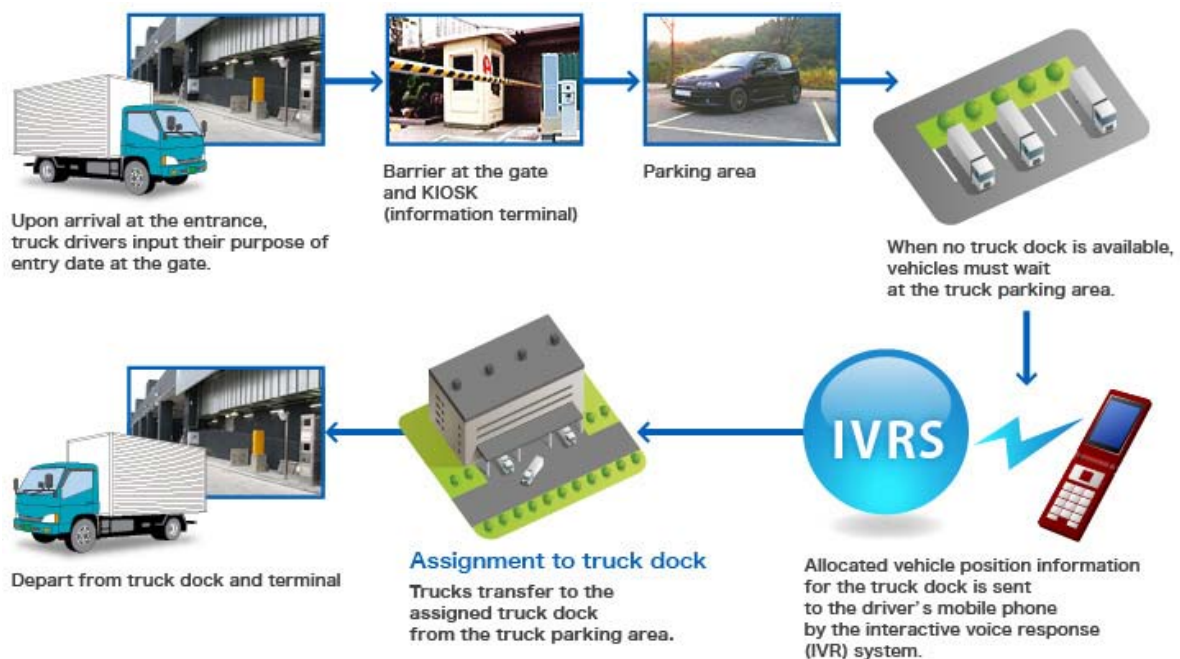
- RFID basert adgangssystem bidrar til å effektivisere driften av hele terminalen
- Automatisk datafangst eliminerer så godt som alle feil i systemet
- Kundene er åpne for nye systemer og har positive erfaringer

4.3 Case 3: Asia Airfreight Terminal Co LTD (AAT)

AAT driver med godsfrakt på fly og er den nest største aktøren i Hong Kong. Terminalen er lokalisert på Hong Kong Internasjonale flyplass. AAT slet med dårlig utnyttelse av terminalområdet og mangelfulle sikkerhetsrutiner. De ville effektivisere inn/ut kjøring av terminalen og tilby kundene sanntidsinformasjon, posisjon osv (NEC, 2009b, NEC, 2009a).

Terminalen var nyåpnet i 2007 og det ble satset på sanntidsstyring ved hjelp av blant annet RFID for å møte fremtidig vekst og for å møte de utfordringene som er nevnt over. Det mangler informasjon om dette er aktive eller passive brikker. Systemet er basert på lesere som er montert ved alle inn- og utganger av terminal området og RFID brikker plassert i vindusruten til lastebilene. AAT har fått realisert gevinster i form av effektivisert godshåndteringsprosess, redusert ventetiden ved inngang (7 - 8 minutter), økt kundetilfredshet og økt sikkerhet. Innsparingen, som følge av redusert bemanning på terminalen, er 8 millioner Hong Kong dollars (NEC, 2009a, NEC, 2009b).

Truck Control System vant "The Best EPC/RFID Implementation" (Gold Award) og "Most Innovative Use of EPC/RFID" (Bronze Award) i Hong Kongs første RFID-awards i 2008. AAT vurderer prosjektet som en suksess (NEC, 2009a). Figur 19 viser et oversiktsbilde av systemet.



Figur 19 Truck Control System oversikt (NEC, 2009a)

4.3.1 Viktige element fra case 3

Asia Airfreight Terminal har implementert et RFID basert Truck Control System. For å møte økt vekst i etterspørselen og for å effektivisere driften i rushtiden (kvelden), ville ledelsen i AAT effektivisere hele terminalområdet. Dette mener de selv å ha oppnådd og AAT er et godt eksempel for å illustrere gevinstene ved RFID implementering (NEC, 2009a). De viktigste elementene fra dette caset er:

- Sanntidsovervåking av biler og utstyr ved hjelp av RFID har effektivisert terminalen og gitt bedre utnyttelse av eksisterende areal og ressurser.
- Automatisk inngangskontroll og beskjeder til fører har redusert innsjekkingstiden og dermed effektivisert driften av terminalen
- Automatisert sanntidsovervåking av terminalområdet har resultert i forbedret sikkerhet og kostnadsutt i form av lavere bemanning.

4.4 Case 4: Georgia Ports Authority (GPA)

GPA er det administrerende organet for utvikling, drift og vedlikeholdet av fire havner i Georgia, USA. Garden City terminalen i Savannah er den største av dem og er den fjerde største i USA. Som med Napoleon er det forventet en eksplosiv vekst (fra 2 til 10 millioner containere pr år) de neste 10 årene. GPA satset derfor på automatisering og effektivisering ved hjelp av blant annet RFID (Chapin, 2007).

GPA satset på et terminaldekkende system kalt Automated Terminal Asset Management System (ATAMS). Systemet er basert på aktive brikker fra IDENTEC SOLUTIONS som GPA kjøpte brikkene og distribuerte den til kundene. De vurderte passive brikker, men fant ut at dette ikke dekket deres behov. Leserne er montert på kranene og ved inn og utgang fra terminalen. GPA har fått realisert gevinster i form av redusert inn-/utsjekkingstid av terminalen (opptil flere timer daglig), økt kapasitet på terminalen, økt synlighet i daglig drift og forventet økt sikkerhet i fremtiden (Chapin, 2007).

IDENTEC SOLUTIONS har vunnet flere priser for denne teknologien, og den er implementert på flere store terminaler som Jebel Ali container terminal i Dubai (<http://www.rfidjournal.com/article/print/5130>) og flere terminaler i Australia (<http://www.rfidjournal.com/article/view/5086>).

4.4.1 Viktige element fra case 4

Case 4 presenterer et system som er vellykket implementert på flere havner rundt om i verdenen. Som i case 2 og 3 var det for å møte en fremtidig vekst at selskapet ville effektivisere driften av terminalområdet og tok i bruk RFID. Selv om RFID løsningene fra de andre casene er del av et større system, har GPA her satset på et helhetlig terminalstyringssystem som anvender RFID. Viktige elementer fra dette caset er:

- RFID gir økt innsikt i den daglige driften og bidrar til å identifisere problemområder og forbedringstiltak
- Økt effektivitet ved bruk av RFID muliggjør økt kapasitet

Sanntidsinformasjon kan benyttes til å styre hele terminalen og å gi et forbedret beslutningsgrunnlag

I tillegg vil det, for alle fire casene, være verdikjedegevinster som følge av RFID implementeringen. Økt synlighet, økt kommunikasjon og deling av data er alle elementer som kan gi grunnlag for økt

samarbeid i verdikjeden. Som nevnt i kapittel 3.1.3 er en intermodal terminal en del av et større nettverk og samarbeid kan gi positiv effekt for alle aktørene (Austrud, 2009).(Austrud, 2009)

4.5 Hva er relevant for Alnabruterminalen

De fire bedriftseksemplene har implementert RFID i varierende grad. Informasjonen er noe mangelfull da den er basert på "salgsinformasjon". Den gir derfor ikke innsyn i beslutningsgrunnlag for vurderinger som ble gjort i planleggingsfasen eller erfaringer fra implementeringsfasen av RFID.

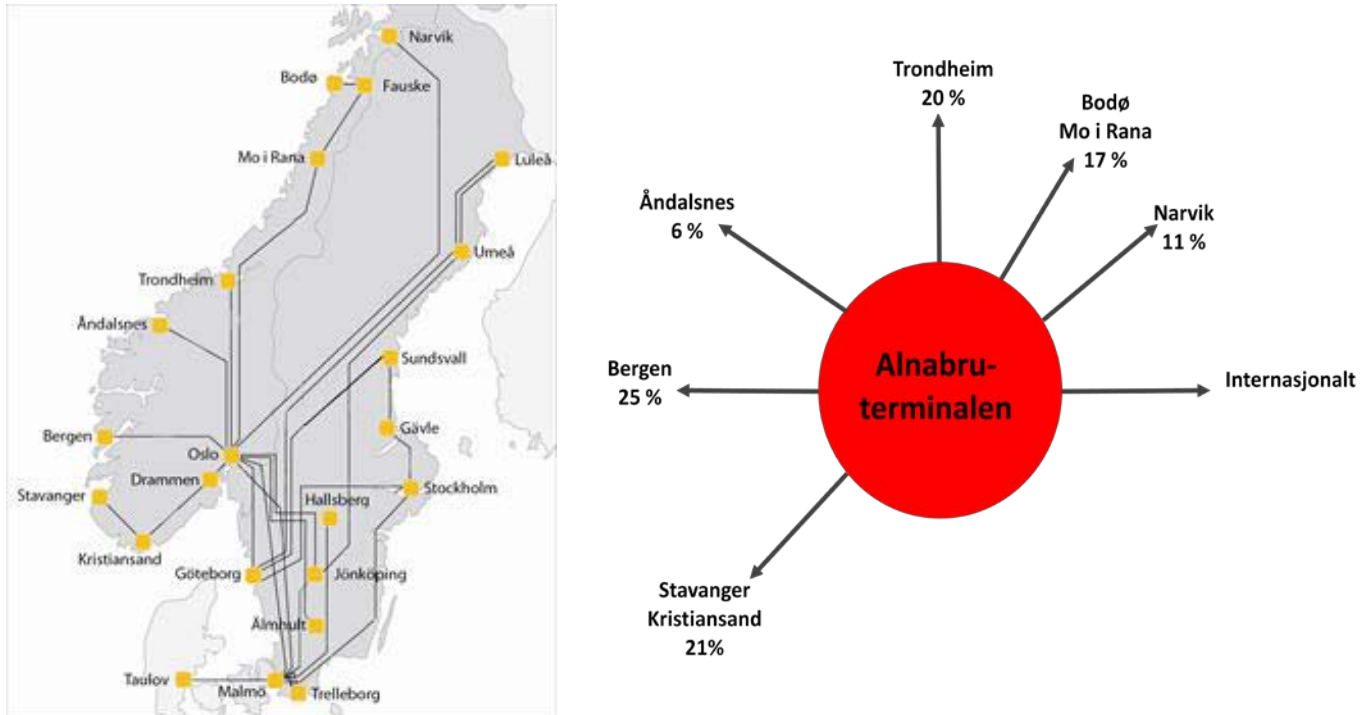
Samtlige bedrifter rapporterer positive gevinster som et resultat av RFID implementeringen og prosjektene ansees som en suksess. I hovedsak er det økt effektivitet og produktivitet, økt kundetilfredshet, færre feil, økt og forbedret sikkerhet og økt synlighet samt bedre beslutningsgrunnlag som er de rapporterte gevinstene.

De ulike casebedriftene illustrerer ulike poeng som er relevant for denne oppgaven. I case 1 og 2 er det fokus på en bestemt prosess. Case 2 er det som ligner mest på problemstillingen til denne oppgaven - automatisering og sanntidsstyring av gate in/gate out. Viktige poeng fra dette caset er at en effektivisering her kan ha en positiv effekt på hele terminalen og at kundene er åpne til å prøve nye systemer.

Case 3 og 4 omfatter en større del av terminalen. Viktige poenger her er at sanntidsstyring kan benyttes for å oppnå helhetlig styring av terminalen, at effektivisering ved hjelp av RFID fører til økt kapasitet og at økt synlighet kan være med å identifisere og kutte ikke-verdiskapende prosesser. Poengene fra dette kapittelet vil bli diskutert videre i kapittel 6.

5 Kartlegging av Alnabruterminalen

Alnabruterminalen er en intermodal godsterminal som er lokalisert i Grorud dalen i Oslo. Den har en ideell plassering i forhold til de kundene den betjener (Askildsen, 2009). Terminalen er knutepunktet for godstransport på bane i Norge (se Figur 20a), har forbindelser til de fleste store byene (se Figur 20b). Ca 90 % av alt gods transportert på bane er innom Alnabruterminalen (SINTEF, 2009).



Figur 20 a) Banenett for godstransport i Norge (CargoNet, 2009b) b) Fraktkorridorer i Norge med godsfordeling (SINTEF, 2009)

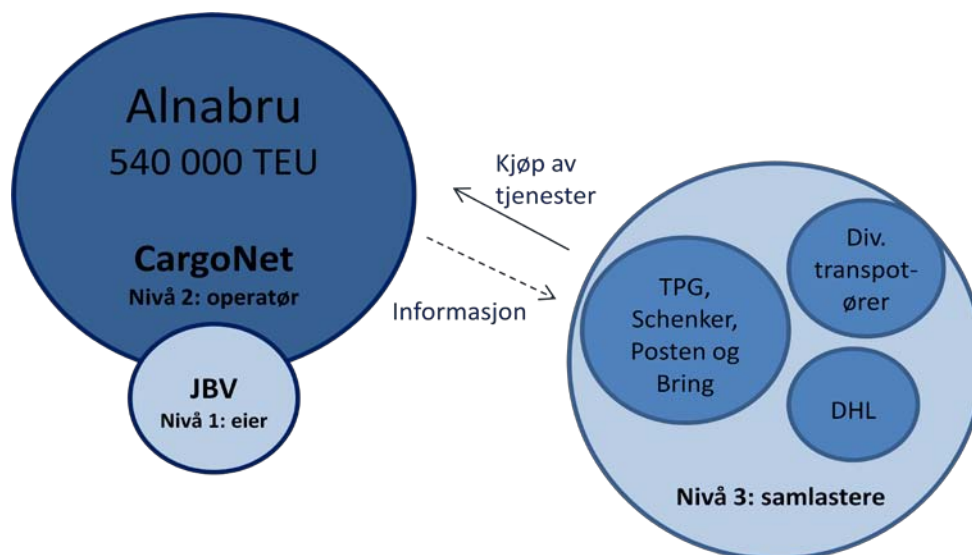
Som det viktigste knutepunktet for godstrafikk på bane, er effektiv drift av Alnabruterminalen høyt prioritert i Nasjonal Transportplan 2010-2019. Oppgaven fokuserer på hvordan terminalen kan utnytte ny teknologi (RFID) for å automatisere datafangst og få tilgang på sanntidsdata når gods flyttes inn og ut av terminalen. For å forstå hvordan terminalen fungerer i dag og for å identifisere forbedringsmuligheter, ble det 16. mars 2010 gjennomført et besøk på terminalen. Dette kapitlet er resultatet av dette besøket og e-post utvekslinger våren 2010 med terminalsjef på Alnabru, Morten Knudsen.

Først presenteres logistikknettverket knyttet til terminalen. Så er CargoNet, som er operatør på Alnabru, presentert sammen med dagens layout av gate in/gate out og dagens løsninger for datafangst.

5.1 Alnabruterminalen – en del av et større nettverk

Alnabruterminalen er en intermodal terminal som beskrevet i kapittel 3.1.1, og er derfor del av et større logistikknettverk. Nettverket består av aktører med forskjellige ansvarsområder.

Aktørene deles inn i tre nivåer (se Figur 21). Jernbaneverket (JBV) (nivå 1), som er underlagt Samferdselsdepartementet, eier den fysiske infrastrukturen på Alnabruterminalen og har ansvar for tilrettelegging av spor. I tillegg er det JBVs ansvar å drifte og vedlikeholde jernbanenettet i Norge, samt varsle om avvik på oppsatte togtider. CargoNet (CN) (nivå 2) er ansvarlig for driften av selve Alnabruterminalen. Hovedvirksomheten er containertransport på kombinasjonstog. CN eier i tillegg togstammer og lastebærere knyttet til terminalen. CN har normalt ikke direkte kontakt med sluttkunden (kjøper/selger av transportenheten), men selger sine tjenester til en rekke ulike samlastere (nivå 3) eller transportører. En samlaster er definert som et foretak eller en bedrift som sammenstiller gods fra forskjellige kunder/enheter og videresender godset til forskjellige mottakere et annet sted (Statistisk sentralbyrå, 2009). I Norge kontrollerer 5 store samlastere hovedtyngden av markedet. Bring, Posten, TollPost Globe (TPG), DHL og Schenker står til sammen for 75 % av godsomsetningen gjennom Alnabruterminalen (CargoNet, 2010b).



Figur 21 Aktørene i nettverket knyttet til Alnabruterminalen

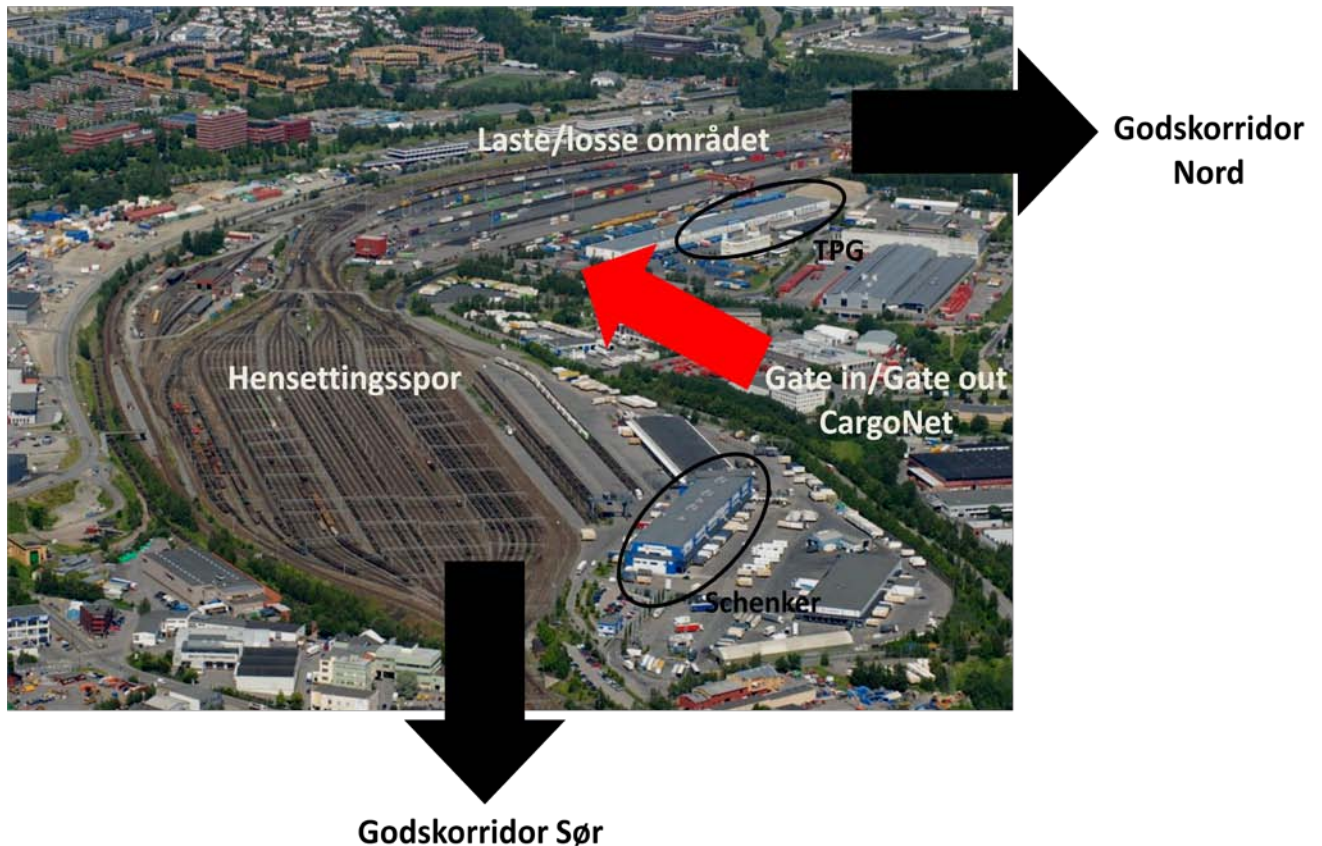
5.2 Alnabruterminalen

Terminalen behandler ca 540 000 twenty-foot equivalent unit (TEU) årlig. Det er 120 ansatte på terminalen og de behandler ca 50 tog hver dag (ca 2000 TEU). Mer enn 1500 trailere kjører daglig inn og ut av terminalen for å hente eller levere containere. CN tilbyr i dag primært sentralterminal og terminalrelaterte tjenester, som lasting/lossing, lagring, håndtering og fysisk transport av godset.

Figur 22 viser et flyfoto av Alnabruterminalen. Gate in/gate out er markert med rødt, og stykkgodsterminalene til Schenker og TPG er markert med en sort ring. Som vist av figuren er disse samlasterne lokalisert inne på terminal området og har egen innkjøringsfil.

I hensetningsområdet blir togstammene organisert og gjort klar for lasting. De blir så kjørt til laste/losse området som er plassert direkte innenfor gate in/gate out. Biler som kommer for å hente/levere containere kjører direkte til "perrongen" hvor containerne blir lastet/losset på toget.

Godskorridor Nord sender/mottar tog fra Trondheim, Bodø, Narvik og Sverige, mens godskorridor Sør sender/mottar tog fra Kristiansand, Stavanger, Bergen og kontinentet.



Figur 22 Flyfoto av Alnabru terminalen (CargoNet, 2010b)

Den videre beskrivelsen av Alnabru terminalen er tredelt.

- Først er selve gate in/gate out på terminalen kartlagt (markert med rødt). Fokuset er på layout og ulike ankomstmuligheter for kundene.
- Deretter er informasjonsfangsten knyttet til gate in/gate out hos CargoNet kartlagt. Det er her vist hvilke IT systemer som benyttes i dag.
- Til slutt er det kartlagt hvilke krav CargoNet stiller til et nytt system basert på RFID

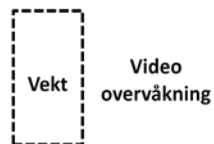
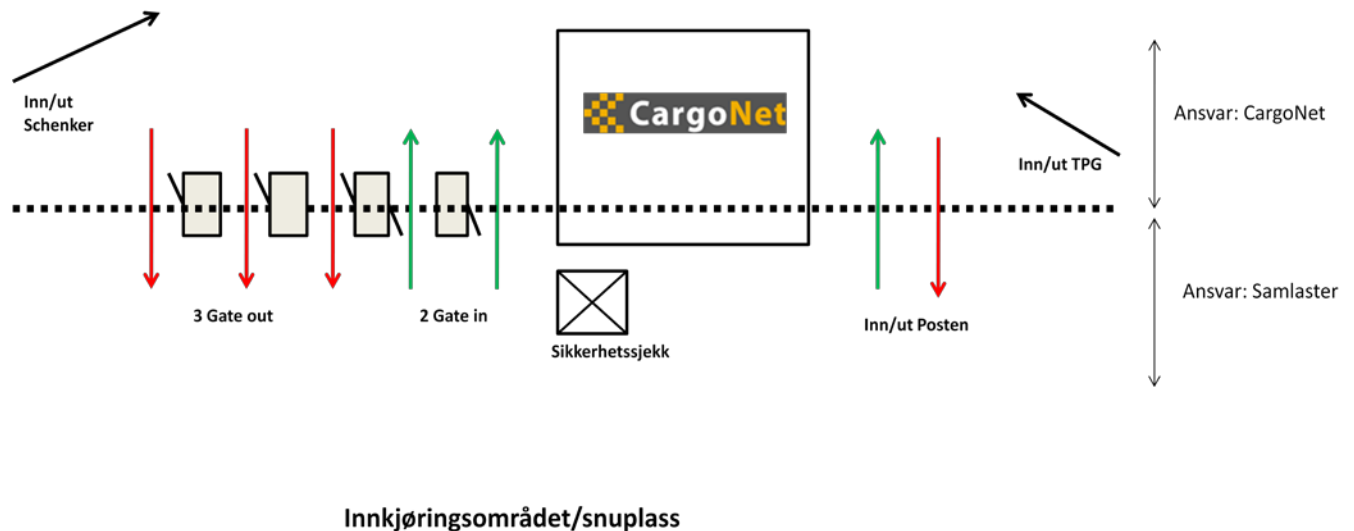
5.2.1 Gate in/gate out – Layout og prosedyrer

Figur 23 viser et forenklet bilde av gate in/gate out slik den fungerer på terminalen i dag.

Det er fire ting som er verd å legge merke til ved Figur 23:

- Schenker, TollPost Globe og Posten har egne innganger og må (normalt) ikke gjennom gate in/ gate out for å få tilgang til terminalen.
- Det er totalt 3 innsjekkingsfiler (markert i grønt) og 4 utsjekkingsfiler (markert med rødt).
- Den stiplede streken viser hvor godset skifter fra å være de individuelle samlasternes ansvar til å bli CargoNets ansvar.
- En nedgravd vekt er installert ved innkjøringen til gate in/gate out

Det er i tillegg en manuell sikkerhetssjekk ved gate in/gate out. To ansatte er plassert her og sjekker at containerne er uten skader og forsvarlig sikret før de kjører inn på terminalen. CargoNet kaller dette en kommersiell sikkerhetssjekk og formålet er at eventuelle skader skal oppdages før containeren kjører gjennom gate in og blir CargoNets ansvar.



Figur 23 Forenklet bilde av gate in gate ut på Alnabruterminalen

Videre følger en nærmere beskrivelse av layout og prosedyrer i gate in/gate out og depot.

5.2.1.1 Gate in

Tilgang til Alnabruterminalen for å levere containere kan skje på to måter

- Direkte tilgang til terminalen
- Gjennom gate in

Posten, Schenker og TollPost Globe har direkte tilgang til terminalen. Schenker og TPG er lokalisert inne på selve terminalområdet (se Figur 22) og er det CargoNet kaller internkunder. Det vil i prinsippet si at de har direkte tilgang til terminalområdet og slipper å kjøre gjennom gate in (se Figur 23). Dette gjelder kun 20'-25' containere som er forhåndsbestilt gjennom den nettbaserte løsningen CargoNet tilbyr kundene sine (se Figur 28). Det betyr at TPG og Schenker selv har ansvar for at vekt osv stemmer med nettbestillingen.

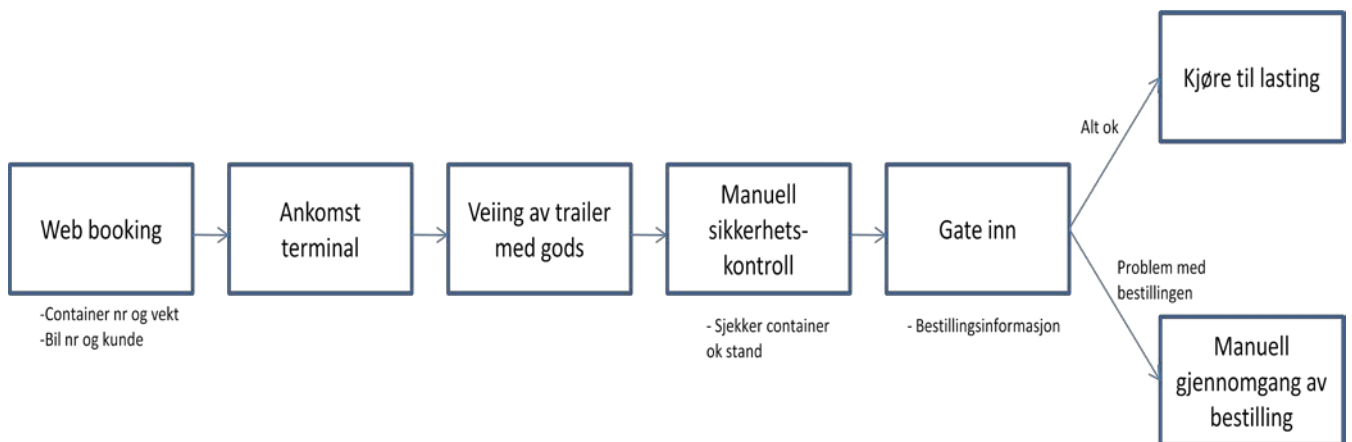
Posten er ikke lokalisert inne på terminalen og kalles derfor modifisert storkunde. Det vil si at de kan kjøre 20'-25' forhåndsbookede containere direkte inn på terminalen via filene til høyre på Figur 23. Disse 3 samlasterne vil alle kalles direkteinnkjøringskunder i resten av oppgaven.

Containerne fra direkteinnkjøringskundene blir ikke registrert inn på terminalen. CargoNet vet at de skal på et bestemt tog, men de vet ikke når containerne ankommer terminalen eller hvor lenge de vil befinne seg inne på terminalområdet. Figur 24 viser en grov skisse av innsjekkingen til Posten, Schenker og TPG. Ca 50 % av godset ankommer terminalen på denne måten.



Figur 24 Innsjekking for forhåndsreservert 20' container for direkteinnkjøringskundene

Den andre måten å få tilgang til terminalen er gjennom gate in (se Figur 23). De resterende kundene, samt farlig gods og andre lasteenheter enn 20'-25' containere (resterende 50 % av godset), må registreres inn på denne måten. Figur 25 viser en grov skisse av hvordan dette gjennomføres.



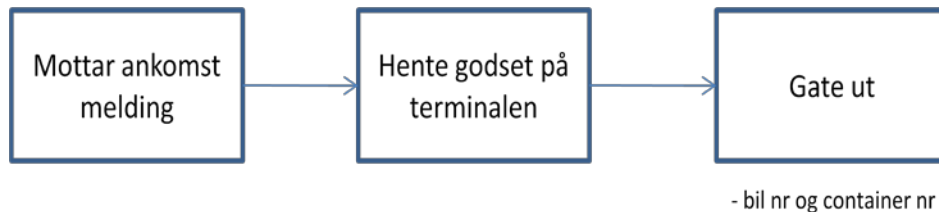
Figur 25 Gate in

Når traileren med containeren ankommer terminalen blir den veid inn på en nedgravd vekt. Deretter gjennomgår den en manuell sikkerhetssjekk. Dersom alt er forsvarlig sikret og containeren ikke har noen skader, kjører traileren til gate in. Gate in er en bod, sammenlignbar med en typisk bompengestasjon. En ansatt sjekker bestillingen og bilen får beskjed om hvilken vogn containeren skal på. Hvis bestillingen ikke er registrert eller det er avvik fra bestillingen, må bilen kjøre inn til siden og vente til bestillingen er i orden.

5.2.1.2 Gate out

På samme måte som med gate in, slipper direkteinnkjøringskundene å kjøre igjennom gate out. De mottar en ankomstmelding fra CargoNet og kan da kjøre direkte inn på terminalen å hente godset. Godset blir derfor ikke registrert ut av terminalen og CargoNet vet ikke når disse containerne forlater terminalområdet.

De resterende kundene må sjekke hentet container ut gjennom gate out. Figur 26 viser en grov skisse over prosessen.



Figur 26 Gate out

Trailerne stopper i gate out og oppgir container nummer slik at denne kan registreres ut av systemet. Hvis containeren ikke finnes i systemet blir den manuelt registrert og lagt inn i systemet på slutten av dagen. Hver dag er det ca 30 % av containere som ikke finnes i systemet.

CargoNet registrerer i dag ikke tomme biler som ankommer eller forlater terminalområdet. En tom bil som kommer for å hente gods kan med andre ord kjøre direkte inn på terminalen uten å bli registrert. Det samme gjelder for en tom bil som har levert gods. Denne sjekkes ikke ut av terminalområdet, men kjører direkte ut. CargoNet vet derfor ikke hvem og hva som befinner seg på terminalområdet til enhver tid.

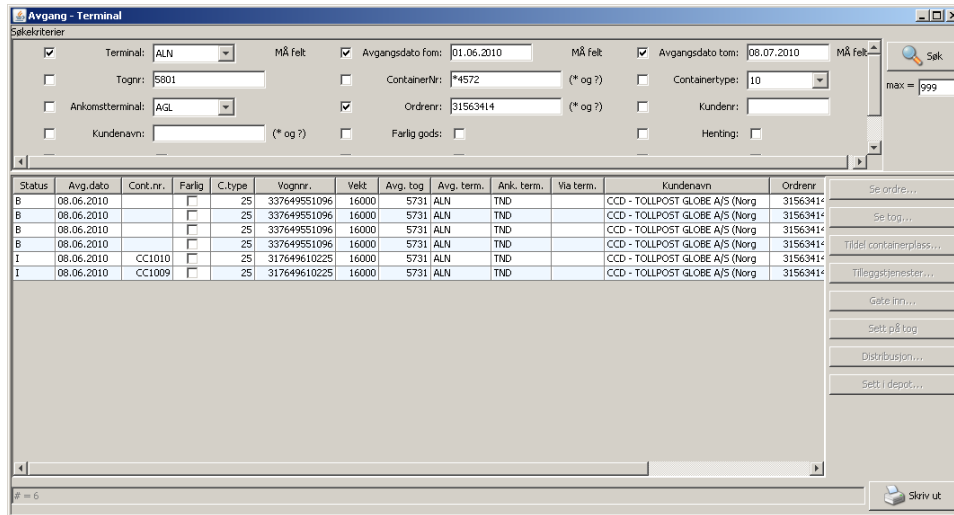
5.2.1.3 Depot

Siden CargoNet har definert depotstyring som en prosess tilhørende gate in/gate out (CargoNet, 2010b) gis en kort innføring her.

Kundene tilbys ulike depotavtaler og ved lasting/lossing går ca 30 % av godset til depot. Samlasterne blir fakturert på grunnlag av antall døgn godset befinner seg på terminalen. Grunnlaget for faktureringen er en opptelling fra datasystemet GTS og en manuell opptelling som skjer hver dag ved midnatt. Opptellingen og påfølgende oppdatering av systemet tar normalt 5 timer.

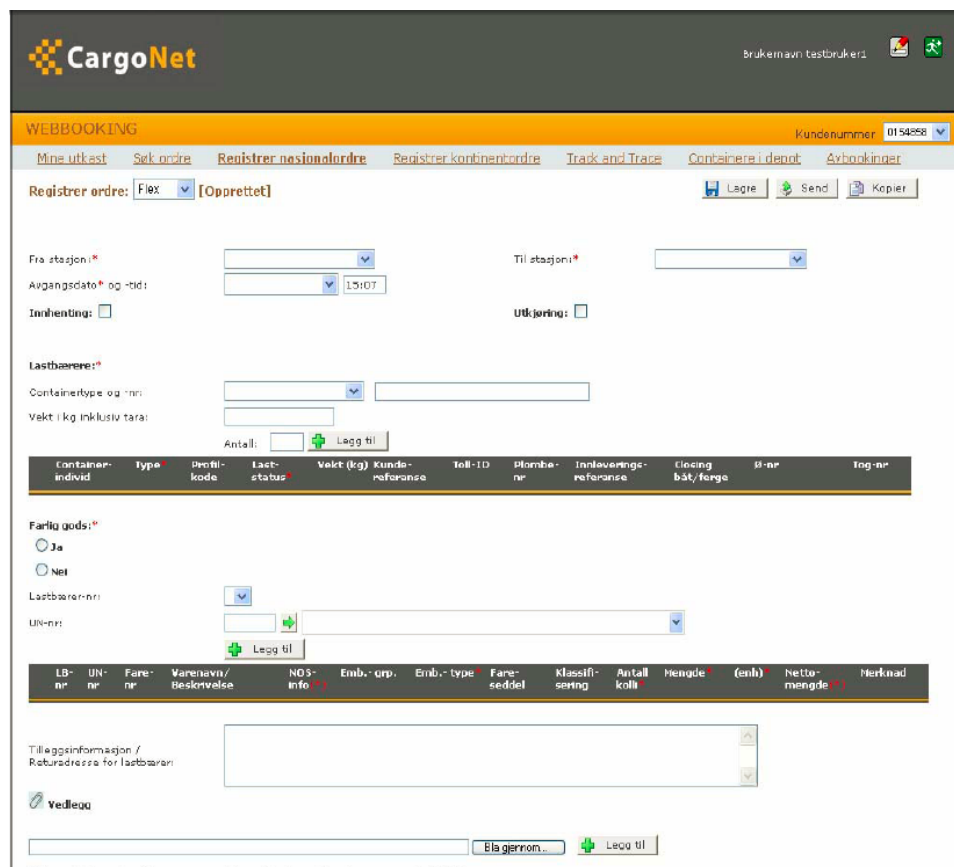
5.2.2 Datafangst på terminalen

I dag benyttes det egenutviklede datasystemet GTS til innsjekking og utsjekking av Alnabruterminalen, og som et overordnet styringsverktøy (se Figur 27).



Figur 27 Gate in i GTS systemet

CargoNet har i dag en nettbasert reserveringsløsning (webbooking) som de tilbyr kundene sine (ca 80 % av godset registreres her). Kundene registrerer da destinasjon, varekategori, vekt og eventuelt farlig gods inn i systemet selv (se Figur 28). Utover dette blir de kundene som må gjennom innsjekk registrert inn i systemet manuelt, og containerne som kjører gjennom gate out registrert ut av systemet manuelt. Containerne til direkteinnkjøringskundene blir registrert ut av systemet hver kveld når systemet oppdateres etter den manuelle optellingen av containere inne på terminalområdet.



Figur 28 Registrering i webbookingsløsningen til CargoNet (CargoNet, 2009a)

CargoNet har med andre ord ingen fullstendig oversikt over hva som til en hver tid befinner seg på terminalen, hvem som har tilgang til terminalen og/eller hvordan materialflyten på terminalen er. CargoNet benytter i dag tradisjonelle planer (push) for å styre den daglige driften. Dagsplanene blir skrevet ut på ark til de ansatte og datasystemene er basert på manuell datafangst i gate in/gate out, i tillegg til informasjon fra webbookingen.

5.2.3 Krav til nytt system

For CargoNet er fleksibilitet og brukervennlighet viktige kriterier ved valg av nytt system. Det nye systemet må kunne kommunisere med kundenes systemer og kunne brukes av flere brukere med ulike forutsetninger.

Denne oppgaven skal ikke utvikle eller finne et helhetlig terminalstyringssystem, men se hvordan RFID kan benyttes i et slikt system for å oppnå sanntidsstyring. Som vist i kapittel 4 finnes det mange ulike systemer som kan benyttes, men det vil ikke bli diskutert nærmere.

5.3 Godsflyt i gate in/gate out, styring og datafangst

Alnabruterminalen er en intermodal terminal og er ideelt plassert i forhold til kundene den betjener. Siden det er en intermodal terminal er den en del av et større nettverk som kan inndeles i tre nivåer.

- Nivå 1: Jernbaneverket – eier fysisk infrastruktur ansvarlig for tilrettelegging av spor
- Nivå 2: CargoNet – operatør på Alnabruterminalen og eier lastebærere og togstammer
- Nivå 3: Samlasterne – ulike transportører som samlaster gods for transport på bane

CargoNet er den største leverandøren av godstransport på bane i Norge og behandler ca 540 000 TEU hvert år. Ca 50 % av dette godset kjøres gjennom gate in/gate out, mens de resterende 50 % blir fraktet direkte inn på terminalen av Schenker, TollPost Globe og Posten (direkteinnkjøringskundene). Datafangsten i gate in/gate out er basert på manuell betjening av et internt datasystem og direkteinnkjøringskundene blir ikke registrert i det hele tatt. Resultatet er at CargoNet daglig ikke finner 30 % av containerne i systemet og har en mangelfull innsikt i både godsflyt og hvem og hva som til enhver tid befinner seg på terminalen. Dette kan medføre en alvorlig sikkerhetsrisiko og vil bli diskutert videre i kapittel 6.

CargoNet tilbyr ulike depotavtaler til kundene. Faktureringen for disse tjenestene skjer på grunnlag av datasystemet og en daglig manuell og tidskrevende optelling.

Datafangsten er i dag mangelfull på terminalen og styringen av den daglige driften utføres ved hjelp av planer som hver dag skrives ut til de ansatte. Styringsprinsippet som anvendes er derfor basert på den tradisjonelle push – og kan derfor omtales som gammeldags.

CargoNet har ingen spesifikke tekniske krav til et nytt styringssystem for gate in/gate out, men har fokus på at systemet må være fleksibelt og brukervennlig. Det må kunne kommunisere med kundenes systemer og brukes av folk med ulike forkunnskaper og forutsetninger.

6 RFID på Alnabruterminalen

I kapittel 5 er det kartlagt hvordan Alnabruterminalen drives i dag. Gate in/gate out på terminalen er preget av lite automatisering samt mangelfull datafangst og sikkerhet. CargoNet vet ikke hvem eller hva som til en hver tid befinner seg inne på terminalområdet. Styringen er basert på tradisjonell pushstyring og CargoNet opererer derfor med diverse lang- og korttidsplaner. Resultatet er at datasystemene er preget av feil og styringen er lite effektiv.

Målet med oppgaven er å identifisere muligheter for sanntidsstyring ved bruk av RFID i prosessen og på den måten foreslå tiltak for å effektivisere styringen av vare- og informasjonsflyten. Som vist i kapittel 3.2.2 består sanntidsstyringsystemer av ulike elementer og dette kapittelet omhandler datafangstverktøyet RFID.

En av de store utfordringene knyttet til RFID er synliggjøring av gevinster og dette kapittelet gir derfor en innføring i mulige gevinster for Alnabru. RFID implementering vil medføre både store investeringer og en omlegging av dagens drift for CargoNet. Forståelse av både utfordringer og gevinster er derfor viktig.

Kapittel 6.1 gir en videre analyse av dagens situasjon samt mulige trusler og muligheter for Alnabruterminalen i fremtiden. Deretter er mulige direkte og indirekte gevinster for CargoNet fra en RFID implementering diskutert. Til slutt er det gjort en evaluering av mulighetene for RFID i forbindelse med gate in/gate out på terminalen.

6.1 SWOT analyse

For å kartlegge og bevisstgjøre om dagens styrker og svakheter og fremtidens muligheter og trusler er det valgt å utføre en SWOT analyse. SWOT er valgt da det er en relativt enkel analyse som kan gjennomføres på grunnlag av det materialet som er tilgjengelig. Analysen er utført med grunnlag i kartleggingen av Alnabruterminalen og samtaler med terminalsjef Morten Knudsen hos CargoNet.

Styrkene og svakhetene fokuserer på dagens situasjon. Styrkene er relativt generelle, mens svakhetene fokuserer mer på gate in/gate out. Eventuelle andre svakheter er ikke kartlagt i forbindelse med denne oppgaven. Mulighetene og truslene fokuserer på fremtiden og er derfor antagelser om hva som kan skje. Både mulighetene og truslene er relativt generelle, men det er også evaluert hvilke muligheter en RFID satsning kan representere.

Tabell 5 viser en oppsummering av resultatene.

Styrker	Svakheter
Plassering Miljøvennlig Markedsandel Nærliggende kunder Bra forhold med kunder Økt politisk satsing på jernbane	Lite oversikt og dårlig sikkerhet Lite automatisering Mangelfull adgangskontroll Dårlig koordinering internt og eksternt Gammeldags styringsprinsipper
Muligheter	Trusler
Forventet stor fremtidig vekst Transport en stadig større del av verdikjeden Nye verdiøkende tilbud på terminalen Økt synlighet – effektivisering Økt kapasitet Aktivt logistiksenter	Økt konkurranse Terroristtrusler Mangel på oversikt Politisk press på flytting av terminalen Kundelojalitet

Tabell 5 SWOT analyse av Alnabruterminalen

6.1.1 Styrker

- ❖ Alnabruterminalen er strategisk godt plassert ved hjertet av jernbanenettverket i Norge.
- ❖ Godstransport på bane er mer miljøvennlig enn transport på vei.
- ❖ CargoNet er den største transportøren av gods på bane i Norge.
- ❖ De store samlasterne er lokalisert i umiddelbar nærhet til terminalen.
- ❖ Forholdet mellom aktørene knyttet til terminalen fungerer bra.
- ❖ Nasjonal Transportplan 2010-2019 vektlegger den strategiske betydningen av Alnabruterminalen og regjeringen har satt av midler til utbedring av jernbanenettet og terminalen.

6.1.2 Svakheter

- ❖ Lite oversikt og dårlig sikkerhet - På grunn av avtalen med direkteinnkjøringkundene har CargoNet lite oversikt over hva/hvem som til enhver tid befinner seg inne på terminalen.
- ❖ Lite automatisering - manuell datafangs i gate in/gate out fører til feil og mangler i systemet – finner ikke/mangler containere i listene, mangelfull depotregistrering.
- ❖ Tomme biler blir ikke registrert inn eller ut av terminalen – mangelfull oversikt over hvem som har tilgang.
- ❖ Lite samarbeid og snevert fokus på gevinster for hele nettverket – dårlig koordinering internt og eksternt
- ❖ Gammeldags styringsprinsipper basert på planlegging og manuell oppdatering av systemet (push).

6.1.3 Muligheter

- ❖ Både på grunn av politisk press og ønske om kostnadskutt er det forventet stor vekst for godstransport på bane de neste årene – tredobling av dagens behov innen 2019.
- ❖ Bedre/raskere transportalternativer blir stadig viktigere for produksjonsselskaper.
- ❖ Satsing på nye verdiøkende tilbud på terminalen.
 - Muligheter for kontinuerlig sporing av gods – tjeneste til kunde + økt synlighet.
 - Muligheter for sikring av gods ved bruk av RFID (e-seal se Tsilingiris et al. 2007).
- ❖ Økt synlighet kan effektivisere terminaldrift og forbedre kundeforhold.

- ❖ Økt kapasitet ved bedre (sanntids)styring og utnyttelse av eksisterende ressurser.
- ❖ Utvikle seg fra et passivt transportmode overføringspunkt til et moderne logistikkcenter.

6.1.4 Trusler

- ❖ Flere nye konkurrenter holder på å etablere seg
- ❖ Terroristtrusler – mangel på sikkerhet
- ❖ Ved for eksempel brann vet ikke CargoNet nøyaktig hva/hvem som befinner seg på terminalen
- ❖ Politisk press på å flytte miljøbelastende aktivitet ut av Oslo sentrum
- ❖ Kundene vil i fremtiden kreve mer av transportsystemene – finner andre løsninger

6.1.5 Resultat av SWOT – grunnlag for videre analyse

CargoNet er den største aktøren innen godstransport og Alnabruterminalen er ideelt plassert med hensyn til kundene den betjener. De har et godt forhold til sine største kunder som står for 75 % av den totale godsmengden som transporteres fra terminalen. Transport på tog er mer miljøvennlig enn konkurrerende transport og regjeringen har satt av midler for å få økt satsning på jernbanen.

Svakhetene fokuserer i hovedsak på mangelfull sikkerhet, lite automatisering av gate in/gate out og feil i datasystemet som et resultat av manuell datafangst. Adgangskontrollen er mangelfull og CargoNet har ingen total oversikt over hvem eller hva som til enhver tid befinner seg inne på terminalen. Terminalen styres av planer som daglig skrives ut på papir til de ansatte og CargoNet kan derfor karakteriseres som en push bedrift. Dette kombinert med mangel på informasjonsdeling og samarbeid i logistikknettverket har ført til at ressursutnyttelsen på terminalen ikke fungerer optimalt.

Det er forventet en stor vekst i etterspørselen av godstransport på bane. Dette representerer en stor mulighet for CargoNet. En satsning på tiltak som kan effektivisere terminalen og øke kapasiteten vil ikke bare lønne seg, men også være et fremtidig krav. Ved å satse på RFID og økt sanntidsstyring i gate in/gate out, kan de møte denne etterspørselen, forbedre kundeservice og sikkerhet samt øke ressursutnyttelsen. CargoNet har i dag en stor markedsandel og er ideelt plassert. Ved å satse på en effektivisering kan de utvikle seg mot å være et aktivt og sikkert knutepunkt for logistikknettverket.

Truslene bygger i hovedsak på svakhetene som er identifisert. Sikkerhetsmanglene kan føre til scenarioer hvor CargoNet ikke vet hva som befinner seg inne på terminalen ved for eksempel brann. Det er også en mulighet for terroristaksjoner. Containere fra Alnabruterminalen kan sendes til mange ulike land og selv om CargoNet og/eller Norge kanskje ikke er målet for slike angrep, er dette noe dagens terminaler må evaluere. Alnabruterminalen er plassert i et tett befolket område og både sikkerhet og miljø er derfor viktige tema. Andre trusler er at flere konkurrenter er i etableringsfasen. CargoNet har ikke lengre monopol og må i fremtiden tåle økt konkurranse fra andre selskaper. En av mulighetene da er å tilby ulike verdiøkende tjenester og på den måten fremstå som et bedre alternativ enn konkurrentene.

Konklusjonen av SWOT analysen er at CargoNet har mange sterke sider som er avgjørende for effektiv forflytning av gods fra vei til bane. Flere svakheter og utfordringer som må løses om en slik overføring skal være mulig er også identifisert. CargoNet har mange muligheter, men også noen utfordringer som må evalueres. Funnene fra SWOT analysen vil bli diskutert videre i kapittel 6.2.

6.2 Hvorfor RFID? – gevinster og utfordringer for Alnabruterminalen

Det finnes i dag mange ulike verktøy/teknologier som muliggjør varierende grad av automatisering i gate in/gate out. Både for å begrense oppgaven og fordi RFID har muligheter som andre teknologier ikke har, er disse ikke diskutert videre her. Fokuset er å synliggjøre gevinster av RFID slik at CargoNet bedre kan evaluere mulighetene for terminalen i fremtiden.

Mange av svakhetene som ble identifisert i SWOT analysen er knyttet opp til mangelfull oversikt, lite automatisering, manuell datafangst og dårlig synlighet i bedriften. Under følger en diskusjon om gevinstene og utfordringene for RFID implementering på Alnabruterminalen og en endelig evaluering av mulighetene for bruk av RFID i gate in/gate out.

6.2.1 Et strategisk valg

Det å satse på ny teknologi og/eller legge om hvordan bedriften styres, er for mange bedrifter et strategisk valg. Bakgrunnen for en investering er med andre ord ikke bare knyttet til et ønske om økt fortjeneste eller forbedret ressursutnyttelse selv om dette selvfølgelig er viktig. Ved å satse på nye teknologi tilbyr man kunden noe konkurrentene ikke har og dette kan styrke bedriftens konkurranseposisjon. RFID er en teknologi som kan bidra til dette.

Ved å satse på RFID kan CargoNet være med å utforme systemet, istedenfor å bli tvunget med på et lignende system av kundene og/eller pålegg av offentlige myndigheter. Etter 9/11 har både flyterminaler og havner blitt pålagt å skjerpe sikkerheten. Det er nærliggende å anta at lignende krav kan bli stilt også til internasjonale godsterminaler. Terminalsjef på Alnabru Morten Knudsen sier at CargoNet antar at slike krav vil komme i fremtiden og at de har gjort sikkerhetsvurderinger for å kunne møte en slik situasjon.

CargoNet bør med andre ord evaluere de konkrete gevinstene av en RFID implementering og se på hva kunder og myndigheter i fremtiden kommer til å kreve av dem. Målet må være å ligge i forkant av utviklingen slik at de kan møte disse kravene på egne premisser og er med å utforme hvordan utfordringene løses i praksis.

6.2.2 Gevinster for Alnabruterminalen ved RFID implementering i gate in/gate out

Kapittel 3.3 presenterte ulike komponenter i et RFID system og kapittel 4 presenterte løsninger som brukes i dag. Det er med andre ord mange valg med hensyn til maskinvare og systemutforming som må evalueres før en implementering kan igangsettes. I forbindelse med gate in/gate out vil ulike RFID implementeringer (aktiv/passiv, plassering osv) kunne gi ulike gevinster for CargoNet. I det følgende kapittelet vil mulige gevinster på terminalen, som et resultat av en RFID implementering i gate in/gate out, bli diskutert.

Figur 29 viser et rammeverk av gevinster fra en RFID implementering hos fraktselskaper. Disse kan deles inn i to grupper, primær- og tilleggsgvinster:

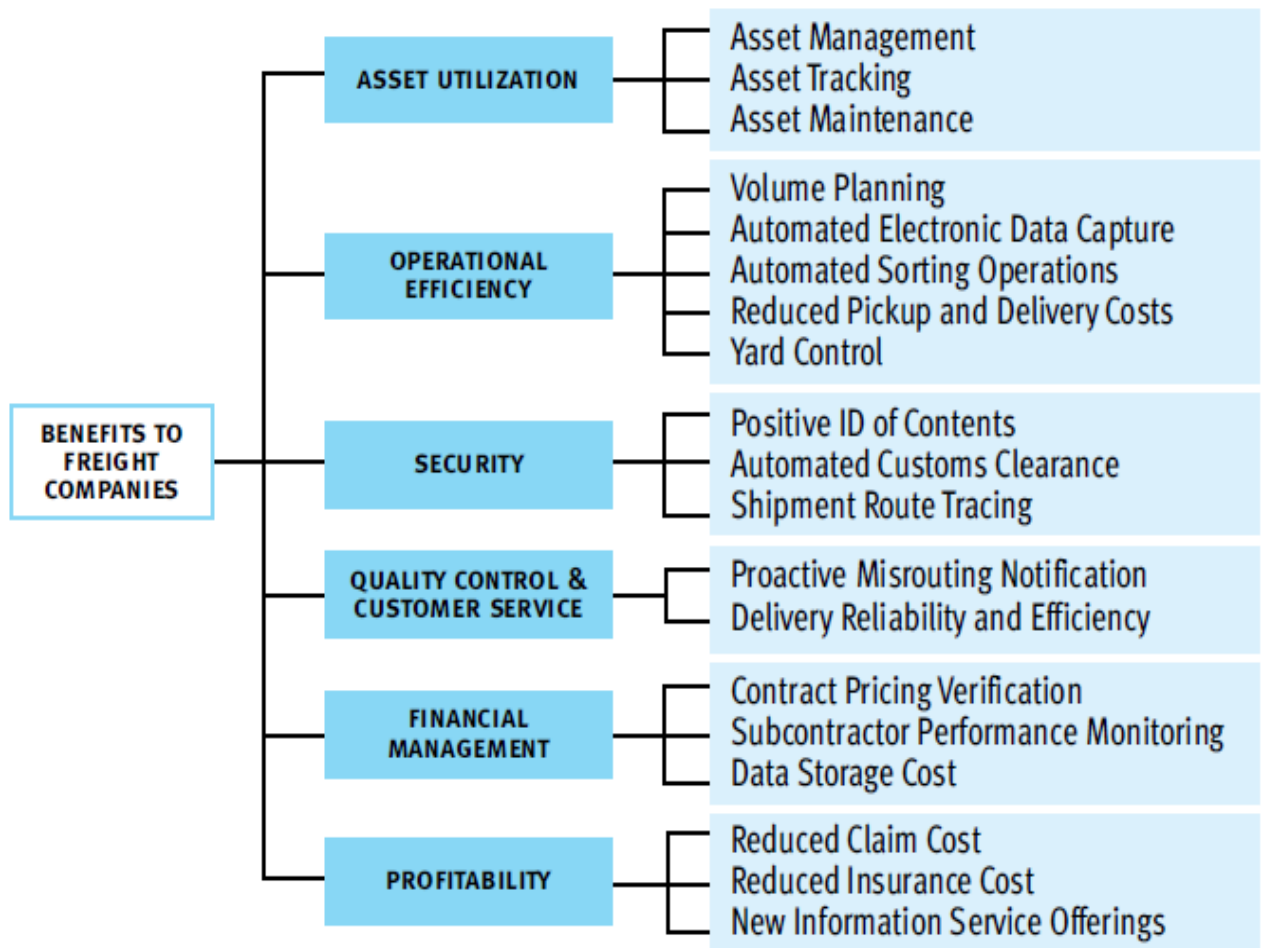
Primærgevinster:

- Forbedret ressursutnyttelse
- Økt sikkerhet
- Effektivisering av driften

Tilleggsgevinster:

- Forbedret kvalitetskontroll og kundeservice
- Forbedret finansiell styring
- Økt lønnsomhet i den daglige driften

En RFID implementering vil med andre ord gi gevinster både i driften av terminalen og i leveransen av tjenester mot kunde (Boushka et al., 2002). Figur 29 vil bli brukt som bakgrunn for den videre diskusjonen om hvordan de ulike gevinstområdene vil påvirke CargoNet.



Figur 29 Gevinster ved RFID implementering hos fraktselskaper (Boushka et al., 2002)

Fokuset her er på mulige gevinster for CargoNet som et resultat av RFID. Derfor er det lagt mest vekt på de interne gevinstene for CargoNet og mindre vekt på hvordan dette vil påvirke logistikknettverket knyttet til terminalen. Det er CargoNet som må stå for investeringskostnadene og det er da viktig at de ser hvilke gevinster dette kan medføre for dem. Et samarbeid om RFID, og dermed kostnadsfordeling med de andre aktørene knyttet til logistikknettverket, er pr dags dato lite sannsynlig. Hovedgrunnen er at selskapene ikke ser gevinsten av et slikt samarbeid. De eksterne nettverksfordelene er presentert kort, men vil ikke diskuteres videre her.

SWOT analysen viste mange styrker, men også noen elementære svakheter knyttet til blant annet mangelfull sikkerhet og oversikt på terminalen. Disse svakhetene og fremtidige trusler som kom frem

i analysen er diskutert opp mot de mulige gevinstene som er identifisert av Boushka et al. (2002) under.

6.2.2.1 Sikkerhet

Sikkerhet blir stadig viktigere både i forhold til ulykker og terrorist/sikkerhets trusler.

Alnabruterminalen er plassert i et tett befolket område og en ulykke eller hendelse vil ha store konsekvenser, ikke bare for CargoNet, men for hele området rundt. Et eksempel på dette er ulykken på Sjursøya 24. mars i år hvor tre mennesker omkom (se Statens Havarikommisjon for Transport, 2010). Havarikommisjonen konkluderer i sin foreløpige rapport at flere uheldige faktorer, blant annet informasjonssvikt, bidro til ulykken (Statens Havarikommisjon for Transport, 2010).

I forbindelse med gate in/gate out er kontroll over hva som befinner seg på terminalen og hvem som har tilgang viktig, både for å sikre ansatte og utstyr, men også for å fremstå som et trygt alternativ for kundene. Den største direkte gevinsten av RFID i gate in/gate out er nettopp forbedret sikkerhet (primær gevinst 3). SWOT analysen og kartleggingen av terminalen viser begge seriøse mangler knyttet til både adgangskontroll til terminalen og i forhold til hva som befinner seg inne på terminalområdet.

Adgangskontrollen på terminalen består i dag av at 50 % av godset blir manuelt registrert inn i datasystemet. Det er mangelfull registrering av tomme biler og direkteinnkjøringkundene blir ikke registrert i det hele tatt. Resultatet er at 30 % av containerne daglig ikke er registrert i systemet og at CargoNet har lite oversikt over hvem som har tilgang til terminalen og hvilket gods som til en hver tid befinner seg inne på terminalområdet.

Case eksemplene i kapittel 4 viste at RFID kan benyttes på ulike måter for å stramme inn sikkerheten i gate in/gate out. En implementering på Alnabruterminalen kan variere med hensyn til maskinvaren som velges (se kapittel 3.3), men vil gi blant annet automatisk datafangst, noe som vil eliminere feil i systemet og automatisk registrering av alle enheter som ønsker tilgang til terminalen, inkludert direkteinnkjøringkundene og tomme biler.

Direkteinnkjøringkundene (Posten, TollPost Globe og Schenker) har i dag adgang til terminalen uten at de registreres inn eller ut av systemet. Siden ca 50 % av godset ankommer og forlater terminalen på denne måten, representerer dette både et problem for ajourføring av data hos CargoNet og en sikkerhetsrisiko. Ved for eksempel brann vil ikke CargoNet ha en fullstendig oversikt over hva som befinner seg på terminalområdet. Dette kan være spesielt alvorlig hvis for eksempel Schenker skal motta en container med farlig gods. CargoNet vet ikke når denne containeren blir hentet og vet heller ikke om den befinner seg på terminalen. Et annet element som kan være problematisk ved brann, er at tomme trailere ikke registreres inn eller ut av terminalen og CargoNet vet derfor heller ikke hvem eller hvilket utstyr som til enhver tid befinner seg på terminalen. Dette kan i tillegg representere en sikkerhetsrisiko med tanke på tyveri og terroristaksjoner. Automatisk registrering ved hjelp av RFID i gate in/gate out og RFID registrering ved atkomstveiene til direkteinnkjøringkundene, kan fjerne denne sikkerhetsrisikoen og gi CargoNet et bedre bilde av materialflyt og utnyttelse av ressurser på terminalen.

For å oppsummere, de direkte sikkerhetsgevinstene av en RFID implementering vil være økt generell sikkerhet, bedre datafangst og økt effektivisering av inn/utsjekk av terminalen. I tillegg til de direkte

gevinstene, kan RFID medføre en rekke indirekte gevinster. Indirekte gevinster er definert som verdikjeder som er et resultat av målbevisst distribuering og bruk av RFID data (Baars et al., 2008). De er med andre ord et resultat av forbedret styring og beslutningsgrunnlag samt deling av sanntidsdata i verdikjeden. Disse gevinstene vil bli diskutert videre i kapittel 7.

6.2.2.2 Forbedret ressurs utnyttelse

Samtlige case presentert i kapittel 4 rapporterte om økt produktivitet (primærgevinst nr. 1) som et resultat av RFID implementering. Som nevnt krever manuell sjekk av containerne som ikke finnes i systemet ved utsjekk mye tid. Daglig er det ca 30 % av containerne som ikke finnes i systemet. Disse må skrives ned for hånd og manuelt registreres ut av systemet. CargoNet antar at dette kommer av mangelfull standardisering av hvordan en container skal registreres i systemet. En container kan registreres i systemet på ulike måter og det er derfor ikke sikkert at de ansatte i gate out finner den når de søker i systemet. Automatisk registrering og standardisering gjennom EPC nettverket vil så godt som eliminere dette problemet og dermed spare både tid og penger for CargoNet.

Ved å forstå variasjonene i materialflyten kan CargoNet bedre forutse når og hvor etterspørselen er størst og settes på den måten i bedre sant til å forebygge mulige problemer. Dette kan forbedre den helhetlige styringen av terminalen og vil bli diskutert videre i kapittel 7.

Da fokuset i denne oppgaven er på gate in/gate out, vil ikke en forbedret datafangst der gi noen direkte gevinster i form av bedre utstyrsutnyttelse inne på selve terminalen. RFID merking av kraner og annet utstyr og overordnet "yard control" faller utenfor omfanget av denne oppgaven.

6.2.2.3 Effektivisering av driften

Case 2 presentert i kapittel 4.2 viste at selv om RFID implementeringen kun er begrenset til adgangskontroll har den positiv effekt på driften av hele terminalen. Asia Airfreight Terminal (case 3) rapporterte at innsjekkingstiden inn til terminalen ble redusert med 7-8 minutter. I følge Morten Knudsen er innsjekkingstiden i gate in på Alnabruterminalen i dag ca 3 minutter. En automatisering vil kunne redusere tiden noe og en mer effektiv innsjekking noe som både sparer tid og penger for CargoNet og kundene.

Ved å implementere RFID får CargoNet kontinuerlig tilgang på oppdaterte data som kan benyttes til å måle prestasjon av både prosesser og de ansatte. Kunnskap er nøkkelen til forbedring i enhver prosess (Davis et al., 2003), og basert på denne kunnskapen kan CargoNet sette i verk tiltak som bidrar både til å effektivisere driften og øke fortjenesten. Eksempler på gevinster kan være økt kapasitet (case 2), reduserte arbeidskraftkostnader (case 3), økt effektivitet (case 1, 2, 3 og 4) og/eller reduksjon/bedre utnyttelse av depotarealet.

Som med ressursutnyttelsen vil effektivisering av driften komme som en indirekte effekt av RFID implementeringen på Alnabru. Dette diskuteres videre i neste kapittel.

6.2.2.4 Tilleggsgevinster

Tilleggsgevinstene vil i varierende grad være relevant for denne oppgaven. Økt lønnsomhet kommer som en direkte og indirekte konsekvens av forbedret sikkerhet og økt effektivitet i gate in/gate out. CargoNet kan blant annet kutte bemanningen (case 3), øke kvaliteten på depotregistreringen og dermed forbedre faktureringsrutinene mot kunde (som i case 1).

Kundeservice kan forbedres med mer effektiv innsjekking og eventuelt med automatisk dirigering på terminalen (case2). Kvalitetskontroll kan forbedres ved at problemer/avvik blir identifisert raskere slik at CargoNet kan iverksette tiltak for å korrigere situasjonen.

RFID muliggjør også for sporing av godset i nettverket, elektronisk forseiling av godset (Tsilingiris et al., 2007) og merking av utstyr og personell. Applikasjonsmulighetene er uendelige, men bør implementeres i hele nettverket dersom potensialet skal tas ut.

6.2.3 utfordringer for Alnabruterminalen ved RFID implementering i gate in/gate out

I kapittel 3.3.8 ble det identifisert fire utfordringer knyttet til RFID; pris, tekniske utfordringer, standardisering og synliggjøring av gevinster. Det er i denne oppgaven antatt at de tekniske utfordringene kan løses ved å velge de riktige RFID løsningene og ved et tett samarbeid med leverandøren. Basert på caseeksemplene er dette vurdert å være en korrekt antagelse, da disse operatørene møtte mange av de samme tekniske utfordringene som er på Alnabruterminalen. En uavhengig evaluering av gevinstene knyttet til RFID trengs fremdeles for å bekrefte dette.

Hovedutfordringene knyttet til RFID implementering på Alnabruterminalen er kostnaden og mangelen på en standardisert løsning. Kostnaden er, som nevnt i kapittel 3.3.8.1, en av hovedutfordringene knyttet til utbredt kommersielt bruk av RFID. Denne kostnaden er på vei nedover, og dette vil i fremtiden ikke være et argument mot RFID.

Ved en RFID satsning må CargoNet antageligvis ta kostnaden alene. Et samarbeid med de andre aktørene i logistikknettverket er i dag ikke aktuelt. Under møte et med CargoNet ble dette utpekt som en av hovedgrunnene til at de ikke har planlagt noen RFID satsning i nær fremtid. En RFID implementering vil være fordelsaktig for alle aktørene i nettverket og for logistikknettverket som helhet. Derfor er det naturlig at en slik investering deles på aktørene i nettverket og økte sikkerhetskrav vil kunne fremvinge et slikt samarbeid i fremtiden. For videre diskusjon om samarbeid mellom aktørene og gevinster knyttet til dette, se Austrud (2009).

En annen utfordring er mangelen på en universell standard for RFID. CargoNet vil nødvendigvis investere i et helt nytt og dyrt system som de risikerer å måtte skifte ut om et par år. Arbeidet med en globalt akseptert standard pågår og standarden som er presentert i denne oppgaven (EPC) er et godt alternativ både for å kutte implementeringskostnadene ved RFID og for å standardisere merkingen av objekter.

6.3 Gate in/gate out med RFID

Gevinstene vil kunne variere noe med hensyn til hvilke RFID løsninger CargoNet velger (aktiv, passiv, RW eller RO) og hvordan dette implementeres på terminalen. Uansett valg av løsning vil automatisk datafangst og fordelingen av sanntidsinformasjon i bedriften bøte på mange, om ikke alle, svakhetene og truslene identifisert i SWOT analysen. Utfordringene er som sagt at implementering av RFID vil representere en stor investering og at det ikke finnes en allment brukt teknisk standard. Casene i kapittel 4 rapporterte entydige gode resultater av RFID satsningen og CargoNet må gjøre noe med svakhetene og truslene identifisert i SWOT analysen. Ved å satse på RFID vil de i tillegg få sanntidsdatafangst som kan effektivisere og forbedre styringen av hele terminalen. Gevinstene presentert i denne oppgaven er sterke nok til å anbefale en RFID implementering i gate in/gate out på Alnabruterminalen.

Løsningen er basert på 1 RFID leser og 2-4 antenner plassert ved inngangen til Posten, Schenker, TollPost Globe og gate in/gate out. Etter samtale med teknologidirektør i HRAFN, Geir Vevle, er dette vurdert som dekkende for dagens behov knyttet til gate in/gate out. Brikkene kan enten være montert på containere og/eller bil eller bli levert ut ved sikkerhetskontrollen før gate in/gate out. Det er her viktig å poengtere at dette ikke er fullstendige løsninger, men et forslag som må bearbeides videre dersom CargoNet velger dette alternativet.

En av fordelene, og i tillegg et innsalgspunkt for å få med seg samlasterne til å merke containerne og/eller bilene, er at RFID vil kreve små omstillinger i driften både hos direkteinnkjøringskundene og CargoNet. Kundene kan forsette å registrere godset via webbookingen og deretter kjøre direkte inn på terminalen. Forskjellen vil være at alt godset nå registreres inn i systemet, slik at CargoNet har en fullstendig oversikt over hva og hvem som til en hver tid er på terminalområdet. CargoNet (og samlasterne) får i tillegg tilgang på sanntidsinformasjon som kan benyttes for å forbedre styringen av terminalen.

For å anbefale en RFID implementering for CargoNet, er det diskutert både hvordan RFID kan implementeres på terminalen og de ulike løsningene som kan velges. Først diskuteres to ulike implementeringsvalg:

1. Permanent merking av containere og/eller biler (se Figur 30)
2. Midlertidig merking av containere og biler (se Figur 31)

Med hensyn til implementeringen er to alternative løsninger diskutert:

1. Passive brikker (se Figur 32)
2. Aktive brikker (se Figur 33)

Det er i denne oppgaven ikke evaluert semi-passive brikker da de ikke er i utbredt kommersielt bruk.

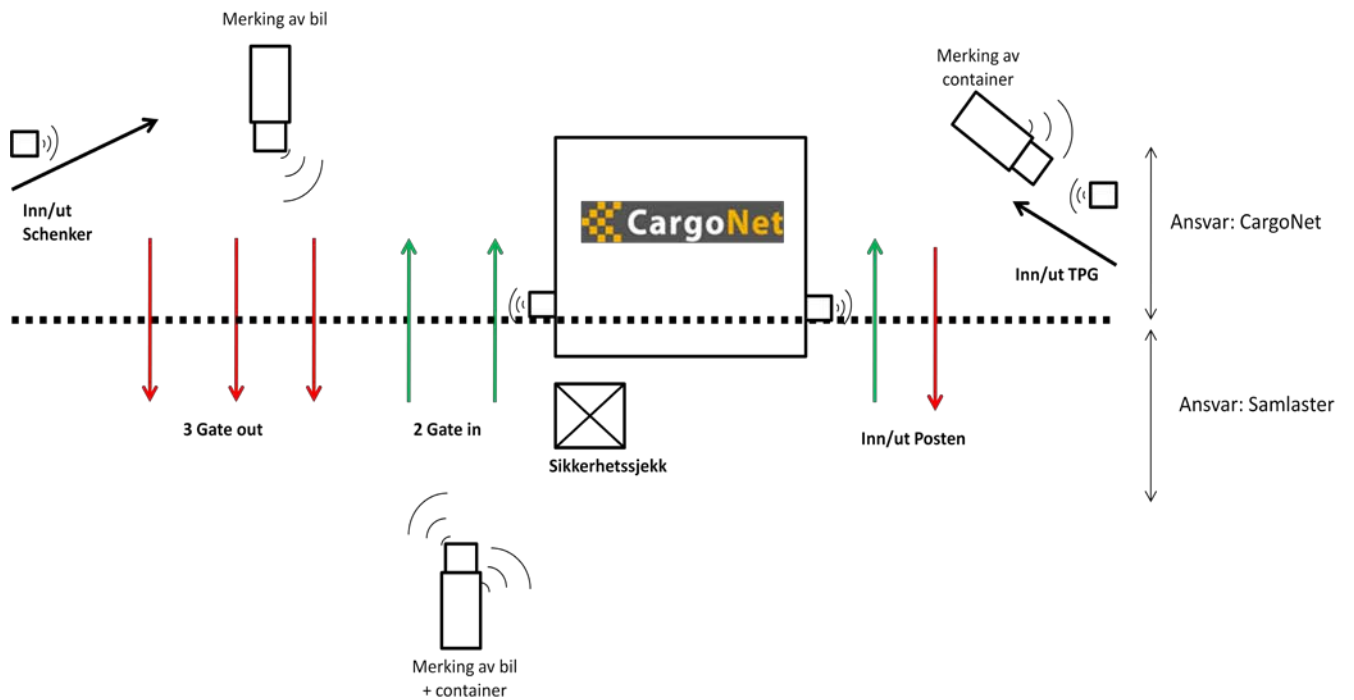
Til slutt er det anbefalt en RFID implementering for CargoNet for å oppnå sanntidsstyring i gate in/gate out

6.3.1 Permanent vs. midlertidig merking

To ulike implementeringsvalg er evaluert for CargoNet; permanent og midlertidig merking. Grunnen til midlertidig merking er tatt med som et alternativ er at CargoNet har uttrykt et ønske om at muligheten evalueres.

6.3.1.1 Løsning 1: Permanent merking av biler og/eller containere

Figur 30 viser et forenklet bilde av alternativ 1: Permanent merking av containere og/eller biler.



Figur 30 Forenklet bilde av løsning 1: permanent merking av containere og/eller biler

Ved en slik løsning bør CargoNet vurdere å kutte sikkerhetskontrollen i gate in/gate out for å kunne effektivisere innkjøring til terminalen. Dette må vurderes opp mot barrierekravet i § 3-3 i Forskrift om krav til jernbanevirksomhet på det nasjonale jernbanenettet:

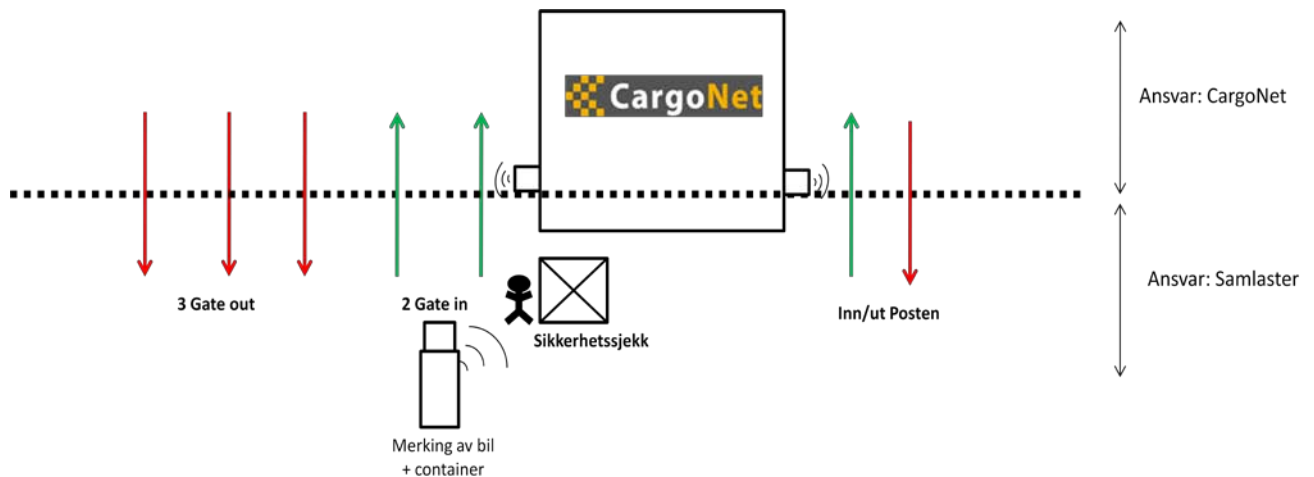
”Jernbanevirksomheten skal ha barrierer som reduserer sannsynligheten for at feil og fare- og ulykkessituasjoner utvikler seg. Barrierene skal begrense mulige skader og ulemper. Der det er nødvendig med flere barrierer, skal det være tilstrekkelig uavhengighet mellom barrierene.”

CargoNet må her vurdere om de to sikkerhetskontrollene som utføres når containerne står på toget er nok for å møte dette kravet.

Gevinstene er klart størst ved permanent merking av både bil og container. Inn-/utkjøring kan da gjøres helautomatisk og både bil og container blir registrert inn/ut av systemet. Utfordringen er at dette må da gjøres i samarbeid med samlasterne da det er deres utstyr som skal merkes.

6.3.1.2 Løsning 2: Midlertidig merking av containere og bil

Figur 31 viser et forenklet bilde av alternativ 2: Midlertidig merking av containere og bil.



Figur 31 Forenklet bilde av løsning 2: midlertidig merking av container og bil

Løsning nr 2, midlertidig merking av container og bil, vil ikke kreve at CargoNet får med seg samlasterne til å merke biler eller containere. Sjøføren får utlevert en RFID brikke ved sikkerhetskontrollen og leverer fra seg denne ved utkjøring fra terminalen.

Den største utfordringen med denne løsningen er at de forhåndsbestilte containerne til direkteinnkjøringskundene ikke blir registrert inn i systemet da de ikke kjører innom sikkerhetskontrollen. For å løse dette må enten alle kundene kjøre inn og ut av terminalen gjennom gate in/gate out eller en person må stå og dele ut RFID brikker ved alle inngangene til direkteinnkjøringskundene. Sistnevnte vil kreve mye ekstra arbeidskraft og er derfor ikke en aktuell løsning. Løsning 2 krever derfor at alle samlasterne/kundene kjører igjennom gate in/gate out for å få tilgang på terminalen.

6.3.1.3 Evaluering av alternativene

De to ulike løsningene har forskjellige fordeler og ulemper. Løsning 1 vil kunne helautomatisere gate in/gate out og gi automatisk datafangst og følgelig mer effektiv styring av terminalen. Løsning 2 vil ikke effektivisere inn og utkjøringen i like stor grad, da det fremdeles er mennesker som er ansvarlig for å sikre datafangsten. Fordelen er at CargoNet kan gjennomføre implementeringen på egenhånd.

"I fremtiden vil det ikke være bedrifter som konkurrerer, men nettverk – gevinsten går til den bedriften som har bygget det beste nettverket. Konseptet er enkelt: bygg et godt nettverk med viktige interessenter og fortjenesten til følge" (Kotler et al., 2008)

I følge Kotler et al. (2008) vil nettverksbygging og samarbeid med de andre aktørene i nettverket være avgjørende for CargoNets fremtidige konkurransevne. CargoNet har uttalt at de selv har mest tro på løsning 2, men det er i denne oppgaven vurdert at løsning 2 kan føre til en flaskehals i gate in/gate out og dermed redusere gevinstene som er beskrevet over. De potensielle gevinstene er klart størst med en permanent merking (Veule, 2010)

Det er derfor anbefalt at CargoNet velger løsning 1 – permanent merking. Videre anbefales det at både container og bil merkes da dette vil gi både bedre sikkerhet og datafangst. Ved å merke kun containere må fremdeles tomme biler manuelt registreres inn/ut av systemet. Merking av kun bilene ville vært mot sin hensikt da det er containerne som skal sjekkes inn og ut av systemet.

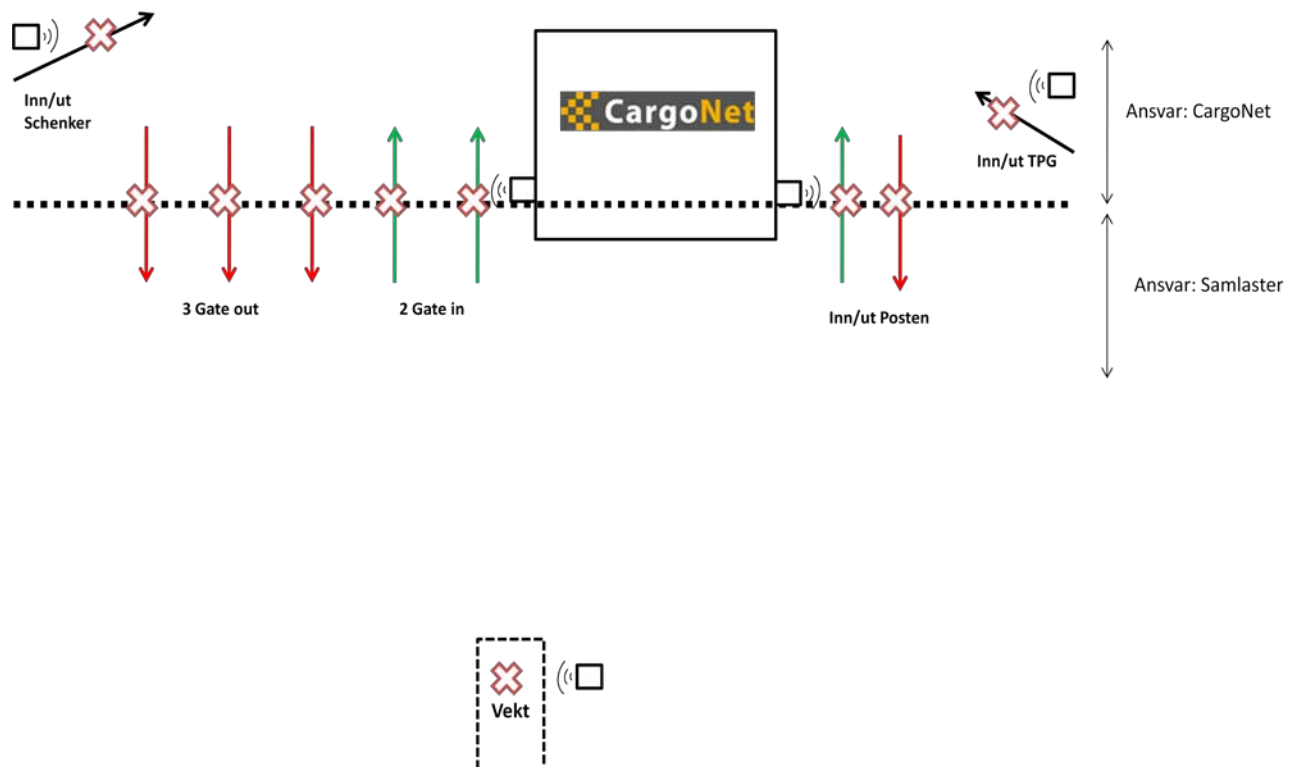
I tillegg til antennene i forbindelse med gate in/gate out, anbefales CargoNet å montere en antenne et stykke før gate in/gate out (om det velges passiv) og på kranene som benyttes til å løfte containere på toget. Dette muliggjør prestasjonsmåling og gir et grunnlag for å effektivisere flyten inne på selve terminalområdet. Tiltakene diskuteres videre i kapittel 7.

6.3.2 Passiv vs. aktiv

RFID implementeringen som er foreslått kan gjennomføres både med aktive og passive brikker. Det er som sagt ikke evaluert semi-passive brikker da disse ikke er i utbredt kommersielt bruk.

6.3.2.1 Alternativ 1: Passive brikker

Passive brikker har en relativt kort rekkevidde (normalt 5 – 7 meter). Dette vil i praksis si at de egner seg best til punktavlesning når brikken passerer en antenne (se Figur 32). I forbindelse med gate in/gate out vil dette si at containere og biler registreres i det de kommer inn og kjører ut av terminalen. Det vil ikke være mulig med kontinuerlig overvåke aktivitet inne på selve terminalområdet. Det er imidlertid mulig å få til ved å plassere ut flere antenner og/eller lesere. Dette alternativet faller utenfor omfanget av oppgaven og diskuteres derfor ikke videre her.



Figur 32 Passiv RFID på Alnabru terminalen

Et registreringspunkt ved vekten vil gi bedre muligheter for sanntidsstyring. Dette vil bli diskutert videre i kapittel 7.2.

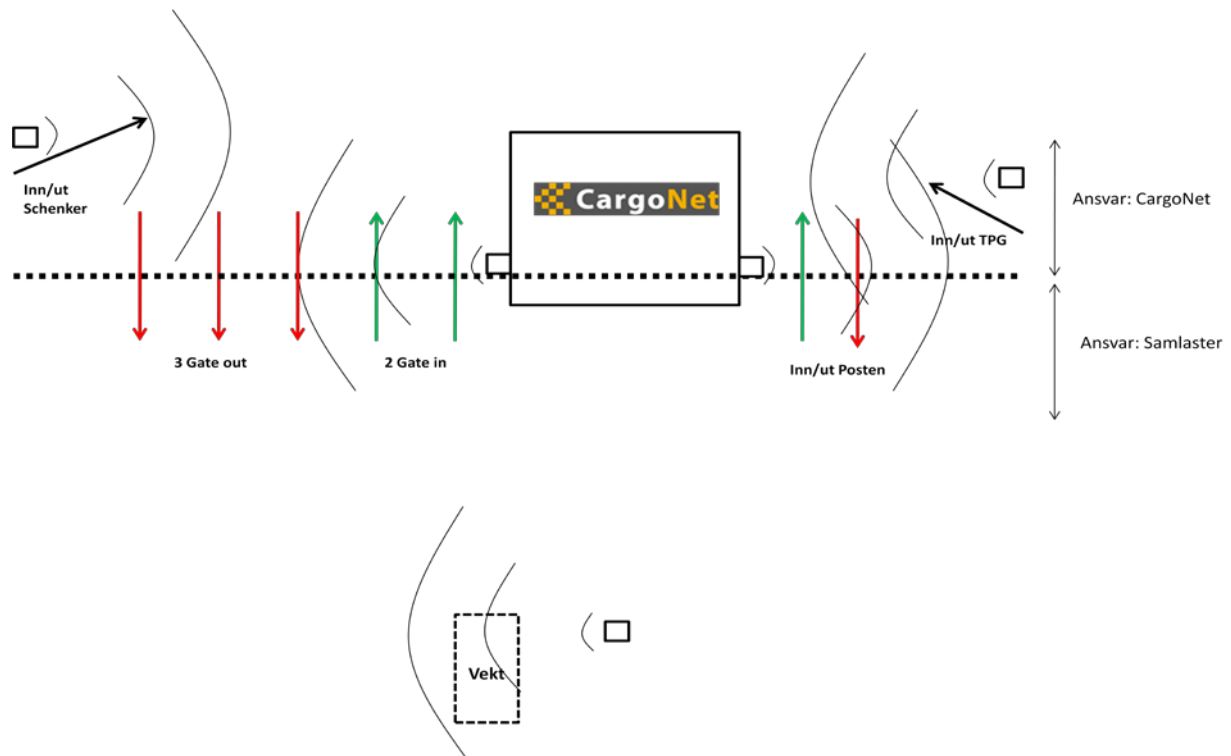
En passive RFID implementering vil her bety passive RFID brikker med EPC merking. Denne løsningen har i løpet av de siste årene fått stor anvendelse fordi den tilbyr klart bedre standardiseringer enn andre løsninger og kan skreddersys til å møte ulike behov hos aktørene knyttet til et nettverk (Vevle, 2010). Sanntidsinformasjonen som vil bli gjort tilgjengelig av et slikt system er (Vevle, 2010):

- Hva – Hvilket idnummer som passerer og får tilgang til terminalområdet
- Hvor – Hvilken inngang bil/container brukte for å få tilgang til terminalen
- Når – Tidsstempel på registreringen forteller når bil/container fikk tilgang til og forlot terminalområdet
- Hvordan – Ved bruk av EPC kan CargoNet få tilleggsinformasjon om bil/container

CargoNet vil med andre ord få sanntidsinformasjon om hvem/hva som kjører inn/ut av terminalen, når og hvor det skjedde og kan i tillegg hente tilleggsinformasjon via internett og EPC nettverket.

6.3.2.2 Alternativ 2: Aktive brikker

Aktive brikker har lengre rekkevidde (normalt ca 30 meter) og gir derfor bedre muligheter for overvåkning og sporing ("track and trace") av biler, gods og personell. De aktive brikkene vil i gi den samme informasjonen som de passive brikkene, i tillegg vil de gi sanntidsinformasjon om posisjonen til de merkede objektene (se Figur 33).



Figur 33 Aktiv RFID på Alnabruterminalen

Den aktive brikken lagrer mer informasjon på selv brikken. Fordelen med dette er at brikken i seg selv blir en reisende database og at CargoNet slipper å hente informasjon om containeren fra EPC databasen.

6.3.2.3 Vurdering av alternativene

En implementering basert på passive brikker vil representere en mindre investeringskostnad enn aktive brikker. Aktive brikker krever utskifting av batteriet og driftskostnaden vil derfor også være større enn for passive brikker. På den andre side gir aktive brikker bedre muligheter for overvåking og sporing av godset. Dette kan gi CargoNet flere muligheter som kan utnyttes både til egen bruk og i informasjonsdeling med kundene.

Casene i kapitel 4 viste at både passive og aktive brikker er i bruk i bransjen. GPA (case 4) vurderte både passive og aktive brikker, men fant ut at passive ikke dekket deres behov. Caset er fra 2007 og det har siden den gang vært stor utvikling på fleksibiliteten til passive brikker (Vevle, 2010). For Alnabruterminalen er det, i forbindelse med denne oppgaven, registrering og sanntidsdatafangst i forbindelse med gate in/gate out som er hovedformålet med RFID satsningen. En passiv brikke vil da gi den nødvendige informasjonen. Dersom CargoNet i fremtiden vil utvide satsningen til også å dekke hele terminalen eller nettverket, tilbyr den passive løsningen med EPC merking stor fleksibilitet og gode standardiseringer. "De fleste nye prosjekter ender opp med å bruke denne løsningen" (Vevle, 2010).

Aktive RFID brikker vil gi unike muligheter for overvåking og sporing ("track and trace"), men brikkene er dyrere og dårligere standardisert enn passive brikker. For å oppnå sanntidsstyring i gate in/gate out er det ikke behov for å bruke aktive brikker. Det anbefales derfor at CargoNet satser på passive brikker med EPC merking. Dette vil kreve en lavere investeringskostnad, mindre vedlikehold (utbytting av brikke og/eller batteri) og gi CargoNet tilstrekkelig sanntidsinformasjon til å oppnå sanntidsstyring i forbindelse med gate in/gate out.

Passive brikker er anbefalt på grunnlag av samtaler med fagpersoner, teorien fra kapittel 3 og case eksemplene på "best practise" i bransjen i kapittel 4. Dersom aktive brikker oppnår samme standardiserings- og kostnadsnivå som passive brikker, vil de uansett ha høyere vedlikeholdskostnader da batteriet har en begrenset levetid. Aktive brikker har i tillegg all informasjon lagret på selve brikken, mens med passive brikker er informasjonen lagret på en sentraldatabase. Dette vil medføre høyere driftskostnader enn for passive brikker.

Det finnes i dag andre datafangstverktøy og den teknologiske utviklingen er rask. Selv om et nytt datafangstverktøy kommer på banen vil ikke konklusjonene gjort i denne oppgaven endres særlig. RFID er identifisert som en av de viktigste teknologiene fra dette århundre og mulighetene den gir for individuell sporing og automatisk registrering er unike med hensyn på kostnad, effektivitet og applikasjonsmuligheter. Sporing av varer/gods ved hjelp av for eksempel strekkode er for kostbart og er avhengig av enten manuelt arbeid og/eller kort avstand for å kunne registreres. Så lenge RFID brikken er innenfor rekkevidden til leseren blir den registrert og datafangsten er da presis, objektiv og tilgjengelig i sanntid uten at ansatte eller sjåfører har muligheten til å påvirke eller senke informasjonskvaliteten.

Resultatene fra dette må selvfølgelig evalueres nærmere av CargoNet og deres samarbeidspartnere, men evalueres, på grunnlag av argumentene over, til å være gyldige også i fremtiden.

6.4 RFID i gate in/gate out på Alnabruterminalen

Seriøse mangler knyttet til sikkerhet og datafangst er identifisert på Alnabruterminalen. En RFID satsning kan endre dette. Boushka et al. (2002) har identifisert flere gevinstområder for implementering av RFID hos fraktselskaper. Økt sikkerhet, effektivisering og bedre ressursutnyttelse er hovedgevinstene, men fraktselskaper kan også få realisert gevinster innenfor forbedret kvalitetskontroll, kundeservice, finansstyring og økt lønnsomhet. For Alnabruterminalen er det økt sikkerhet, automatisk datafangst og bedre oversikt som er de direkte gevinstene av en RFID implementering.

Det finnes, som vist i kapittel 3.3, mange ulike RFID løsninger. To ulike implementeringsforslag og to ulike løsninger (valg av brikke) er diskutert i denne oppgaven:

- Permanent RFID merking av bil og/eller container
- Midlertidig merking av bil og container
- System basert på passive brikker
- System basert på aktive brikker

CargoNet har i samtaler uttrykt et ønske om å se på mulighetene for en midlertidig løsning, da en permanent løsning vil kreve samarbeid med samlasterne. Dette ble evaluert som lite hensiktsmessig da alle biler må igjennom gate in/gate out for å bli registrert. Løsningen kan, med dagens gate in/gate out, føre til en flaskehals som vil begrense terminalens effektivitet. Dette vil i fremtiden bare bli verre da etterspørselen forventes å være opptil tre ganger hva den er i dag. CargoNet anbefales derfor permanent merking av biler og containere som ønsker tilgang til terminalen. En merking av enten container eller bil vil ikke gi samme effekt som merking av begge. For å få dette til CargoNet samarbeide med samlasterne, da det er deres gods som skal merkes. Det er her viktig at samlasterne ser gevinster av denne merkingen, da det er de som må gjøre jobben.

7 Sanntidsstyring i gate in/gate out på Alnabruterminalen

De tekniske spesifikasjonene (utfordringene nevnt i 3.3.8) knyttet til RFID er under konstant forbedring. Mange mener derfor at fokuset bør skiftes til hvordan denne teknologien kan integreres i bedriften. Det er software og ikke hardware som vil bestemme hvor konkurransedyktig fremtidens terminaler vil være (Van de Voorde og Winkelmanns, 2002).

Et RFID system vil i seg selv gi noen gevinster for CargoNet som vist i kapittel 6.2.2, men det er tolkningen og utnyttelsen av informasjonen som gir gevinstene fra et slikt system (Mentzer et al., 2000). RFID systemet må med andre ord integreres med bedriftens styringssystem. Dette kapitlet ser forbi de tekniske aspektene med RFID og ser på hvordan sanntidsdataene kan benyttes til å oppnå sanntidsstyring i forbindelse med gate in/gate out.

For Alnabruterminalen vil dette bety en omlegging av dagens drift. Sanntidsstyring er på mange måter det motsatte av den tradisjonelle planbaserte pushstyringen som preger terminalen i dag. Ved å gå bort fra dette og styre basert på faktisk behov, kapasitet og lager/depotnivå, kan CargoNet øke ressursutnyttelsen og effektiviteten på terminalen.

Den videre diskusjonen er tredelt.

1. Først presenteres generelle utfordringer knyttet til sanntidskontrollsystemer.
2. Så presentert tre ulike muligheter for sanntidsstyring i gate in/gate out basert på den tilgjengelige sanntidsinformasjonen fra RFID implementeringen presentert i kapittel 6.3. Det er i tillegg diskutert muligheten for prestasjonsmåling som kan ytterligere effektivisere gate in/gate out.
3. Til slutt er en endelig løsning skissert. Det er tillegg diskutert hva det neste steget kan være for CargoNet for å få økt grad av sanntidsstyring, ved hjelp av RFID, i gate in/gate out.

7.1 Utfordringer med sanntidsstyrte systemer

Sanntidsstyring er, som nevnt 3.2.2, et styringsprinsipp for fremtiden. Både systemer og mennesker vil da basere beslutninger på sanntidsdata gjort tilgjengelig av ulike maskinvarer, deriblant RFID. Dette eliminerer behovet for tidskrevende planlegging i bedriften. På tross av mye forskning de seneste årene, er det fremdeles en rekke utfordringer knyttet til slike systemer (Brennan, 2007). Utfordringene er mange av de samme som RFID teknologien står ovenfor med hensyn til kostnader og mangel på standardisering. Brennan (2007) har identifisert syv utfordringer med sanntidsstyrte systemer:

1. Mangelfull kunnskap om design av slike systemer
2. Vanskelig å garantere at systemet møter alle krav – mangler metode for å forutse oppførsel
3. Kostnader
4. Mangler globalt akseptert standard
5. Mangel på utviklingsverktøy
6. Mangelfull sikkerhetsutforming knyttet til systemet – videre forskning trengs
7. Mangler vurderings- og bekreftelsesmetoder for slike systemer

Sanntidskontrollsystemer krever med andre ord videre arbeid før de kan anvendes i et bredt kommersielt omfang. De syv utfordringene over er fremdeles bare en del av problemet. Brennan

(2007) mener at hovedutfordringen ligger i den generelle designutfordringen til slike systemer, og sier i sin artikkel "Toward real-time distributed intelligent control: A survey of research themes and applications":

"Metoden som ligger til grunn for utformingen av slike systemer pleier å være ad hoc preget (utfordring 1 og 2), validering pleier å skje ved prøving og feiling (utfordring 2 og 6), sikkerheten er blitt overlatt til programutvikleren (utfordring 7), det er mangel på industrielle programvareutviklingsverktøy (utfordring 5) og de eksisterende systemene er ikke kompatible med standarder og/eller standardene er vage (utfordring 4)."

Det er her viktig å poengtere at sanntidsstyring er ikke definert som et konkret prinsipp eller system, men omhandler i denne oppgaven ulike styringsverktøy/-systemer basert på sanntidsdata fra RFID.

7.1.1 Hva vil dette si for Alnabruterminalen?

Alnabruterminalen bruker i dag et relativt enkelt og egenutviklet IT verktøy. En overgang til et mer komplisert verktøy/system vil kreve en omstilling, men det må legges som krav at det nye systemet er brukervennlig og enkelt å ta i bruk. Utfordringene som er beskrevet over må evalueres av CargoNet, men det antas i denne oppgaven at disse kan løses ved valg av rett systemleverandør. På samme måte som med RFID er det en utfordring å satse på ny teknologi, men for å møte den fremtidige etterspørselen må CargoNet øke kapasiteten; både utbygging og effektivisering av terminalen er nødvendig.

7.2 Muligheter for sanntidsstyring i gate in/gate out

Et system basert på at både bil og container er merket med passive EPC merkede RFID brikker vil, som anbefalt i kapittel 6.3.2, gi informasjon om hva, hvor, når og hvordan. CargoNet vil med andre ord vite hvem og hva som har tilgang til terminalen, hvor og når de kjører inn/ut av terminalen og kan i tillegg få adgang til tilleggsinformasjon, som varegodsspesifiseringer og sluttkunde, via EPC nettverket.

På grunnlag av den tilgjengelige informasjonen er det foreslått tre ulike sanntidsstyringskonsepter basert på informasjonen fra gate in/gate out på Alnabruterminalen.

- Alternativ 1: Sanntidsovervåkning av faktisk kapasitet – kapasitetsstyring
- Alternativ 2: Knytte vekt opp mot EPC – ordrekontroll og sanntidsstyring av togplanlegging
- Alternativ 3: Mulighet for prioritering i gate in/gate out – styring av rushtrafikken

De tre løsningene er valgt på grunnlag av tilgjengelig sanntidsinformasjon (fra passiv RFID), svakhetene og truslene identifisert i SWOT analysen, kartleggingen på Alnabru og samtaler med fagpersoner innenfor RFID. Løsningene blir diskutert videre under. I tillegg vises mulige gevinster for CargoNet og samlasterne. Det er viktig at samlasterne får realisert gevinster da de må si seg villig til å merke containere og biler.

I tillegg til de tre alternativene, er det diskutert muligheten for prestasjonsmåling basert på datafangst i gate in/gate out. Dette faller litt utenfor oppgaven, men er tatt med da dette kan være med på å effektivisere gate in/gate out ytterligere.

7.2.1 Alternativ 1: Sanntidsovervåkning av faktisk kapasitet

Alnabruterterminalen er, som beskrevet i kapittel 5.2, en intermodal terminal. En av hovedforskjellene mellom intermodal og tradisjonell godtransport, er at togene går til faste tider uansett om de er fulle eller ikke. Dette gir utfordringer for både samlasterne og CargoNet. Samlasterne må hente inn gods fra sine kunder og om nødvendig samlaste dette til større forsendelser og kjøre dette til terminalen. Flexibilitet blir derfor viktig for samlasterne for å kunne møte varierende etterspørsel fra sine kunder. CargoNet, på den andre siden, ønsker en stabil og jevn materialflyt for å få høyest mulig ressursutnyttelse. Dette er klassiske usikkerhetsmomenter som er knyttet til all intermodal transport (Zomer et al., 2008).

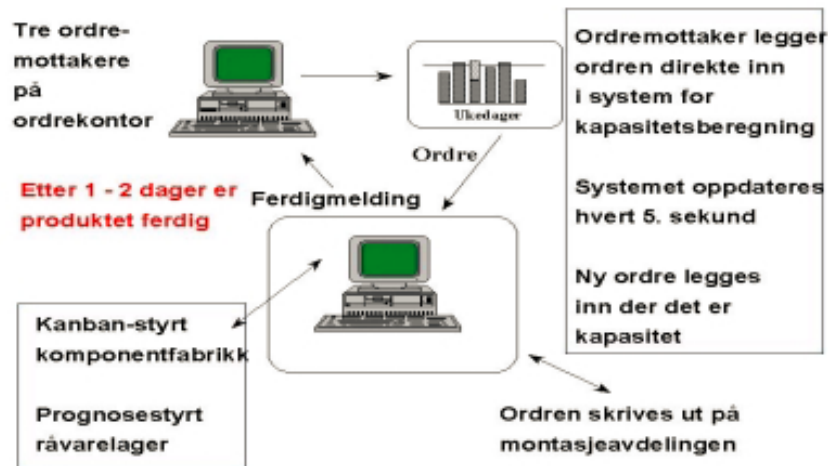
1. For operatørene er kostnaden ved transporten lik uansett om toget er fullt eller ikke. Ved å utnytte kapasiteten maksimalt, økes også fortjenesten.
2. For samlasterne er det stor usikkerhet knyttet til transporttilgjengelighet. Dersom plass ikke sikres på et tidlig tidspunkt kan de bli tvunget til å benytte dyrere transportalternativer.

CargoNet opererer i dag med tre ulike avtaler for kjøp av frakt mot samlasterne (CargoNet, 2010a):

- CargoNet Partner 2010 – faste plasser, uten fleksibilitet, som ikke kan avbestilles
- CargoNet Flex 2010 – faste plasser som kan avbestilles innen et fastsatt tidspunkt (10-12 % dyrere)
- CargoNet Ocean 2010– Plasser som bestilles i tillegg opp mot avgangstidspunktet og som koster det samme som partner plasser

For å sikre plass på togene bestiller samlasterne faste plasser lang tid (ca 3 måneder) før faktisk avgang. Samlasterne vet da ikke fraktbehovet til kundene sine og tomkjøring (tomme vogner på toget) kan ofte bli resultatet. Ressursutnyttelsen til CargoNet er derfor ikke optimal og kan forbedres. Ved å utvikle et grensesnitt hvor de ansvarlige på CargoNet kan overvåke faktisk kapasitets- og ressursutnyttelse kan de selge unyttet plasser helt opp til avgang.

For å illustrere løsningen vises et eksempel fra den norske stolprodusenten, HÅG. HÅG slet tidlig på 90 tallet med lange leveringstider, lav lageromsetning og dårlig leveringspresisjon. En omstrukturering av driften og et spesielt utviklet IKT system, har i dag forandret dette. IKT systemet muliggjør en sanntidsovervåkning og visualisering av faktisk produksjonskapasitet. Ordremottakere hos HÅG er derfor i stand til å gi kunden øyeblikkelig informasjon om leveringstid, samtidig som styringsmekanismen integrerer den operative styringen av ordre og leveranser (Strandhagen et al., 2002). En grov skisse av systemet er vist i Figur 34.



Figur 34 Sanntidskapasitet overvåkning hos HÅG (Strandhagen et al., 2002)

HÅG har på denne måten kuttet et planleggingsledd i organisasjonen. I stedet for å planlegge produksjonen (tradisjonell push) legges ordre direkte inn der det er ledig kapasitet (sanntidsstyring).

For CargoNet er det aktuelt å knytte et slikt IKT verktøy opp mot webbookingen for å få oversikt over ledig kapasitet på tog. Ved å så knytte denne informasjonen opp mot RFID registrering av alle containere som kjører gjennom gate in og blir lastet på toget, får CargoNet en visualisering (for eksempel ved grafisk fremstilling) av faktisk kapasitet i sanntid og kan dermed styre denne effektivt. Hvis for eksempel Schenker har bestilt ti faste plasser, men kun trenger seks, vil det være fire ledige plasser som CargoNet kan tilby de andre samlasterne.

Denne løsningen vil adressere begge usikkerhetsmomentene som er nevnt over og er knyttet direkte til kapasitetsutnyttelsen på terminalen. CargoNet kan eliminere kapasitetsplanlegging og får muligheten til å selge plasser som ikke blir brukt og maksimerer dermed ressursutnyttelsen og fortjenesten. Samlasterne får et mer fleksibelt transportalternativ. Det er også mulig å bruke dette som en gulrot for å få samlasterne til å montere RFID på containere og biler. De monterer RFID brikkene mot en deling av gevinsten i form av for eksempel avslag på transportpris.

7.2.2 Alternativ 2: Knytte vekt opp mot EPC

CargoNet har, fra og med våren 2010, en nedgravd vekt i innkjøringen til gate in/gate out området (se Figur 32). Området er videoovervåket og når bilene kjører over vekten blir den totale vekten (bil + container) overført til gate in-boden. Den ansatte som sitter der kan da sammenligne faktisk vekt med ordrebekreftelsen sjåføren viser frem ved innsjekk. Da kartleggingsbesøket på terminalen ble utført var dette systemet enda ikke i bruk og det er derfor vanskelig å si noe om effektiviteten i prosessen. Tanken bak er at hvis faktisk vekt ikke stemmer overens med ordren, vil containeren bli plassert annerledes på toget for å balansere togets totale vekt.

I praksis kan dette være tidskrevende å gjennomføre. Den ansatte i gate in er ikke delaktige i planleggingen av plasseringen av containerne på toget. De må derfor manuelt gå inn i systemet og om nødvendig konsultere med dem som har ansvar for dette. Ved en RFID implementering vil CargoNet automatisk kunne knytte faktisk vekt opp mot ordren på EPC nummeret. Systemet kan da godta at vekten stemmer (innenfor gitte toleransegrenser) og gi bilen tilgang til terminalen eller

bestemme at den ikke får tilgang og gi beskjed til de rette personene. Dette kan dirigeres ved for eksempel bruk av lys, grønt – ok eller rødt – ikke ok, og på den måten helautomatisere gate in/gate out. Denne løsningen vil være knyttet opp mot styring av flyten gjennom gate in og fakturering mot kunde.

En forlengelse av denne løsningen er at togplanleggingen skjer på grunnlag av sanntidsinformasjon fra gate in/gate out. Et IKT grensesnitt kan her utvikles slik at de som planlegger togoppsettet kontinuerlig får tilgang på vektinformasjon fra gate in og bruker denne til å optimalisere plasseringen av containere på toget. Dette kan sammenlignes med kapasitetsovervåkingen fra forrige eksempel og vil bygge på en visuell presentasjon av data fra både webbookingen og gate in. Denne kan for eksempel være et IT system med en enkel fremstilling av toget med alle vognene, der togplanleggeren får kontinuerlig oppdatert informasjon om vektfordelingen på vognene. CargoNet kan på denne måten eliminere planleggingsprosessen knytte til togoppsettning og forbedre både sikkerheten og kapasitetsutnyttelsen på togene.

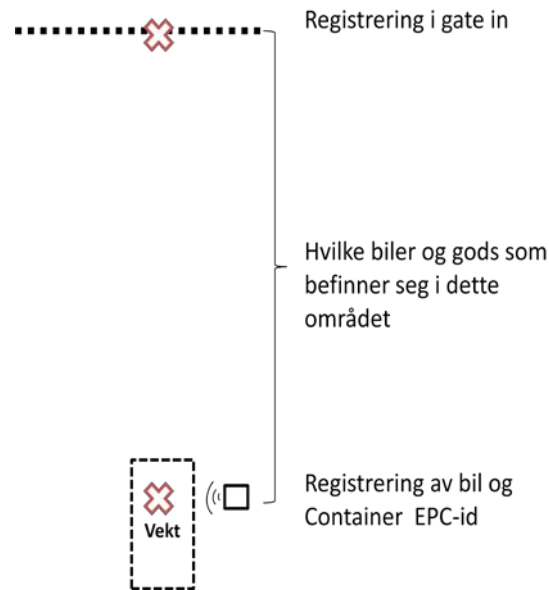
Den største utfordringen knyttet løsningen er at det i dag ikke er noen nedgravd vekt ved inngangene til Schenker og TollPost Globe. Posten må kjøre over vekten for å få tilgang på sin inngang, men siden de to andre direkteinnkjøringskundene ikke må det, vil det her være et hull i datafangsten.

Omdirigering av alle kundene, inkludert direkteinnkjøringskundene, gjennom gate in/gate out kan, som nevnt i kapittel 6.3, føre til en flaskehals. Dette problemet kan løses enten ved at disse to samlasterne (internkunder) får ansvar for veiing av eget gods eller ved at det graves ned vekt i begge innkjørslene. Det første alternativet vil basere seg på tillit mellom TollPost Globe, Schenker og CargoNet og CargoNet kan ikke være 100 % sikker på om vekten stemmer. Det andre alternativet er klart bedre for å fange opp korrekt data, men krever en investering i to nye vekter.

7.2.3 Alternativ 3: Mulighet for prioritering i gate in/gate out

I rush tiden (henting av gods på morgenen og levering på kvelden) kan det i dag oppstå kø i gate in. Dette er et problem både for samlasterne og CargoNet. Hvis bilene må stå i kø taper samlasterne tid og dermed penger. CargoNet kan miste kunder og togene kan bli forsinket som et resultat av flaskehalsen i gate in. En RFID implementering og automatisering av gate in/gate out vil kunne redusere dette noe ved å automatisere godsflyten gjennom gate in og dermed redusere innsjekkingstiden. Det gir derimot ikke mulighet for aktiv styring av trafikken.

RFID løsningen som er presentert i kapittel 6.3 anbefaler en RFID antenne ved vekten. Bil og container blir da registrert i systemet her og informasjonen kan benyttes til å utvikle IKT verktøy hvor beslutningstakere hos CargoNet kan få en visuell presentasjon av bilene som står i kø inn til terminalen (se Figur 35). Beslutningstakere hos CargoNet kan da prioritere biler i køen, om de for eksempel skal på et tog som snart skal dra, eller biler kan prioriteres på grunnlag av best utnyttelse av kranene.



Figur 35 Prioritering av gods i gate in

Denne løsningen vil være direkte knyttet opp mot styring av selve gate in. CargoNet kan da optimalisere både ressursutnyttelsen inne på terminalområdet (kraner, areal osv.) og flyten av gods gjennom gate in.

7.2.4 Prestasjonsmåling i gate in/gate out

Prestasjonsmåling kan ha mange definisjoner. Bedrifter har tradisjonelt fokusert på typiske økonomiske mål, som kapitalomsetningsrate og faste kostnader. Selv om dette er viktige mål for bedriftens lønnsomhet har det i løpet av de siste 20 årene blitt fokusert mer på ikke-økonomiske indikatorer (Otley, 2002) som sikkerhet, effektivitet og produktivitet. Ledere har med andre ord innsett at de økonomiske målene alene ikke er tilstrekkelig til å gi gode styringsparametere for bedriften. Kort sagt kan man definere prestasjonsmåling som måling av resultater/utfall og effektiviteten av tjenester og tiltak (Hatry, 2006).

Grunnen til at dette er diskutert her er at det både kan effektivisere gate in/gate out ytterligere og fordi informasjonen fra et slikt system kan brukes for å forbedre beslutningsgrunnlaget og styringen av terminalen (Andersen og Fagerhaug, 2002).

Ved å montere en RFID antenne på kranene som laster/losser togene vil CargoNet få tilgang på sanntidsinformasjon som kan benyttes for å måle effektiviteten fra gate in til lasting/lossing og tilbake gate out. CargoNet kan da måle hvor lenge bilene befinner seg inne på terminalen, hvor lang tid det tar fra gate in tilbake til gate out og hvor effektiv kranoperasjonen er. Disse målene eller indikatorene kan for eksempel benyttes for å eliminere eventuell dødtid, effektivisere kranene og dele oppdatert informasjon med kundene.

Data samlet fra RFID kan da benyttes til å forbedre informasjonsgrunnlaget til beslutningstakere hos CargoNet. Ved hjelp av for eksempel prestasjonsdashboards som viser visuelle, grafiske og/eller skriftlige presentasjon av data, se (Strandhagen et al., 2006), kan CargoNet kontinuerlig overvåke prestasjonen til terminalen. Hovedfunksjonen til prestasjonsdashbordene er nettopp å hjelpe

beslutningstakerne å måle og styre nøkkelprosesser, samt bli kontinuerlig oppdatert på strategiske mål for terminalen (og nettverket) (Eckerson, 2006).

Selv om prestasjonsmåling faller uten for det definerte området av gate in/gate out er det tatt med da det kan gi CargoNet store gevinster og bidra til ytterligere effektivisering av både gate in/gate out og terminalområdet.

7.2.5 Mulige effekter og gevinster ved økt grad av sanntidsstyring på Alnabruterminalen

Sanntidsstyring består av ulike elementer som vist i kapittel 3.2.2. Lønningene som er presentert over er ulike styringsverktøy som mottar sanntidsdata både fra RFID i gate in/gate out og den nettbaserte webbookingsløsningen til CargoNet. Det finnes ingen fasit til hvordan sanntidssystemer skal utformes eller hvordan gevinster fra slike systemer kan måles (Brennan, 2007). Mulige effekter for Alnabruterminalen er derfor vanskelig å identifisere og kvantifisere.

De tre løsningene adresserer ulike elementer av den daglige driften på terminalen (se Figur 36) og vil kunne gi ulike effekter. Hovedgevinsten knyttet til økt grad av sanntidsstyring er overgangen fra planbasert pushstyring til mer virkelighetsbasert styring. CargoNet kan på den måten eliminere behovet for tidskrevende planlegging og fokusere på å styre terminalen basert på faktisk godsflyt for å oppnå forbedret kapasitets- og ressursutnyttelse samt effektivisering av gate in/gate out.



Figur 36 Områdene de ulike sanntidsstyringsforslagene påvirker Alnabruterminalen

Sanntidsovervåkning av kapasiteten (alternativ 1) vil bestå av flere elementer, men hovedfokus vil være på å optimalisere ressursutnyttelsen ved lastning av togene ved å eliminere unødvendig tomkjøring. CargoNet opplever at ca 20 % av kapasiteten på togene er ubrukt. Ved å eliminere dette vil de kunne øke fortjenesten per tog og øke kapasiteten for transport på bane. Mulige gevinster av dette kan være:

- En mer fleksibel løsning å tilby kundene (samlasterne) – forbedret kundeservice
- Økt fortjeneste – reduksjon av tomkjøring
- Økt ressursutnyttelse
- Økt kapasitet – utnytte eksisterende kapasitet bedre

Ved å knytte vekt målningen automatisk til EPC id på RFID brikken (alternativ 2) kan CargoNet oppnå togplanlegging i sanntid samt forbedring av både sikkerhet og faktureringsprosess mot kunde. Planlegging av togoppsettet er identifisert som en nøkkelprosess for å effektivisere driften av terminalen. Ved å utføre denne i sanntid, basert på sanntidsinformasjon fra webbookingen og vekten, kan prosessen strømlinjeformes og driften av terminalen effektiviseres. Denne løsningen vil påvirke styringen på to ulike måter. Sanntidstogplanlegging vil ha hovedfokus på å optimalisere togplanleggingen i hensettingsområdet (se Figur 36) og forbedre sikkerheten knyttet til vektfordeling på toget. Vektkontroll i gate in vil ha fokus på automatisering av gaten, ordrekontroll og forbedring av faktureringsprosessen mot kunde. Mulige gevinster fra alternativ 2 er:

- Forbedret faktureringsprosess mot kunde – ordrekontroll/likviditetsstyring
- Forbedret sikkerhet med hensyn til vektfordelig på tog
- Effektivisering av driften – gå bort fra pushstyring mot økt grad av sanntidsstyring
- Kan redusere personell i gate in/gate out – helautomatisering
- Forbedret adgangskontroll - helautomatisering

Muligheter for å prioritere biler i kø i gate in (alternativ 3) er et godt verktøy for å oppnå mer effektiv køstyring. Hovedfokus her vil være å aktivt effektivisere gate in og på denne måten forbedre ressursutnyttelsen inne på terminalen (se Figur 36). I dag kan det oppstå kø ved rushtiden tidlig på morgenen og sent på kvelden. Dette er i dag ikke et veldig stort problem (Knudsen, 2010), men om etterspørselen øker, som forventet, vil kø i gate in være en flaskehals for prestasjonen til terminalen. Mulige gevinster fra alternativ 3 er:

- Økt kapasitet – effektivisering av gate in/gate out (kø styring)
- Økt ressursutnyttelse – kan prioritere gods på grunnlag av kranutnyttelse

De tre alternativene vil ikke utelukke hverandre og CargoNet kan velge å benytte alle tre. Uavhengig av valg av system, vil automatisk datafangst og bruk av sanntidsdata fra RFID kunne gi gevinster innenfor:

- Bedre utnyttelse av arealene - Forbedret depotstyring
- Forbedret sikkerhet – vet hva som til en hver tid befinner seg på terminalen
- Forbedret adgangskontroll
- Bedre oversikt – tilgang på sanntidsdata

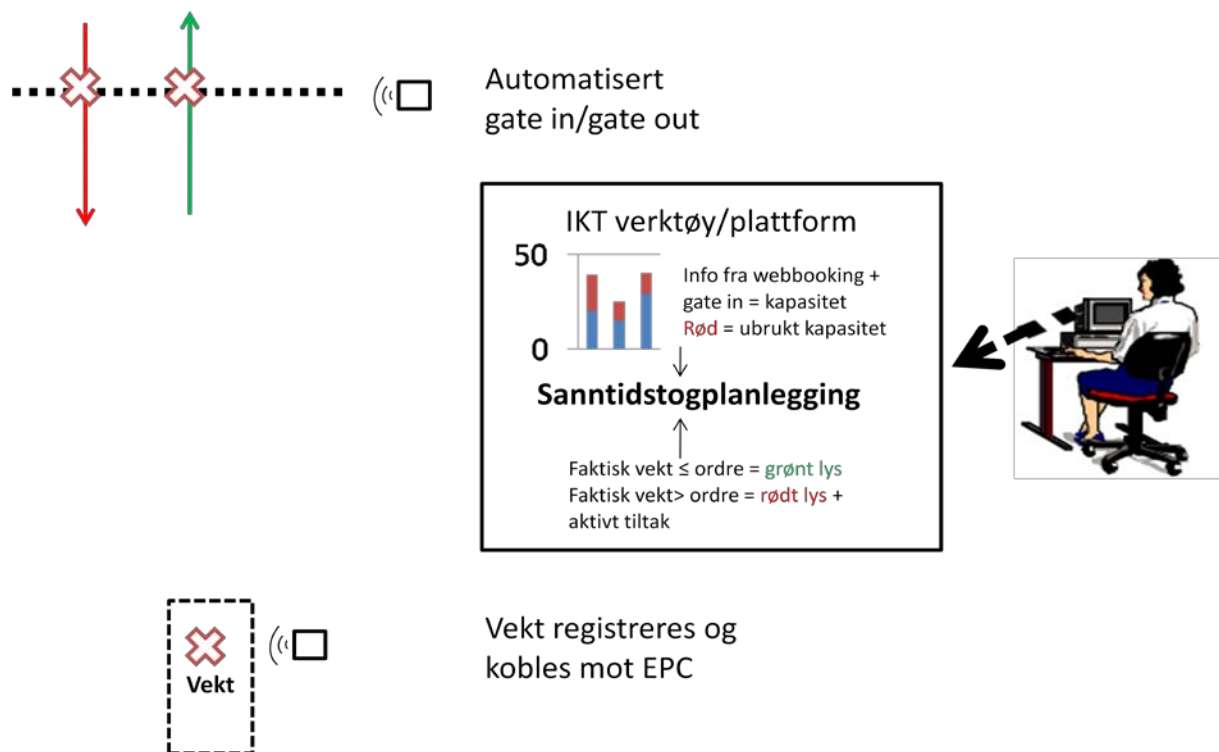
7.2.6 Vurdering av alternativene

CargoNet har i dag ingen spisskompetanse innenfor automatisk datafangst og sanntidsstyring og de må derfor, ved en fremtidig satsing, finne en leverandør som kan tilby dem komplette løsninger. Forslagene som er presentert over er ment som ideer og grunnlag for videre arbeid.

De tre forslagene vil, som nevnt over, ikke utelukke hverandre. CargoNet kan dra nytte av alle tre for å få økt grad av sanntidsstyring på terminalen. Helautomatisering av gate in/gate out vil kunne

redusere inn- og utsjekkingstiden fra terminalen dramatisk og effektivisere ressursutnyttelsen inn på terminalen (erfaring fra case 2). I dag er det til tider kø ved gaten og IT-systemene er preget av feil og mangler. En helautomatisering vil fjerne mange av disse problemene. Sanntidsplanlegging av togoppsettet basert på informasjon fra både webbooking og faktisk vekt av containere, kan effektivisere både planleggingsfasen (HÅG) og forbedre styringen av vekt og plassering på toget. Sanntidsovervåkning av kapasiteten vil gi økte muligheter for inntjening for CargoNet, samtidig som samlasterne vil få en mer fleksibel tjeneste. I rushtiden vil muligheten for prioritering av biler og gods i forbindelse med gate in, gi CargoNet fleksibilitet og bedre styring.

Løsningene adresserer ulike aspekter ved driften av terminalen (se Figur 36) og vil alle medføre en økt grad av sanntidsstyring på terminalen. Hvilken av løsningene som bør implementeres kommer an på hva CargoNet vil satse på. Den løsningen som i første omgang ville gitt store gevinster er en kombinasjon av alternativ 1 og 2. Datafangst både ved vekten og i en helautomatisert gate in/gate out styrt med lys koblet opp til et IKT verktøy der faktisk kapasitet, ordrekontroll og sanntids togplanlegging kan gjennomføres (idéskisse vist i Figur 37). CargoNet får på den måten sanntidsstyrt flere nøkkelprosesser. Togplanleggingen er identifisert som en nøkkelprosess for å oppnå en mer effektiv terminal (Knudsen, 2010) og kapasitetsstyring er nøkkelen til å oppnå økt inntjeningsgrunnlag for CargoNet.



Figur 37 Idéskisse for sanntidsstyring i gate in/gate out

Tanken bak idéskissen er at beslutningstakere hos CargoNet vil få sanntidsinformasjon fra både webbookingen, vekten og gate in/gate out. De kan på den måten aktivt styre godsstrømmen gjennom gate in/gate out, samtidig som de kan forbedre ressursutnyttelsen både på terminal og tog. Samlasterne vil i tillegg få en mer fleksibel tjeneste.

7.3 Neste steg for CargoNet

For at sanntidsstyring skal være mulig, må utstyr for fangst av sanntidsdata være installert i bedriften. CargoNet har i dag ingen automatisert datafangst og må starte med å investere i maskinvare som muliggjør automatisk datafangst. Bhuptani og Moradpour (2005) anbefaler følgende rammeverk for en RFID implementering (se Figur 38)



Figur 38 Rammeverk for RFID implementering (Bhuptani og Moradpour, 2005)

I forbindelse med gate in/gate out er problemene identifisert og en løsning skissert. Neste steg for CargoNet er derfor å utarbeide en endelig satsning basert på den skisserte løsningen og pilotteste denne. En pilottest er det nødvendige leddet mellom identifiseringsfasen der fokuset er på teoretiske løsninger og en fullskala implementering (Bhuptani og Moradpour, 2005). Det gir CargoNet mulighet til å teste løsningen i et kontrollert miljø. Pilottesten kan utføres ved for eksempel å teste RFID implementeringen med kun en samlaste. På den måten får både CargoNet og samlasterne erfaringer med gevinstene av automatisk datafangst og økt grad av sanntidsstyring. CargoNet må parallelt planlegge den videre implementeringen av fullskala RFID og utvikling av sanntidsstyringssystemene som trengs for å benytte og prosessere sanntidsdata.

7.4 Sanntidsstyring på Alnabruterminalen

Sanntidsstyrtesystemer består av mange ulike elementer og er av mange identifisert som fremtidens styringsprinsipp. Kjernen i sanntidsstyring er på mange måter det motsatte av den tradisjonelle planbaserte pushstyringen Alnabruterminalen benytter i dag. En sanntidsstyrt terminal fokuserer på faktisk kapasitet, etterspørsel og lager/depot og kan på den måten øke effektiviteten og dermed produktiviteten til terminalen. Det har de siste årene vært stort fokus på å forbedre rammene rundt slike systemer. Det er fremdeles en rekke utfordringer knyttet til den generelle utformingen og mange mener derfor at de ikke er klare for et bredt kommersielt marked. CargoNet må evaluere disse utfordringene ved valg av systemutvikler/-leverandør.

På Alnabruterminalen er det foreslått tre alternative løsninger basert på sanntidsinformasjon fra RFID i gate in/gate out:

1. Sanntidskapasitetsovervåking – Forbedre ressursutnyttelsen og inntjeningen
2. Sanntidsordrekontroll og -togoppsettplanlegging – forbedre fakturaprosess mot kunde og vekt fordeling på toget
3. Prioriteringsmulighet i gate in ved kø – effektivisering av gate in

De tre alternativene vil påvirke Alnabruterminalen på ulike måter. Effekter og gevinster av de ulike forslagene kan være, økt kapasitet, forbedret sikkerhet, automatisering og effektivisering av gate in/gate out samt forbedret ressursutnyttelse. Løsningene utelukker ikke hverandre og kan kombineres for å oppnå større grad av sanntidsstyring. I først omgang er en kombinasjon av alternativ 1 og 2 anbefalt for å effektivisere inn og utkjøring, øke kapasitet og ressursutnyttelse, redusere behovet for tidskrevende togplanlegging og forbedre både sikkerheten og fakturaprosess knyttet til vekt av containere. CargoNet kan i tillegg velge å kombinere disse med prestasjonsmåling i gate in/gate out og på den måten forbedre beslutningsgrunnlaget og styringen av terminalen.

Det neste steget for CargoNet er å teste løsningene som er skissert. Dette kan gjøres ved å gjennomføre en pilottest med kun en samlast, samtidig som de har dialog med ulike leverandører med sikte på en fullskala implementering av RFID og løsninger som gir økt grad av sanntidsstyring i gate in/gate out. Det er her viktig å si at anbefalingene som er skissert ikke er fullstendig løsninger. CargoNet må konferere med fagfolk innenfor både RFID implementering og utviklingen av sanntidssystemer for å finne løsninger som passer for dem basert på de funnene som er gjort i arbeidet med denne oppgaven.

8 Fremtidens intermodale terminal

Oppgaven har til nå vært avgrenset til å evaluere sanntidsstyring i gate in/gate out på Alnabruterminalen. Som vist i kapittel 7 kan dette gjøres på ulike måter og kan gi betydelige gevinster. I dette kapittelet blir mulighetene knyttet til RFID og sanntidsstyring på intermodale terminaler diskutert uten den avgrensing som til nå har lagt i oppgaven.

Kapittelet er en kombinasjon av teori om Intelligent Transport Systems (ITS) og en diskusjon om hvordan denne kan benyttes på en intermodal terminal. Løsningene som presenteres er ikke ment som løsninger for Alnabruterminalen, men mer som en diskusjon om en generisk modell for fremtidens intermodale sanntidsstyrte terminaler. Kapittelet bygger på litteratur (kapittel 3), "best practice" fra bransjen (kapittel 4) og funnene fra Alnabruterminalen (kapittel 5, 6 og 7). Den generiske modellen er illustrert og til slutt diskuteres det kort hvordan den vil kunne påvirke Alnabruterminalen.

8.1 Intelligent Transport Systems (ITS)

Betegnelsen ITS brukes ofte for å beskrive morgendagens teknologi, infrastruktur, tjenester, planleggings-, drifts- og styringsmetoder for frakt av personer og gods. For å sitere Crainic et al. (2008) "med ITS er morgendagen allerede her". Det finnes ulike definisjoner og teknologien er et paraplyuttrykk for mange ulike systemer som avanserte trafikkstyringssystemer, avanserte passasjerinformasjonssystemer og mye mer (Newman-Askins et al., 2003). Her brukes definisjonen fra Newman-Askins et al. (2003)

ITS er betegnelsen for ulike applikasjoner av avansert kommunikasjons-, elektronikk, navigasjons- og informasjonsprosesseringsteknologi designet for å forbedre ytelsen til eksisterende transportsystemer for å forbedre sikkerheten, effektiviteten og komforten samt redusere ugunstige miljøpåvirkning.

Formålet med ITS er med andre ord å anskaffe, prosessere og distribuere informasjon for å forbedre utnyttelsen av eksisterende transportsystemer, infrastruktur og tjenester (Crainic et al., 2009).

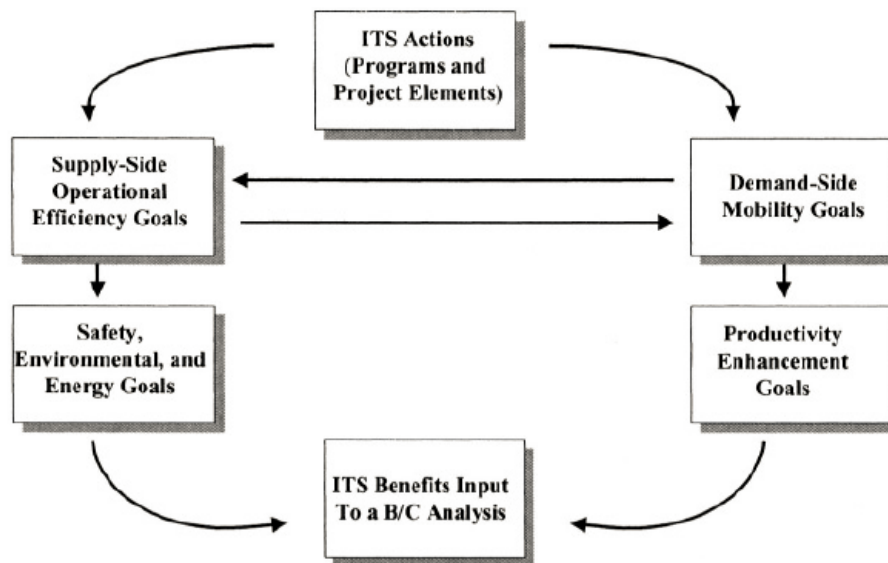
Som nevnt i kapittel 7 er utviklingen av maskinvaren (datafangstverktøy) i dag kommet langt, og det er ikke her de fremtidige utfordringene ligger. Det samme gjelder for ITS. Gjennom teknologier, som for eksempel RFID, er det i dag mulig å samle inn enorme mengder data. Ved hjelp av EPC nettverket er det i tillegg mulig å dele denne informasjonen raskt med samarbeidspartnere og kunder. Spørsmålet er da om denne informasjonen blir gjort om til brukbar informasjon (Crainic et al., 2009). Dette spørsmålet kan i dag ikke besvares positivt da det er en rekke utfordringer knyttet til slike systemer (se 7.1). Fremtidens ITS systemer og de fleste eksisterende utviklingsprosjekter innen for dette feltet, fokuserer derfor på å forbedre dette og utvikle systemer som gjør det mulig for aktører og nettverk å kontrollere og koordinere drift i sanntid (Crainic et al., 2009), slik at de oppnår gevinstene som er beskrevet i denne oppgaven.

8.1.1 Gevinster

Måling og kvantifisering av gevinstene fra ITS er på mange måter systemets akilleshæl. Gevinstene fra et slikt system er, og vil forbli, vanskelig å måle, men de forventes å være betydelige (Brand, 2004). ITS har tradisjonelt fem målområder (Brand, 2004):

- Effektivitet
- Mobilitet
- Produktivitet
- Sikkerhet
- Energi og miljø

Figur 39 viser et rammeverk for gevinster fra ITS og hvordan de fem målområdene er koblet til gevinstene i et årsaks – virkningsforhold.



Figur 39 Rammeverk for gevinster av ITS (Brand, 2004)

Flere generelle gevinster av forbedret styring er allerede diskutert. De vil derfor ikke bli diskutert på nytt her, men et par eksempler vises for å illustrere mulige gevinstområder (Maccubbin et al., 2008).

- Redusere tiden det tar å motta og behandle godsdokumentasjon (målt 50 % reduksjon)
- Redusere administrative oppgaver og kostnader
- Redusere total fraktskostnad

8.1.2 Krav: Samarbeid, informasjonsdeling, IKT

For at ITS skal fungere må aktørene i transportnettverket være villig til å møte en rekke krav som systemet stiller. Disse kan variere, men vil i denne oppgaven omhandle krav til samarbeid, informasjonsdeling, IKT og arbeidsvaner i nettverket.

ITS bringer flere områder sammen; Transportplanlegging, telekommunikasjon, prognoseberegninger, kjøretøy- og elektronikkproduksjon og infrastrukturplanlegging. Det betyr at det er mange ulike aktører og interessenter som er involvert. Disse må samarbeide for at utviklingen, implementeringen og driften av ITS skal bli vellykket (Crainic et al., 2009). Samarbeid og informasjonsdeling mellom autonome selskaper er alltid en utfordring og dette gjelder særlig intermodale transportnettverk. Aktørene som er knyttet til den intermodale terminalen er konkurrenter i tillegg til samarbeidspartnere og deling av sensitiv informasjon kan derfor være en utfordring.

Dette stemmer med erfaringer fra Alnabruterminalen. En større satsning på RFID på terminalen og/eller i nettverket, vil gi gevinster til alle aktørene, men i dag vil ingen være med på investeringen og deling av informasjon er en utfordring. Aktørene ser på seg selv som autonome selskaper og velger å se bort fra at de er samarbeidspartnere på terminalen. Samarbeid er en nødvendig forutsetning for at RFID og sanntidsinformasjon skal gi de gevinstene som er beskrevet for nettverket og på den måten muliggjøre implementering av ITS.

ITS er basert på ulike informasjons- og kommunikasjonsverktøy (IKT) og aktørene må derfor investere i teknologi "som snakker sammen" for at ITS skal fungere. Data fra blant annet RFID systemet må distribueres til et stort antall brukere og det er viktig at dette skjer i sanntid og at det er automatisert, brukervennlig og kostnadseffektivt. Dette kan gjøres via for eksempel EPC Informasjon Services (EPCIS) som er en standardisert applikasjon utviklet av EPC global med det formål å dele EPC data og sanntidsinformasjon mellom samarbeidspartnerne i et nettverk (Bhuptani og Moradpour, 2005). IKT systemene som muliggjør ITS vil representere en betydelig kostnad og aktørene må her ha gode samarbeidsavtaler før et nettverksdekkende system kan implementeres.

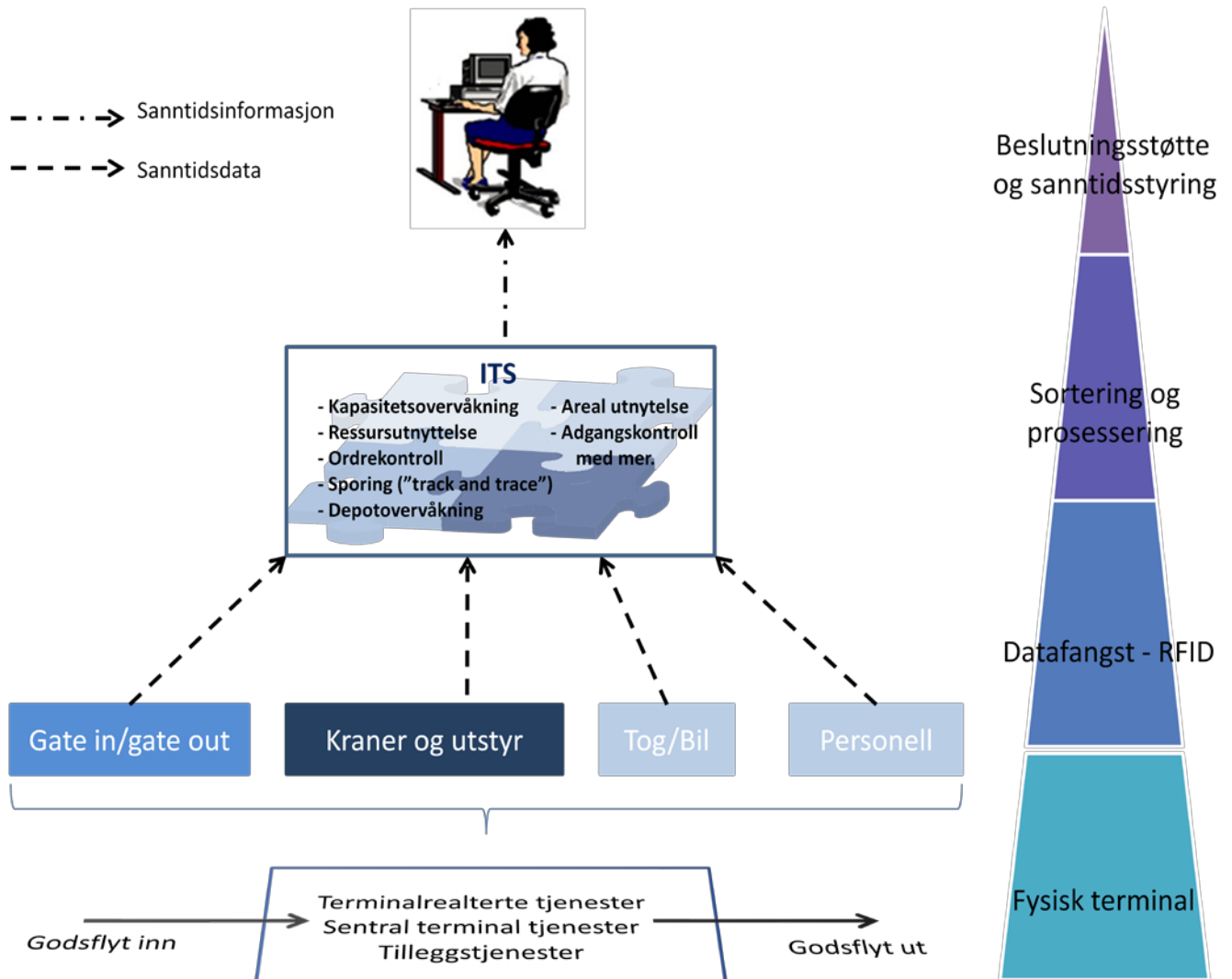
Et siste krav til ITS er endring av holdinger og arbeidsvaner i nettverket. Verken det å installere et IT system eller å implementere RFID er i seg selv løsninger og vil ikke alene resultere i gevinster for nettverket. Det er tolkningen og bruken av disse dataene som gir gevinst (Mentzer et al., 2000). I dag tolkes ofte data samlet inn fra sofistikerte utstyr og overført via avanserte kommunikasjonssystemer av operatører med få eller ingen beslutningsstøtteverktøy (Crainic et al., 2009). Styringsbeslutninger og gevinster er i disse tilfellene sterkt avhengig av operatørens kunnskapsnivå. Dette er en svakhet i dagens ITS løsninger. Det kan også være en indikator på manglende endringsvilje og/eller lavt kunnskapsnivå hos bedriftene. Framfor å kartlegge dagens løsninger og kutte ikke-verdiskapende aktiviteter, blir systemet i altfor stor grad tilpasset dagens drift. Det er derfor viktig, som vist i Figur 38, at bedriften identifiserer utfordringene og setter seg godt inn i dem før de inngår dialog med potensielle leverandører og systemutviklere.

8.2 Fremtiden intermodale terminal – en generisk modell

Det er fornuftig å anta at fremtidens intermodale terminal vil, i større grad enn i dag, være effektive logistikknutepunkt som er en aktiv del av transportnettverket. Samarbeid og nettverksbygging er viktig om terminalen i fremtiden skal forbli konkurransedyktig. Utviklingen er allerede i gang og teknologien som kreves for å få økt grad av sanntidsstyring på terminalen blir stadig bedre og billigere.

"The internett of things" (IoT) ble presentert i kapittel 3.3.6. Tanken bak IoT er at alle objekter/ting i fremtiden vil eksistere i en virtuell kopi av virkeligheten. For den intermodal terminalen vil dette bety at alt av kraner, verktøy, utstyr og gods vil være RFID merket og ha en identitet som kan spores og styres via internett. Løsningen som ble skissert for Alnabruterminalen i kapitel 7 baserte seg på EPC merking. IoT er en storskala implementering av dette konseptet: Alt er RFID merket med en EPC id. Utfordringene her er at nettopp alt må merkes (informasjonssamling) og at en slik database må vedlikeholdes. Løsninger for dette vil ikke bli diskutert videre her, men IoT er nevnt her fordi det i fremtiden vil være en realitet og er brukt i den generiske modellen vist på Figur 40. IoT vil kunne gi store gevinster i form av blant annet sporingsmulighet, godssikkerhet, informasjonsdeling, styring av gods og materialstrøm, datafangst og ikke minst gi muligheter for sanntidsstyring.

Modellen bygger på et overordnet styringssystem (for eksempel ITS) som blir kontinuerlig matet med sanntidsdata fra hele terminalen. Alt er merket og har en individuell identitet (IoT). Styringssystemet sorterer og prosesserer sanntidsdataene og gir sanntidsinformasjon og beslutningsstøtte til beslutningstakerne på terminalen (se Figur 40).



Figur 40 Generisk modell for helhetlig sanntidsstyring av fremtidens intermodale terminal

Modellen vist i Figur 40 er delt inn i fire nivåer.

1. Fysisk terminal: Aktivitetene knyttet til den fysiske terminalen
2. Datafangst: Individuell merking av alt som finnes på og/eller vil ha tilgang til terminalområdet – muliggjør fullstendig automatisk datafangst
3. Sortering og prosessering: ITS systemet som sorterer og prosesserer sanntidsdata
4. Beslutningsstøtte og sanntidsstyring: Menneskelig element som styrer basert på sanntidsinformasjon og beslutningsstøtte fra ITS systemet

Nivå 1 (den fysiske terminalen) fokuserer på hvilke tjenester terminalen tilbyr, layout og fysisk godsstrøm over terminalen. Nivå 2 (datafangst) fokuserer på automatisk registrering av alt som befinner seg på og ankommer/forlater terminalområdet. Sanntidsdata fra nivå 2 blir sortert og prosessert av ITS systemet (nivå 3) til sanntidsinformasjon som kan benyttes som beslutningsgrunnlag for styring av terminalen (nivå 4). ITS systemet mottar, med andre ord, sanntidsdata fra hele terminalen og gir beslutningsstøtte og sanntidsinformasjon til beslutningstakere på terminalen. Styringen av utstyr, ansatte, gods, depot/lager og andre ressurser skjer dermed i sanntid.

Gevinstene fra et slikt system er vanskelig å kvantifisere, men økt grad av sanntidsstyring kan bidra til å eliminere mange av "planstyringssymptomene", som for eksempel mangelfull ressurs- og kapasitetsutnyttelse. Terminalen kan ved hjelp av ITS systemer i tillegg få realisert alle gevinstene Figur 29; økt effektivisering, forbedret sikkerhet, kvalitetskontroll, kundeservice og finansiell styring samt forbedret inntjeningsgrunnlag og økt fortjeneste.

Kapittel 8.1 identifiserte flere krav knyttet til ITS systemer. For den intermodale terminalen vil ITS både representere en betydelig investering og et behov for å kartlegge og eliminere ikke-verdiskapende aktiviteter. Det er her viktig å poengtere at implementeringen av ITS, som vist i den generiske modellen, ikke er en løsning i seg selv. Det er tolkning og bruk av sanntidsdata, for å oppnå økt grad av sanntidsstyring, som fører til at terminalen får realisert gevinster fra et slikt system.

8.2.1 Sanntidsstyring av nettverket

Som nevnt i kapittel 6.3 vil det i fremtiden være nettverk, og ikke bedrifter, som konkurrerer. ITS er et system som kan integrere bedrifter slik at de kan dele informasjon og samarbeide for å møte sluttkundens behov. For at et slikt samarbeid skal fungere er det viktig at både nettverket som helhet og aktørene individuelt samarbeider og dermed oppnår gevinster som et resultat av satsningen.

Det vil ikke diskuteres en generisk modell for nettverket, men dette er nevnt fordi det vil være en del av konkurransebilde til fremtidens intermodale terminaler. Kapittel 8.2 fokuserte på automatisk datafangst på selve terminalen og økt grad av sanntidsstyring av ressursene der. Dette kan gi store gevinster for terminalen og resten av nettverket. For å oppnå full gevinst av RFID og sanntidsstyring må sanntidsdata distribueres i nettverket. Dette kan for eksempel gjøres ved at alle aktørene implementerer den generiske modellen, som er vist over, og deler sanntidsinformasjonen med de andre aktørene i nettverket. Sanntidsdata fra samlastere, terminaloperatører, sluttkunder, infrastrukturere og andre interessenter blir på den måten tilgjengelig for hele nettverket. Et slikt samarbeid vil kreve IKT systemer som kan prosessere sanntidsinformasjon fra hele nettverket og dele denne effektivt med alle aktørene. EPCIS kan være en slik plattform hvor de ulike aktørene får tilgang på den informasjon som er nødvendig for dem.

For terminalen vil dette bety at den kan styres basert på faktisk etterspørsel hos både sluttkunde og samlasterne, informasjon fra infrastrukturere, vedlikeholdsinformasjon fra hele nettverket osv. Hele nettverket kan på den måten strømlinjeformes og alle ikke-verdiøkende aktiviteter kan elimineres.

8.3 Hva vil dette bety for Alnabruterminalen?

Den generiske modellen kan gi store gevinster for Alnabruterminalen. Den er på mange måter en videreføring av forslagene fra kapittel 7.2, som fokuserer på økt grad av sanntidsstyring av hele terminalen, ikke bare prosesser knyttet til gate in/gate out. Muligheten for å spore varer vil kunne gi CargoNet gevinster både innenfor godssikkerhet og kundeservice og kan eliminere tap av utstyr på terminalområdet. Vedlikehold av både utstyr og tog kan utføres basert på sanntidsdata fra sensorer og brikker og på den måten forbedre både selve prosessen og sikkerheten knyttet til vedlikehold. Ressurser, kapasitet, depot og areal kan overvåkes og utnyttes bedre og adgangssikkerhet kan forbedres ytterligere. Kort sagt er applikasjonsmulighetene utallige.

Gevinstene fra den generiske modellen avhenger av hvordan den blir brukt av CargoNet, men kan være:

- Økt ressursutnyttelse
- Forbedret inntjeningsgrunnlag
- Forbedret sikkerhet
- Eliminering av ikke-verdiskapende aktiviteter
- Forbedret vedlikeholdsstyring
- Forbedret depotstyring
- Reduserte administrative kostnader
- En mer fleksibel og kundeorientert tjeneste
- Økt effektivitet
- Økt kapasitet

Samarbeid og nettverksbygging er identifisert som en del av konkurransebilde til fremtidens intermodale terminal. Det er en rekke krav knyttet til samarbeid (se Austrud, 2009) og aktørene må avklare en rekke forhold før de kan satse på en nettverksdekkende ITS løsning. Dette omfatter blant annet tillit mellom partene og formelle kontrakter som klart definerer prosesseierskap, hvilken informasjon som skal deles, hvem som skal eie og drive systemet (en aktør eller uavhengig tredjepart) og ansvarsområder i den daglige driften. Det er i dag lite samarbeid og informasjonsdeling i logistikknettverket knyttet til Alnabruterminalen. Det eksisterer i dag heller ingen konkrete planer om å endre dette.

Ved en fremtidig ITS løsning for hele nettverket kan logistikknettverket knyttet til Alnabruterminalen få realisert gevinster i form av:

- Redusert transportkostnad
- Økt kapasitets- og ressursutnyttelse for hele nettverket
- Eliminering av unødvendige prosesser og aktiviteter i hele nettverket
- Forbedret sikkerhet – både knyttet til hver aktør, men også "on route"
- Redusert total transporttid
- Økt verdiskaping som resultat av effektivisering og bedre kapasitetsutnyttelse
- Reduserte administrative kostnader

8.4 Intermodale terminaler i fremtiden

Den generiske modellen bygger på en fullskala implementering av RFID der alt av utstyr, personell og aktører som ønsker tilgang til terminalen har en EPC id som er unik og kan spores. Styringen av terminalen vil på denne måten basere seg fullstendig på data i sanntid og ikke de tradisjonelle planene som karakteriserer dagens pushbaserte terminalstyring. Intelligent Transport Systems (ITS) er identifisert som et styringsverktøy som muliggjør nettopp dette. ITS er et paraplyuttrykk for ulike informasjons- og kommunikasjonsverktøy og terminalen kan benytte dette på ulike måter for å prosessere sanntidsdata og gi beslutningsstøtte til sentrale beslutningstakere.

Det er identifisert noen utfordringer knyttet til den generelle utformingen av ITS systemer. Løsningene er ikke standardiserte og i tillegg er de kostnadskrevene. Måling av gevinster er en utfordring og er på mange måter systemets akilleshæl. Gevinstene fra ITS forventes å være betydelige med hensyn til effektivitet, produktivitet, sikkerhet, energi- og miljøbesparelser.

For CargoNet kan en slik fremtidig implementering av den generiske modellen bety en total omlegging av styringsprinsipper. Det vil i tillegg medføre betydelige investeringer både i maskin og programvare. Gevinstene av en slik omlegging er vanskelig å kvantifisere, men de kan blant annet være økt kapasitets- og ressursutnyttelse, forbedret vedlikeholdsstyring, eliminering av ikke-verdiskapende aktiviteter og økt fleksibilitet og verdiskaping.

9 Konklusjon

Målet med oppgaven var å identifisere og analysere muligheter for sanntidsstyring ved hjelp av RFID på en intermodal terminal. Oppgaven er begrenset til å evaluere prosesser knyttet til gate in/gate out på Alnabruterminalen i Oslo. I tillegg diskuteres hvilke framtidige muligheter RFID og sanntidsstyring kan ha for terminalen og hele logistikknettverket.

Det er identifisert flere muligheter både for RFID implementering og økt grad av sanntidsstyring på Alnabruterminalen. Ulike løsninger for automatisk datafangst ved bruk av RFID er diskutert. På grunnlag av samtaler med fagfolk, teori og "best practice" på området er en løsning anbefalt. Oppgaven konkluderer med at passive EPC merkede RFID brikker, permanent montert på alle biler og containere som ønsker tilgang til terminalen, er den beste løsningen for CargoNet. Løsningen vil være mindre kostnadskreven og gi bedre standardiseringer enn aktive brikker i tillegg til å sikre automatisk fangst av nødvendig styringsdata i forbindelse med gate in/gate out.

Det anbefalte RFID systemet i gate in/gate out vil gi CargoNet sanntidsdata om hvem og hva som ankommer/forlater terminalområdet samt når og hvor dette skjer. I tillegg vil EPC nettverket gi tilleggsinformasjon som for eksempel varekategori og kundeinformasjon. Basert på denne informasjonen kan CargoNet oppnå økt grad av sanntidsstyring på ilke måter. Sanntidsstyring er ikke her definert som et konkret prinsipp men omhandler ulike styringsverktøy basert på sanntidsdata fra RFID. Basert på automatisert datafangst i sanntid, både ved vekten på vei inn til gate in og i selve gate in/gate out, anbefales CargoNet å satse på et IKT verktøy/plattform der kapasitet, togplanlegging og ordrekontroll kan overvåkes og styres i sanntid. Løsningen som er anbefalt er valgt på grunnlag av tilgjengelig sanntidsinformasjon, svakhetene og truslene identifisert i oppgaven og samtaler med fagpersoner innenfor RFID.

Både RFID implementering og utviklingen av sanntidsstyringssystemer vil representere betydelige investeringer for CargoNet og effektene av anbefalingene er vanskelig å måle. Dette er på mange måter akilleshælen til både RFID og sanntidsstyringssystemer. Det trengs derfor videre uavhengig forskning som kan identifisere og kvantifisere disse gevinstene.

Effektene av sanntidsstyringsverktøyet som er anbefalt er ikke målt, men forventes å være blant annet økt effektivitet i gate in/gate out og på selve terminalen, økt kapasitetsutnyttelse, forbedret sikkerhet i tillegg til bedre styring av kraner, personell, depot og godslyt. En mer effektiv terminal vil også gi økt kapasitet slik at CargoNet kan møte den forventede veksten i godstrafikken på bane og dermed muliggjøre en forflytning av godstransport fra vei til bane. En slik overføring vil kunne gi de økonomiske og samfunnsmessige gevinstene som ble beskrevet i innledningen til oppgaven.

9.1 Er RFID egnet som datafangstverktøy på en intermodal terminal (utfordringer)?

Gjennom samtaler med fagpersoner innenfor RFID og gjennomgang av både relevant litteratur (kapittel 3) og "best practice" i transport bransjen (kapittel 4) kan oppgaven konkludere med at RFID er egnet som datafangstverktøy for intermodale terminaler. Mange aktører har implementert teknologien med stor suksess og har rapportert gevinster gjennom økt kapasitet og effektivisering samt forbedret sikkerhet, ressursutnyttelse og kundeservice. Implementeringen av RFID gir økt tilgang på sanntidsdata og muliggjør økt grad av sanntidsstyring, som har vist seg å være svært fordelsaktig for den intermodale terminalen.

Tekniske utfordringer, mangelfull synliggjøring av gevinster, mangelfull standardisering og relativt høye kostnader er identifisert som hovedutfordringer knyttet til kommersielt bruk av RFID. Kostnadene har de siste årene blitt redusert og det er forventet at de vil bli enda lavere i fremtiden. De tekniske utfordringene er det mulig å løse ved riktig valg av leverandør og system og EPC merking av RFID brikker muliggjør standardisering både av merking av objekter og hvordan denne informasjonen kommuniseres til andre aktører. Gjennom case eksemplene i kapittel 4 og analysen i kapittel 6 har denne oppgaven prøvd å identifisere mulige gevinster fra en RFID implementering, men det trengs her videre uavhengig forskning både for å kartlegge og kvantifisere disse gevinstene.

9.2 Hva er fordelene og ulempene med automatisk datafangst?

Automatisk datafangst er en av de store fordelene knyttet til RFID. Løsningen som er anbefalt i denne oppgaven består av stasjonære lesere som registrer RFID brikke på bil og container i det den passerer innenfor leserens rekkevidde. Datafangsten blir på denne måten presis, objektiv og tilgjengelig i sanntid uten at ansatte eller sjåførere har muligheten til å påvirke eller senke informasjonskvaliteten. Den største utfordringen er at et slikt system genererer enorme mengder data. Denne dataen må struktureres og gjøres tilgjengelig for styringssystemer og beslutningstakere innenfor gitte tidsrammer om den skal ha noe nytteverdi. Informasjonskvaliteten er derfor avhengig av både korrekte avlesinger og fungerende programvare som kan sortere og strukturere informasjonen innenfor gitte tidsbegrensninger.

9.3 Hvilke krav stiller sanntidsstyring til terminalen og IKT verktøy?

Sanntidsstyring er et styringsprinsipp for fremtiden. En omlegging fra den mer planbaserte pushstyringen vil medføre en rekke utfordringer for den tradisjonelle godsterminalen. Styringssystemer basert på sanntidsdata stiller krav til automatisk datafangst, fleksibilitet i driften og en vilje og evne til å kartlegge og eliminere ikke-verdiskapende prosesser. Økt tilgang på sanntidsdata, ved hjelp av RFID, gjør det mulig for styringssystemer og beslutningstakere å styre terminalen mer effektivt og oppnå gevinster ved en mer effektiv terminal, forbedret ressursutnyttelse og økt kapasitet. Det er identifisert en rekke utfordringer knyttet til den generelle utformingen av sanntidskontrollsystemer. Det trengs derfor videre uavhengig forskning på, og arbeid med, både den generelle utformingen og standardisering knyttet til slike systemer.

9.4 Hvordan kan fremtidens intermodale terminaler benytte denne teknologien?

En fullstendig implementering av RFID, der alt av utstyr og personell på terminalområdet, i tillegg til merking av alt/alle som ønsker tilgang til terminalen, er bakgrunn for en generisk modell presentert i oppgaven. Modellen bygger både på teori og "best practice" og viderefører resultatene fra Alnabruterminalen. Automatisk datafangst fra hele terminalen kan gjøre fremtidens intermodale terminal i stand til å styre basert på sanntidsdata og på den måten eliminere behovet for planlegging av daglig drift. Terminalen kan for eksempel implementere overordnede styringssystemer som Intelligent Transport Systems (ITS) for å prosessere data fra hele terminalen og gi beslutningsstøtte til sentrale beslutningstakere.

Gevinster fra et slikt terminaldekkende styringsverktøy basert på sanntidsdata er vanskelig å kvantifisere, men forventes å være betydelige med hensyn til effektivitet, produktivitet, sikkerhet, energi- og miljøbesparelser.

Referanser

- ANDERSEN, B. 2007. *Business process improvement toolbox*, Milwaukee, Wis., ASQ Quality Press.
- ANDERSEN, B. & FAGERHAUG, T. 2002. *Performance measurement explained: designing and implementing your state-of-the-art system*, Milwaukee, Wis., ASQ Quality Press.
- ANDERSEN, S. S. 1997. *Case-studier og generalisering: forskningsstrategi og design*, Bergen, Fagbokforlaget.
- ARBEIDSGIVERFORENINGEN SPEKTER. 2008. *Godstransport på jernbane kan tredobles om forholdene legges til rette* [Online]. Oslo: Arbeidsgiverforeningen Spekter. Available: http://www.spekter.no/modules/module_123/proxy.asp?C=416&I=2948&D=2&tabmid=575&mid=575a613 [Accessed 18.03.2010].
- ASKILDSEN, T. C. 2009. *Alnabruterminalens regionale influenseområdet - en kraftfesting av forsendelsesdata*. Oslo: Transportøkonomisk Institutt.
- AUSTRUD, S. 2009. *Samarbeidsmodeller i intermodale logistikknettverk. Prosjektoppgavne høsten 2009*, Trondheim, Institutt for Produksjon og Kvalitetsteknikk, NTNU.
- BAARS, H., SUNY, X., STRUEKERZ, J. & GILLE, D. 2008. *Profiling Benefits of RFID Applications. Proceedings of the Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*. Toronto, Canada: Association for Information Systems.
- BADNALL, R. 1833. *A treatise on railway improvements*, London, Sherwood, Gilbert and Piper.
- BELL. 2010. *RFID asset tracking solution from Bell improving productivity at CN* [Online]. Canada: Bell. Available: http://www.bell.ca/enterprise/EntNews_newsLetter_Mar2007_1.page [Accessed 19.04 2010].
- BERG, B. L. 2004. *Qualitative research methods for the social sciences*, Boston, Mass., Pearson.
- BHUPTANI, M. & MORADPOUR, S. 2005. *RFID field guide: deploying radio frequency identification systems*, Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall PTR.
- BONTEKONING, Y. M., MACHARIS, C. & TRIP, J. J. 2004. *Is a new applied transportation research field emerging?--A review of intermodal rail-truck freight transport literature. Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38, 1-34.
- BOUSHKA, M., GINSBURG, L., HABERSTROH, J., HAFHEY, T. & JASON RICHARD, J. T. 2002. *Auto-ID on the Move: The Value of Auto-ID Technology in Freight Transportation* [Online]. Cambridge: Auto-ID center og Accenture. Available: https://www.accenture-outsourcing.ie/NR/rdonlyres/C7414A0A-ACOB-42CA-961D-452AE3B79216/0/autoid_freight.pdf [Accessed 01.05 2010].
- BRAND, D. 2004. *Assessing the Benefits and Costs of ITS - Making the Business Case for ITS Investments*. In: GILLEN, D. & LEVINSON, D. (eds.) *Assessing the Benefits and Costs of Intelligent Transportation Systems*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- BRAUT, G. S. 2010a. *bias (SML-artikkel)* [Online]. Oslo: Det store norske leksikon. Available: http://www.sn�.no/.sml_artikkel/bias [Accessed 20.02 2010].

- BRAUT, G. S. 2010b. *validitet (SML-artikkel)* [Online]. Oslo: Det store norske leksikon. Available: http://www.snl.no/.sml_artikkel/validitet [Accessed 20.02 2010].
- BRAUT, G. S. & STOLTENBERG, C. 2010. *reliabilitet (SML-artikkel)* [Online]. Oslo: Det store norske leksikon. Available: http://www.snl.no/.sml_artikkel/reliabilitet [Accessed 20.02 2010].
- BRENNAN, R. W. 2007. Toward real-time distributed intelligent control: A survey of research themes and applications. *IEEE transactions on systems, man and cybernetics. Part C, Applications and reviews*, 37, 744.
- BROCK, D. L. 2001. *The Electronic Product Code (EPC) - A Naming Scheme for Physical Objects* [Online]. Cambridge: MIT AUTO-ID center. Available: <http://www.autoidlabs.org/uploads/media/MIT-AUTOID-WH-002.pdf> [Accessed 11.04 2010].
- BUSHEY, S. 2009. *AAPA & nawe Marine Terminal Management Training Program* [Online]. Mountainside, NJ: TransTech Partners, LLC. Available: http://aapa.files.cms-plus.com/SeminarPresentations/2008MarineTerminal/2008MTM_Bushey.pdf [Accessed 27.04 2010].
- CARGONET. 2009a. *Brukerveiledning GTS webbooking* [Online]. Oslo: CargoNet. Available: <http://www.cargonet.no/2cffbb48-576d-47a8-b6bc-0d1f0d4398f9.fodoc> [Accessed 02.06 2010].
- CARGONET. 2009b. *Et nettverk av godsterminaler* [Online]. Oslo: CargoNet. Available: <http://www.cargonet.no/WidePage.aspx?id=3726&lang=NO> [Accessed 06.04 2010].
- CARGONET 2010a. *CargoNet - Produktvilkår 2010*. Oslo: CargNet.
- CARGONET. 2010b. *Terminal Alnabru - Februar 2010. Upublisert presentasjon*, Oslo, CargoNet.
- CHAOA, C. C., YANGB, J. M. & JENC, W. Y. 2007. Determining technology trends and forecasts of RFID by a historical review and bibliometric analysis from 1991 to 2005. *Technovation*, 27, 268–279.
- CHAPIN, K. 2007. *Automate With Active RFID - The Georgia Ports Authority's largest terminal yard is implementing a \$15 million active RFID (radio frequency identification) solution to increase yard capacity and throughput.* [Online]. Integrated Solutions Magazine. Available: http://www.identecsolutions.com/fileadmin/user_upload/PDFs/in_the_press/integrated_solutions_magazin_horizon_07-2007.pdf [Accessed 21.04 2010].
- CHOPRA, S. & MEINDL, P. 2007. *Supply chain management: strategy, planning, and operation*, Upper Saddle River, N.J., Pearson Prentice Hall.
- COLLINS, J. 2009. *A Broader Definition of RFID* [Online]. RFID journal. Available: <http://www.rfidjournal.com/article/view/4819> [Accessed 03.04 2010].
- CRAINIC, T. G., GENDREAU, M. & POTVIN, J.-Y. 2009. Intelligent freight-transportation systems: Assessment and the contribution of operations research. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 17, 541-557.
- DAVIS, M. M., AQUILANO, N. J. & CHASE, R. B. 2003. *Fundamentals of operations management* New York, McGraw-Hill Companies Inc.

- DEBRIE, J. & GOVERNAL, E. 2006. Intermodal Rail in Western Europe: Actors and Services in a New Regulatory Environmen. *Growth and Change*, 37, 444-459.
- DG INFSO & EPOSS. 2008. *Internet of Things in 2020 - Roadmap for the future* [Online]. EPOSS. Available: http://www.iot-visitthefuture.eu/fileadmin/documents/researchforeurope/270808_IoT_in_2020_Workshop_Report_V1-1.pdf [Accessed 05.05 2010].
- DÜRR, E. & GIANNOPOULOS, G. A. 2003. SITS: a system for uniform intermodal freight transport information exchange *International Journal of Transport Management*, 1, 175-186.
- ECKERSON, W. W. 2006. *Performance dashboards: measuring, monitoring, and managing your business*, Hoboken, N.J., Wiley.
- ECON PÖYRY AS 2007. Gods fra vei til bane. In: AS, E. P. (ed.). Oslo: Econ Pöyry AS.
- EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT, UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE STATISTICAL DIVISION & EUROPEAN UNION EUROSTAT. 1997. *GLOSSARY FOR TRANSPORT STATISTICS Second edition* [Online]. Available: http://www.tsi.lv/Transport&Telecommunication/v21_en/art04_Glossary.pdf [Accessed 10.04 2010].
- FOSS, B. 2004. *Innføring i logistikk*, Oslo, Universitetsforlaget.
- GAMBIER, A. 2004. Real-time Control Systems: A Tutorial. *Proceedings of the 5th Asian Control Conference*. Melbourne, Australia: ASCC Steering Committee.
- HATRY, H. P. 2006. *Performance measurement: getting results*, Washington, D.C., Urban Institute Press.
- HELLEVIK, O. 2002. *Forskningsmetode i sosiologi og statsvitenskap*, Oslo, Universitetsforl.
- HENESEY, L., WERNSTEDT, F. & DAVIDSSON, P. 2003. Market-Driven Control in Container Terminal Management. *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Applications and Information Technology in the Maritime Industries (COMPIT'2003)*. Hamburg, Germany.
- HENESEY, L. E. 2006. *Multi-Agent Systems for Container Terminal Management*. Ph.d, Blekinge Institute of Technology.
- HOLME, I. M. & SOLVANG, B. K. 1996. *Metodevalg og metodebruk*, [Oslo], TANO.
- HUGOS, M. 2005. *Building the real-time enterprise: an executive briefing*, Hoboken, N.J., Wiley.
- HUNT, V. D., PUGLIA, A. & PUGLIA, M. 2007. *RFID: a guide to radio frequency identification*, Hoboken, N.J., John-Interscience.
- JANOWSKI, W. 2003. Management Update: The Real-Time Enterprise at the Customer Front Line.
- JERNBANEVERKET 2007. Godstransport på bane - Jernbaneverkets strategi - Kortversjon. Oslo.
- JESIC. 2008. *Radio Frequency Identification (RFID)* [Online]. Macau: JESIC Technology Ltd. Available: <http://jesic-tech.com/RFID.html> [Accessed 10.04 2010].

- JONES, W. B., CASSADY, C. R. & BOWDEN, R. O. 2000. *Developing a Standard Definition of Intermodal Transportation* [Online]. Transportation Law Journal Available: http://www.ie.msstate.edu/ncit/NCIT_WEB_UPDATE/Final%20Report%20Developing%20a%20Standard%20Definition%20for%20Intermodal%20Transportation.pdf [Accessed 27].
- KLIMAKULTUR 2020 2010a. Klimakultur 2020 sektoranalyse transport. Oslo: Klima- og forurensningsdirektoratet.
- KLIMAKULTUR 2020 2010b. Tiltak og virkemidler for å nå norske klimamål mot 2020. Oslo: Klima- og forurensningsdirektoratet.
- KNUDSEN, M. 26.05 2010. *RE: Telefonsamtale med Terinalsjef på Alnabruterminalen Morten Knudsen (CargoNet)*
- KOPETZ, H. 1997. *Real-time systems: design principles for distributed embedded applications*, Boston, Kluwer Academic Publishers.
- KOTLER, P., ARMSTRONG, G., WONG, V. & SAUNDERS, J. 2008. *Principles of marketing*, Harlow, FT Prentice Hall.
- MACCUBBIN, R. P., STAPLES, B. L., KABIR, F., CHERYL F. LOWRANCE, MERCER, M. R., PHILIPS, B. H. & GORDON, S. R. 2008. *Intelligent Transportation Systems Benefits, Costs, Deployment and Lessons Learned: 2008 Update*. Washington, DC: Noblis.
- MACHI, L. A. & MCEVOY, B. T. 2009. *The literature review: six steps to success*, Thousand Oaks, Calif., Corwin Press.
- MALT, U. 2010. *kvalitativ (SML-artikkel)* [Online]. Oslo: Det store norske leksikon. Available: http://www.snl.no/sml_artikkel/kvalitativ#menuitem0 [Accessed 20.02 2010].
- MENTZER, J. T., FOGGIN, J. H. & GOLICIC, S. L. 2000. Collaboration: The enablers, impediments, and benefits. *Supply Chain Management review*, 4, 52.
- MIDTBØ, T. 2009. *Nasjonal transportplan: Jernbaneinvesteringane blir fordobla* [Online]. Oslo: Samferdselsdepartementet. Available: <http://www.regjeringen.no/nb/dep/sd/pressemeldinger/pressemeldinger/2009/ntp-jernbaneinvesteringane-bli-fordobla.html?id=549127> [Accessed 12.04 2010].
- MOTOROLA. 2007a. *Canadian National Railway Cuts Chassis Cycle Time Nearly in Half using RFID* [Online]. USA: Motorola, Inc.,. Available: http://www.motorola.com/staticfiles/Business/Product%20Lines/Symbol/Symbol%20RFID/Documents/StaticFiles/CN%20Railway_CS_0807.pdf?localeId=33 [Accessed 26.04 2010].
- MOTOROLA. 2007b. *Cargo Tag - RFID asset management tags* [Online]. USA: Motorola, Inc. Available: http://www.motorola.com/staticfiles/Business/Products/RFID/RFID%20Tags/Cargo%20Tag/Documents/Static%20Files/Datasheet_CargoTag_new.pdf?localeId=52 [Accessed 20.04 2010].

- N.C. CUTHBERT. 2004. *GEM Increases Efficiency at the Napoleon Avenue Container Terminal* [Online]. Denville: N.C. Cuthbert. Available: http://www.nccuthbert.com/Press%20Room/PR031222V6_PressRelease_GEM.pdf [Accessed 22.04 2010].
- NEC. 2009a. *Asia Airfreight Terminal Co LTD - Detaild* [Online]. NCE. Available: <http://www.nec.com/global/cases/aat/contents.html> [Accessed 20.04 2010].
- NEC. 2009b. *Asia Airfreight Terminal Co LTD - Outline* [Online]. Hong Kong: NEC. Available: <http://www.nec.com/global/cases/aat/> [Accessed 20.04 2010].
- NETLAND, T. H., DREYER, H. C. & STRANDHAGEN, J. O. 2008. Demand driven control concepts – foresight in the effects of RFID. *Proceedings of the 15th International Annual EurOMA Conference*. Groningen, The Netherlands.
- NEWMAN-ASKINS, FERREIRA, R. A., BUNKER, L. A. & M, J. 2003. Intelligent transport systems evaluation: From theory to practice. In: JAEGER & VICKI (eds.) *Proceedings of the 21st ARRB and 11th REAAA Conference*. Cairns, Australia.
- NORDLI, O. 2010. *Utredet helhetlig plan for Alnabru* [Online]. Oslo. Available: <http://www.jernbaneverket.no/no/Prosjekter/Prosjekter/Alnabru-godsterminal/Utredet-helhetlig-plan-for-Alnabru/> [Accessed 18.03.2010].
- O'CONNOR, M. C. 2006. *Canadian Railway Sees Huge ROI From RFID* [Online]. RFID journal. Available: <http://www.rfidjournal.com/article/print/2824> [Accessed 19.04 2010].
- OTLEY, D. 2002. Measuring performance: The accounting perspective. In: NEELY, A. (ed.) *Business performance measurement: theory and practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- PROFIT. 2009. *om PROFIT* [Online]. Trondheim: Sintef. Available: <http://www.sintef.no/Projectweb/PROFIT/Om%2080%90PROFIT/> [Accessed 18.03.2010].
- QIAO, F., LEI YU, R. Z., CHEN, Z. & FATHOLAHZADEH, R. 2009. RFID Applications in Transportation Operation and Intelligent Transportation Systems (ITS). Houston: Center for Transportation Training and Research.
- REGATTIERI, A., GAMBERIA, M. & MANZINI, R. 2007. Traceability of food products: General framework and experimental evidence. *Journal of food engineering*, 18, 347-356
- RIMIENÉ, K. & GRUNDEY, D. 2007. Logistics Centre Concept through Evolution and Definition. *Engineering Economics*, 54, 87 –94.
- RINGDAL, K. 2001. *Enhet og mangfold: samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*, Bergen, Fagbokforl.
- ROSSEN, E. 2010. *sanntid - IT* [Online]. Oslo: Store norske leksikon. Available: <http://www.snl.no/sanntid/IT> [Accessed 28.04 2010].
- RYEN, A. 2002. *Det kvalitative intervjuet: fra vitenskapsteori til feltarbeid*, Bergen, Fagbokforl.
- SCHUSTER, E. W., ALLEN, S. J. & BROCK, D. L. 2007. *Global RFID: The Value of the EPCglobal Network for Supply Chain Management*, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- SELNES, F. 1999. *Markedsundersøkelser*, [Oslo], Tano Aschehoug.
- SINTEF. 2009. Kartleggingsnotat i PROFIT. *Unpublisert notat*, Trondheim, SINTEF.
- STAAKE, T., THIESSE, F. & FLEISCH, E. 2005. Extending the EPC Network – The Potential of RFID in Anti-Counterfeiting. In: LIEBROCK, L. M. (ed.) *Proceedings of the ACM symposium on Applied computing Socorro, New Mexico: Association for Computing Machinery*.
- STATENS HAVARIKOMMISJON FOR TRANSPORT 2010. Foreløpig rapport med umiddelbar sikkerhetstilråding - Jernbaneulykke Alnabru - Sjursøya den 24. mars 2010. Lillestrøm: Statens Havarikommisjon for Transport.
- STATISTISK SENTRALBYRÅ 2009. Transport i Norge. In: MONSRUD, J. (ed.) *Statistiske analyser (SA 105)*. Oslo.
- STORE NORSKE LEKSIKON. 2010. *Stekkode* [Online]. Oslo: Store Norske Leksikon. Available: <http://www.sn.no/strekkode> [Accessed 11.04 2010].
- STRANDHAGEN, J. O., ALFNES, E. & SKJELSTAD, L. 2002. Logistikk for industrialiseringsprosesser. *PLAN-konferansen*. Linköping, Sverige.
- STRANDHAGEN, O., ALFNES, E. & DREYER, H. C. 2006. Supply Chain Control Dashboards. *Proceedings of the Production and Operations Management Society (POMS)*. Boston, US.
- SUND, A. B. & NETLAND, T. 2009. Terminalen er kjernen i fremtidens intermodale Norge. *Samferdsel*, 2, 8-10.
- SUSSMAN, J. 2000. *Introduction to transportation systems*, Boston, Artech House.
- TSILINGIRIS, P. S., PSARAFTIS, H. N. & LYRIDIS, D. V. 2007. RFID-enabled Innovative Solutions Promote Container Security. *International Symposium on Maritime Safety, Security and Environmental Protection (SSE07)*. Athens, Greece.
- ULLEBERG, H. P. 2002. *Forskningsmetode og vitenskapsteori (1)* [Online]. Trondheim: NTNU. Available: <http://www.sv.ntnu.no/ped/hans.petter.ulleberg/vitenskaph99.htm> [Accessed 17.02 2010].
- VAN DE VOORDE, E. & WINKELMANS, W. 2002. A general introduction to port competition and management. In: HUYBRECHTS, M., MEERSMAN, H., VOORDE, E. V. D., HOOYDONK, E. V., VERBEKE, A. & WINKELMANS, W. (eds.) *Port competitiveness: an economic and legal analysis of the factors determining the competitiveness of seaports*. Antwerp: De Boeck Ltd.
- VEVLE, G. 12.05. 2010. RE: *Samtale med teknologidirektør Geir Vevle ved HRAFN*
- WIEGMANS, B. W., MASUREL, E. & NIJKAMP, P. 1998. *Intermodal freight terminals : an analysis of the terminal market* [Online]. Amsterdam: VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Available: <ftp://zappa.ubvu.vu.nl/19980055.pdf> [Accessed].
- WU, N. C., NYSTROM, M. A., LIN, T. R. & YU, H. C. 2006. Challenges to global RFID adoption. *Technovation*, 26, 1317–1323.
- YIN, R. K. 1981. The Case Study Crisis: Some Answers. *Administrative Science Quarterly*, 26, 58-65.

YIN, R. K. 2009. *Case study research: design and methods*, Los Angeles, Sage.

ZOMER, G., DAVYDENKO, I. & KRUPE, S. 2008. Need for advanced collaborative business models in intermodal transportation. *In: WITLOX, F. & PLOOS VAN AMSTEL, W. (eds.) Vervoerslogistieke Werkdagen*. Zelzate, Belgia: Nautilus Academic Books.

Vedlegg 1

Søkeord

Tema	Forhåndsdefinerte	"Nye"
Transportsystemer	Transportation	
	Transportation systems	
	Freight terminal definition	
	Freight terminal logistics	
	Best practice	
	Supply chain	
Intermodaleitet	Intermodality	
	Intermodal	
	Intermodal terminals	
	Intermodal traffic	
Automatisk datafangst	Radio Frequency Identification (RFID) - gains - problems - standardisation	The internet of things
	Electronic Product Code (EPC)	Bar code
	Best practice	EPCID
Sanntidsstyring	Real time control systems - pros/gains - cons/problems	Intelligent transport systems (ITS) - pros/gains - cons/problems
	Control principles	Information Technology in ITS
	Supply chain control	Collaboration
	Freight/train terminal control	
	Real time control	
	Best practice	
	Real time management	

Det ble i tillegg søkt på kombinasjoner av ordene som intermodal terminal logistics.

Vedlegg 2

Forstudierapport

Muligheter for sanntidsstyrte terminaler ved bruk av RFID

En casestudie av en godsterminal

Stud. Techn. Siv Margrete Austrud

29.01.2010

Contents

1	Innledning.....	3
2	Bakgrunn	3
3	Avgrensning	3
4	Mål.....	3
5	Delprosjekter, arbeidspakker og aktiviteter.....	4
5.1	Teori, metode og litteratur.....	4
5.2	Kartlegging.....	4
5.3	Analyse	5
5.4	Forslag til fremtidens sanntidsstyrte terminal	5
5.5	Prosjektstyring.....	5
6	Ressurser	5
6.1	Litteratur- og informasjonssøk.....	6
	Vedlegg A WBS	7
	Vedlegg B: POS	8
	Vedlegg C: Gantt Diagram	9

1 Innledning

Denne forstudierapporten er en del av masteroppgaven "Muligheter for sanntidsstyrte terminaler ved bruk av RFID" våren 2010 ved Institutt for Produksjons- og Kvalitetsteknikk ved NTNU. Oppgaven er et casestudie av godsterminalen på Alnabru i Oslo. Målet med forstudierapporten er å konkretisere bakgrunn, problemstilling, mål og tidsbruk i forbindelse med besvarelse av masteroppgaven.

2 Bakgrunn

Nasjonal transportplan 2010-2019 slår fast at det er av nasjonal interesse å legge til rette for effektiv terminaldrift på Alnabruterminalen i Oslo. SINTEF har som et resultat fått støtte av Forskningsrådet til Prosjekt fremtidens intermodale terminaler (PROFIT) som gjennomføres i samarbeid med aktuelle aktører på Alnabruterminalen. Hovedmålet til PROFIT er å realisere gevinster gjennom konkrete endringer i terminalene og systemene rundt Alnabru og Oslo havn. Denne oppgaven fokuserer på hvordan RFID (Radio Frequency Identification) kan benyttes for å oppnå sanntidsstyring av materialflyten inn og ut av terminalen. Ved å kutte administrative kostnader og ta beslutninger basert på sanntidsdata kan terminalen tilby en mer effektiv løsning til sine kunder.

3 Avgrensning

Opgaven omhandler Alnabruterminalen i Oslo. Gjennom samtaler med aktørene, observasjoner på terminalen og et litteratursøk på "best practice" innenfor RFID, vil jeg utvikle og analysere ulike scenarier hvor RFID og sanntidsstyring kan anvendes på Alnabruterminalen. Hovedfokuset vil være på selve terminalområdet, og jeg vil fokusere på materialstrøm ut og inn av terminalen. Dette vil knyttes til gate in gate out prosjektet som er igangsatt i PROFIT. Jeg har ikke avklart om materialstrøm inn/ut kan isoleres eller om jeg i tillegg må evaluere ledd lengre opp i verdikjeden og/eller selve materialflyten inne på området. Dette vil begrenses videre i samtaler med veileder og kontaktpersoner hos CargoNet.

I tillegg til å identifisere muligheter for en sanntidsstyrt terminal ved å ta i bruk RFID skal jeg generalisere funnene til en generisk modell. Jeg ser for meg denne modellen som en visuell presentasjon i tillegg til forklaring i tekst format.

4 Mål

Hovedmålet med oppgaven er:

Evaluere hvordan RFID kan anvendes på Alnabruterminalen for å sanntidsstyre materialflyten inn og ut av terminalen.

En generisk modell vil, som tidligere nevnt, bli diskutert i tillegg til de spesifikke løsningene for Alnabruterminalen. I tillegg skal jeg tilegne med kunnskap om logistikk- og verdikjedestyring, RFID og terminaloperasjoner. For å oppnå hovedmålet har jeg etablert følgende arbeidspakker:

1. Studie over relevante metoder for å løse oppgaven

2. Litteraturstudie om "best practice" om RFID og sanntidsstyrte terminaler.
3. Kartlegge dagens situasjon på Alnabruterminalen
4. Analysere funn
5. Diskutere og analysere fremtidens sanntidsstyrte terminal

I tillegg til arbeidspakkene har jeg satt meg en rekke personlige mål:

1. Tilegne meg kunnskap innen prosjektets fagområder
2. Opparbeide meg et godt kontaktnett hos aktørene knyttet til Alnabruterminalen.
3. Oppnå karakteren A på besvarelsen

Jeg skal gjennom hele arbeidet også ha fokus på prosjektstyring. Dette vil være nødvendig for å oppnå best mulig resultat med prosjektet.

5 Delprosjekter, arbeidspakker og aktiviteter

I forbindelse med prosjekt visualiseringen har jeg satt opp en Work Brakedown Structure (WBS) for å få en oversikt over de ulike arbeidspakkene og aktivitetene som skal gjennomføres. Prosjektet er delt inn tre delprosjekter som igjen er delt inn i ulike arbeidspakker og aktiviteter. WBS er vist i vedlegg A og er ment som en plan for gjennomføringen av prosjektet. Arbeidspakkene er beskrevet under:

5.1 Teori, metode og litteratur

I denne arbeidspakken skal behovet for litteratur og teori identifiseres.

Først må litteratur knyttet til valg av metode for oppgaven identifiseres. Det er i oppgaveteksten definert at dette skal være en casestudie. I tillegg vil deler av oppgaven utformes som en litteraturstudie for å danne det teoretiske grunnlaget for oppgaven.

Videre vil et litteratursøk om "best practice" innenfor RFID og sanntidsstyrte terminaler bli gjort. Målet med dette litteratursøket er å identifisere mulige bruksområder for RFID og svare på følgende spørsmål:

- Hva innebærer en sanntidssyring?
- Hvilke krav stilles til en sanntidsstyrt terminal?
- Muligheter, forutsetninger, begrensninger og krav til RFID
- Hvilken RFID passer til terminalbruk?
- Er RFID den beste teknologien for terminaler? – Eksisterer alternativ teknologi?

Arbeidspakken avsluttes med en gjennomgang av identifisert litteratur som skal presenteres i masteroppgaven.

5.2 Kartlegging

For å kunne evaluere hvordan RFID kan benyttes av aktørene tilknyttet Alnabruterminalen vil jeg gjøre meg kjent med dagens løsninger. Målet med arbeidspakken er å kartlegge mulighetene for en sanntidsstyrt terminal ved hjelp av RFID. Det vil derfor bli rettet lite fokus på å beskrive dagens situasjon i detalj.

Jeg vil besøke selve terminalen for å kunne kartlegge materialflyt inn og ut av terminalen. Dette er verken avklart med SINTEF eller Alnabruterminalen, men antar dette kan ordnes i samtaler med veiledere. Jeg har ikke klart for meg hvem på terminal området som skal kontaktes, men regner med at dette kan avtales via kontaktperson hos CargoNet Morten Knudsen. Besøket skal være med på å avklare følgende aspekter:

- Hva er kravene til et sanntidsstyrt system?
- Hvilke begrensninger finnes på terminalområdet og i CargoNet som må evalueres?
- Hva skal systemet gjøre? (punkt kontroll, kontinuerlig overvåkning osv)
- Hvilken informasjon er i dag tilgjengelig, og hva trenger de å vite mer om for å oppnå sanntidsstyring?
- Kan containere som ikke kommer fra de fem store samlasterene bli RFID merket?

Jeg regner her med at det i tillegg til disse spørsmålene vil komme flere som et resultat av litteraturstudie.

Tilleggsinformasjon skal innhentes via veiledere på SINTEF, NTNU og om nødvendig gjennom intervjuer med aktuelle personer. Arbeidspakken avsluttes med en beskrivelse av dagens muligheter, begrensninger og forventninger til en fremtidig RFID basert sanntidsstyrt terminal.

5.3 Analyse

Denne arbeidspakken vil bestå i å sammenfatte informasjon fra teoridelen og kartleggingsdelen, analysere denne og sammenfatte det. Fokuset her vil være hvordan RFID og sanntidsstyring kan anvendes på Alnabruterminalen og en videre analyse av dette. Dette vil sammen med 5.4 være hoveddelen i prosjektet. Arbeidspakken avsluttes med en analyse av ulike senarioer hvor RFID og sanntidsstyring kan benyttes på Alnabruterminalen.

5.4 Forslag til fremtidens sanntidsstyrte terminal

Arbeidspakken bygger på analysen av de ulike senarioene fra 5.3 og vil her prøve å gi anbefalinger om hvilke(n) løsninger som bør implementeres. En generisk modell vil på grunnlag av dette bli utviklet slik at dataene fra denne oppgaven kan benyttes på andre terminaler. Jeg planlegger å fremstille en visualisering av denne modellen i tillegg til en forklaring i tekst format. Arbeidspakken avsluttes med en visualisering og forklaring på fremtidens sanntidsstyrte terminal som skal presenteres i oppgaven.

5.5 Prosjektstyring

Prosjektstyring er definert som en sentral del av arbeidet med prosjektet. Jeg ser på prosjektstyring som den daglige og kontinuerlige administrasjonen av prosjektet. For å møte definerte milepæler vil jeg jobbe strukturert og prøve å holde meg til planen slik den er satt opp i Gantt diagrammet. For å dokumentere fremdrift vil jeg ha to statusrapporteringer i løpet av semesteret.

6 Ressurser

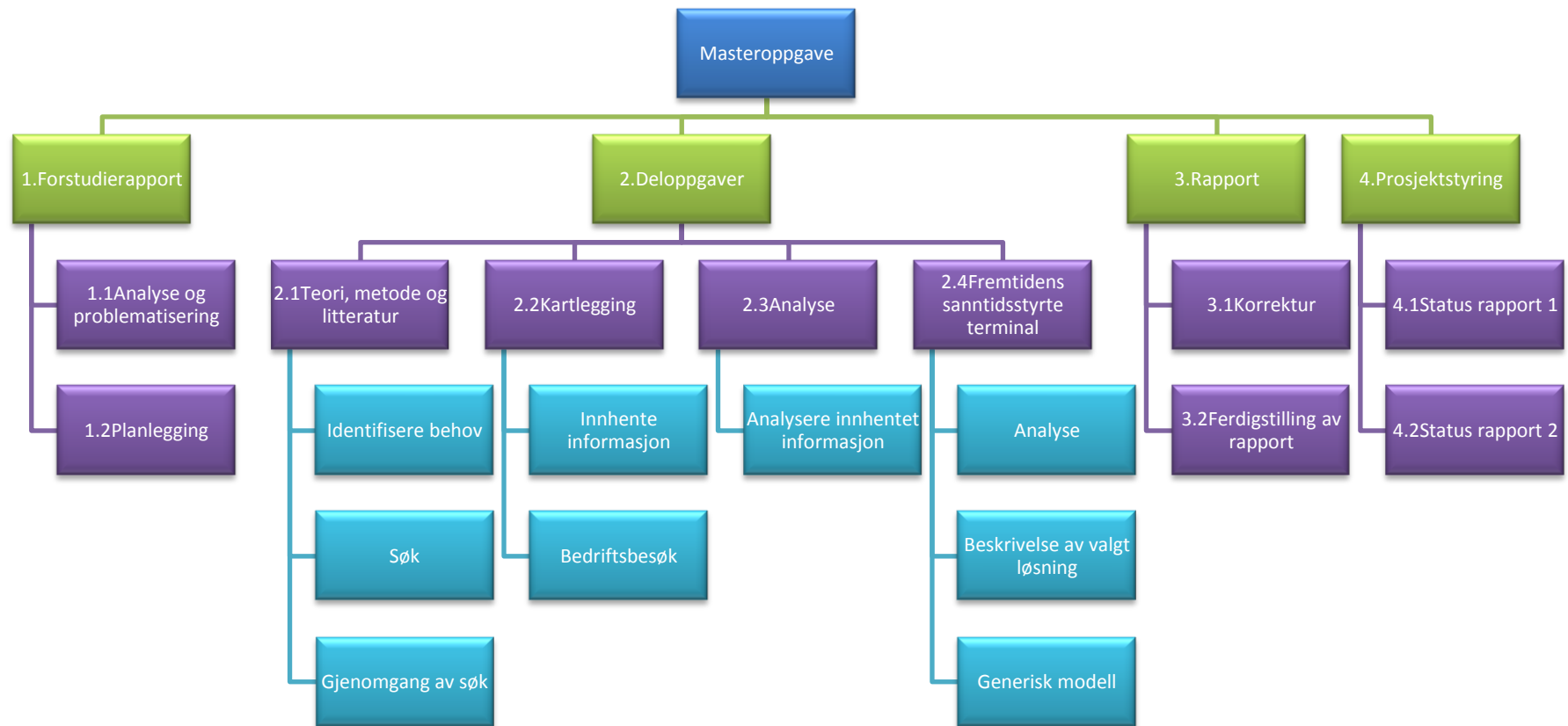
Litteratursøket er ikke satt i gang enda så punktene under er derfor foreløpige, og representerer ikke en fullstendig liste.

6.1 Litteratur- og informasjonssøk

Litteratursøket er første arbeidspakke i dette prosjektet. Jeg vil derfor tidlig i prosessen ta for meg ulike teori innenfor terminalstyring, sanntidsstyring, RFID og relaterte områder. Ved å benytte ulike kilder til å hente inn litteratur som vitenskapelige artikler, databaser, tidsskrifter, bøker, bransjeblader, teknologi leverandører samt veiledere ved SINTEF og NTNU vil jeg danne et solid litteratur grunnlag. For få en oversikt over dagens situasjon og fremtidige muligheter på Alnabruterminalen vil jeg dra på ett eller flere bedriftsbesøk for selv å få et innblikk i dagens situasjon. Om det er nødvendig vil jeg i tillegg foreta intervjuer med relevante personer. Under følger en liste over relevante emner som skal inngå i litteratursøket:

- Supply chain event management
- RFID
- Terminalstyring
- Sanntidsstyrte systemer
- Sanntidsstyrte terminaler
- Best practice RFID
- Real time management
- Pros and cons for RFID
- RFID in supply chain management
- Best practice terminal management
- Real time management enablers and demands

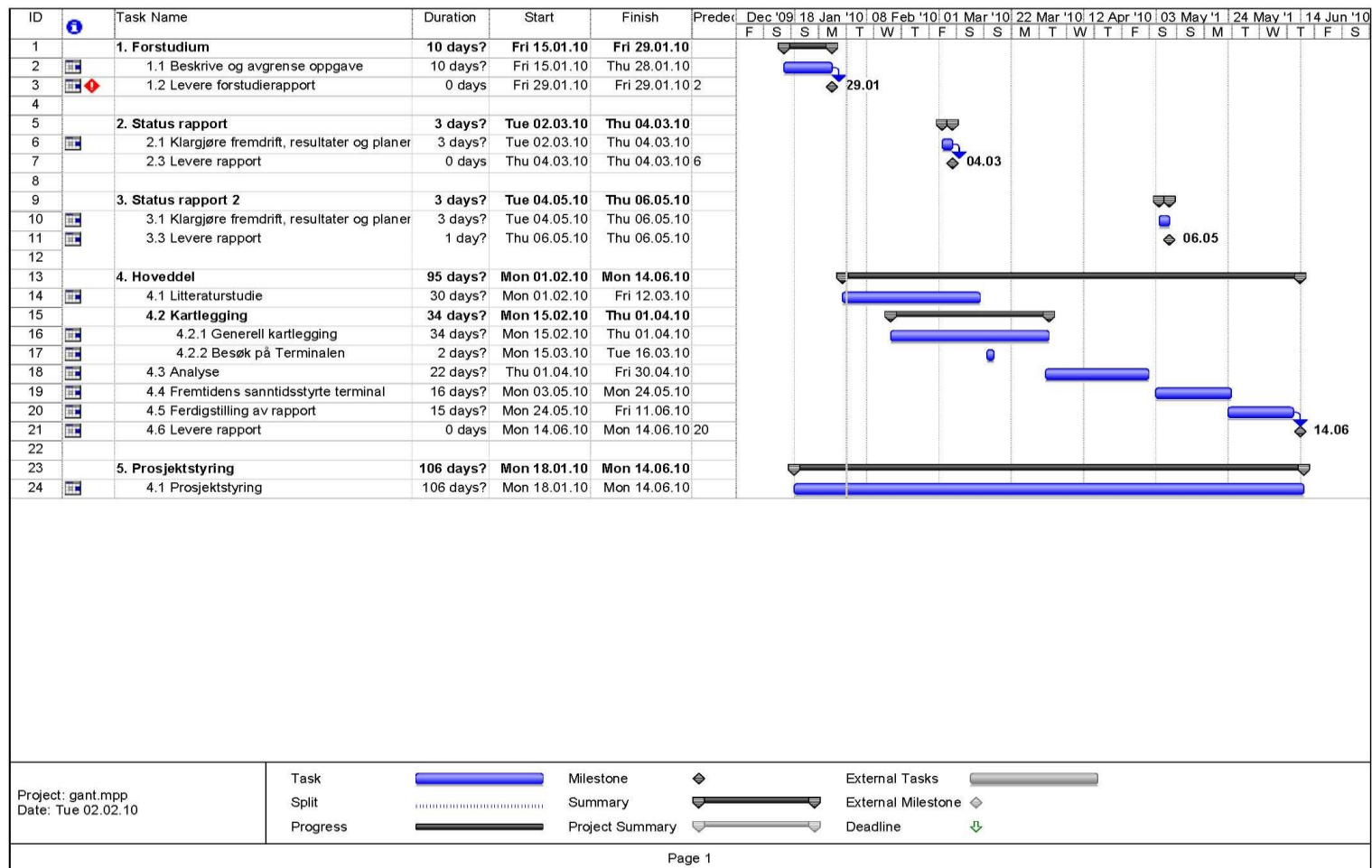
Vedlegg A WBS



Vedlegg B: POS

POS	Prosjekttittel: Muligheter for sanntidsstyrte terminaler ved bruk av RFID	Dato: 29. januar 2010
Problem/Mulighet Nasjonal transportplan 2010-2019 slår fast at det er av nasjonal interesse å legge til rette for effektiv terminaldrift på Alnabru terminalen. I dag foregår all informasjonsinnhenting på terminalen manuelt. Lastebiler som kommer gjennom innsjekkings gaten blir manuelt registrert, mens de bilene som kommer inn på terminalen gjennom interne veier blir ikke registrert i det hele tatt. Materialflyten og kunnskapen om hva som er på terminalen er derfor mangelfull. Denne oppgaven vil derfor se på hvordan RFID kan endre på dette. Ved å benytte RFID for å oppnå sanntidsstyring av materialflyten inn og ut av terminalen kan effektiviteten forbedres.		
Mål Evaluere hvordan RFID kan anvendes på Alnabru terminalen for å sanntidsstyre materialflyten inn og ut av terminalen.		
Delmål <ul style="list-style-type: none">- Litteraturstudie av relevante aspekter innenfor RFID, sanntidsstyrte terminaler og terminalstyring.- Kartlegge dagens flyt på terminalen og identifisere forbedringsområder- Analysere og diskutere funn- Diskutere og evaluere alternative løsninger basert på RFID som muliggjør en bedre styring av flyten inn og ut av terminalen- Diskutere og generalisere funnene fra Alnabru terminalen til en generisk modell		
Suksesskriterier <ul style="list-style-type: none">- PROFIT kan dra nytte av prosjektet- Oppnå karakteren A		
Forutsetninger <ul style="list-style-type: none">- Finne god og pålitelig litteratur og kilder- God kontakt med veileder både hos SINTEF, NTNU og Alnabru terminalen- Kontinuerlig arbeid med prosjektet		
Risiko <ul style="list-style-type: none">- Dårlig/mangelfull kontakt med kontaktpersoner- Sykdom- Begrenset tilgang til nødvendig litteratur		

Vedlegg C: Gantt Diagram



Vedlegg 3

Rapport 16.04.10

RAPPORT

Muligheter for sanntidsstyrte terminaler ved bruk av RFID

Et casestudiet av en godsterminal

Siv Margrete Austrud

16.04.2010

Innhold

1	Innledning.....	3
2	Arbeidet til nå.....	3
2.1	Mål.....	3
2.2	Metode.....	3
2.3	Litteratur.....	4
2.4	Kartlegging.....	4
2.5	Videre arbeid.....	4
3	Avvik i forhold til forstudie rapport.....	4
3.1	Tidsavvik.....	4
3.2	Avvik i arbeidsprosesser.....	4
4	Arbeidet videre.....	4
5	Referanser.....	5

1 Innledning

Dette er en staturrapport for masteroppgave "Muligheter for sanntidsstyrte terminaler ved bruk av RFID" ved Institutt for Produksjon og Kvalitetsteknikk, NTNU våren 2010. Rapporten skal gi svar på hvordan fremgangen i arbeidet med oppgaven har vært og avvik fra planlagt omfang og tidsbruk.

2 Arbeidet til nå

Med unntak av to uker i februar har arbeidet med oppgaven vært stabilt. Dette vil være den eneste fremdriftsrapporten, selv om det i forstudierapporten er antydning to. Grunnen til dette er at det til nå har vært liten grunn til å levere en rapport, og det etter denne rapporten vil være liten grunn til å lage en ny da masteroppgaven er over halvveis.

Videre vil jeg redegjøre for fremdriften i forhold til tidsfrister og endringer i forhold til arbeidspakkene som ble spesifisert i forstudierapporten.

2.1 Mål

Opprinnelig var målet med oppgaven var:

Evaluere hvordan RFID kan anvendes på Alnabruterminalen for å sanntidsstyre materialflyten inn og ut av terminalen.

Etter samtaler med veiledere på NTNU og CargoNet er denne blitt mer konkret og fokuserer nå på et spesifikt område på Alnabruterminalen. Det nye målet er;

Identifisere og analysere muligheter for sanntidsstyring ved hjelp av RFID knyttet til gate in/gate ut på Alnabruterminalen.

Endringen er diskutert med mine veiledere og med CargoNet og ble gjort både for å begrense oppgaven og fokusere videre arbeid. Det nye målet begrenser oppgaven til å kun fokusere kun på RFID som datafangstverktøy i forbindelse med gate in/gate out. Gate in/gate out er definert som alle prosesser knyttet til inn og utsjekkings av Alnabruterminalen. CargoNet har i tillegg definert depot som en del av denne prosessen.

2.2 Metode

Det er i oppgaveteksten definert at dette skal være et casestudiet av Alnabruterminalen. Ulike metoder for å utføre et casestudie er derfor evaluert og diskutert. Det er i tillegg diskutert hvorfor metoden casestudiet passer til min oppgave. I tillegg til case studiet må gjennomføres et litteratursøk på RFID, terminaldrift og muligheter for sanntidsstyring ved hjelp av RFID. Litteratursøket følger metoden fra "The Literature Review – six steps to success" av Machi og McEvoy (2009).

Denne deloppgaven er i dag så godt som ferdigstilt, og et utkast er sendt til veileder for gjennomgang. Det vil ikke bli lagt videre ressurser inn her, med mindre veileder påpeker mangler eller feil.

2.3 Litteratur

Jeg har siden forstudierapporten utvidet litteratursøket. Det vil i tillegg til 2 kapitler om relevant teori være et tredje kapittel som er et litteratursøk på relevante case eksempler fra industrien. Grunnen til at dette kapitlet er tatt med er for å se hvilke gevinster sammenlignbare selskaper har fått realisert som et resultat av RFID og sanntidsstyring. På grunn av denne utvidelsen er ikke arbeidspakken helt ferdigstilt.

Grunnleggende teori om RFID har ikke vært vanskelig å finne, men relevante caseeksempler har vist seg å være litt verre. Deloppgaven er i dag ca ¾ ferdig, og det vil i løpet av den neste uken bli lagt store ressurser her for å få den ferdigstilt. Et ferdig utkast skal være klart senest 23.04.

2.4 Kartlegging

Det ble 16.03 utført et besøk på Alnabruterminalen i Oslo. Der hadde jeg et møte med terminalsjef Morten Knudsen og IT ansvarlig Morten Engh om muligheter for RFID og generell e begrensninger for oppgaven samt en omvisning på terminalen. Vi ble enige om å fokusere på godsflyt inn og ut av terminalen og se på hvordan automatisk datafangst, via RFID, og sanntidsstyring kan benyttes her. Kartleggingsnotatet er ikke ferdigstilt, men et utkast er sent både til CargoNet og til veileder for gjennomgang. Etter å ha mottatt kommentarer vil jeg ferdigstille denne fortløpende.

2.5 Videre arbeid

Diskusjonsdelen er ikke begynt på, dette vil i tillegg til ferdigstillelse av litteratursøket og kartleggingen vil være hovedaktiviteten fremover.

3 Avvik i forhold til forstudie rapport

3.1 Tidsavvik

Jeg har hele tiden forsøkt å holde tidsrammene som ble fastsatt i forbindelse med forstudierapporten. Dette har vist seg ikke å være mulig. Jeg ligger i dag bak skjema og planlegger å sette inn større ressurser for å holde kunne holde de videre tidsfristene. Jeg satser derfor på at jeg skal klare å holde den endelige fristen for oppgaven.

3.2 Avvik i arbeidsprosesser

Det er, som nevnt innledningsvis, ikke levert inn en tidligere rapportering. Dette er fordi jeg, i samarbeid med mine veiledere, evaluerte dette som unødvendig. Jeg ligger bak skjema i forhold til å produsere noe skriftlig. Jeg vil derfor sette dette som hovedfokus den neste uken. Teori- og kartleggskapitlet danner sammen grunnlaget for videre analyse av terminalen og må ferdigstilles før denne arbeidspakken kan bli påbegynt.

4 Arbeidet videre

Videre arbeid vil være å produsere ferdig den skriftlig dokumentering av kartlegging og litteratursøket. En videre diskusjon om teorien, analyser både av terminalen og mulighetene for sanntidsstyring ved hjelp av RFID samt en diskusjon om fremtidens intermodale terminal – en generisk modell vil sammen med konklusjon fullføre arbeidet med oppgaven. Jeg regner med å være

ferdig med teori innen 23.04, og vil i løpet av kort tid etter å ha mottatt kommentarer fra CargoNet ferdigstille kartleggingen.

5 Referanser

Machi, L.A., McEvoy, B.T., 2009. *The Literature Review: Six steps to success*. Corwin Press, California

Vedlegg 4

Presentasjon av oppgaven



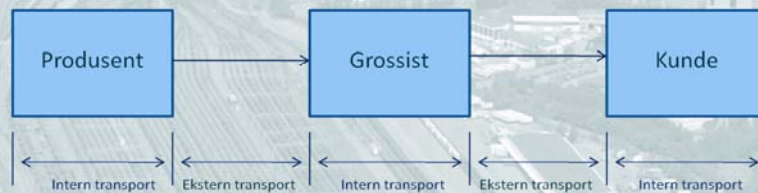
Sanntidsstyrte intermodale terminaler ved hjelp av RFID

Masteroppgave våren 2010
Stud.TechN Siv Margrete Austrud



Transportsystemer

"Det er, etter min mening, universalt akseptert at graden av velstand i et hvert land hovedsakelig er avhengig av hvor lett det er å komme seg fra et sted til et annet."
(Badnall, 1833)

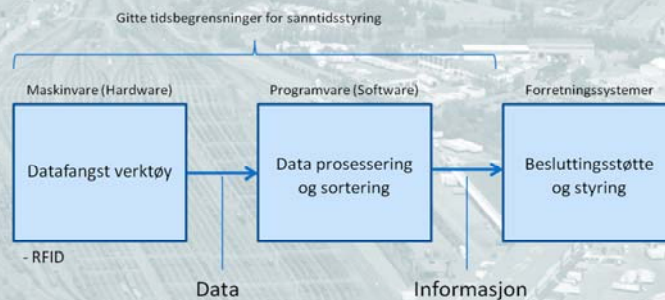


- Terminalen er selve knutepunktet i et hvert transportnettverk.
- Terminalen utfører ulike tjenester for å møte kundens behov.
- Styres ofte av tradisjonelle pushprinsipper; planer av ulik karakter

- Transport er fullstendig integrert i hverdagslivet
- Verden som blir stadig mindre fører til at transport blir stadig viktigere
- Viktig tema for sosiale, politiske og økonomiske agendaer verden over
- Et logistikknutepunkt er en intermodal hub i et transportsystem hvor ulike operatører tilbyr ulike logistikk relaterte tjenester knyttet til transport og distribusjon i et bestemt geografisk område.
- Sentralterminal tjenester (Lasting og lossing, Direkte videreforsendelse uten lagring, Lagring, Godsgruppering)
- Terminalrelaterte tjenester (Godshåndtering, Innsamling og/eller distribusjon av gods, Fysisk transportere godset, Intelligent transport)
- Tilleggstjenester (Produksjon, Leie, leasing, eller salg av tjenester, Andre tjenester)
- Del av et større nettverk – 3 nivåer; Nivå 1: Infrastruktureier/forvalter, Nivå 2: Terminal operatør, Nivå 3: Transportoperatører
- Terminaler styres ofte på grunnlag av tradisjoner og innarbeidede rutiner (Ruteplanlegging – både internt og eksternt, bemanningsplanlegging, material/godsstrøm, servisegrad)

Sanntidsstyring

Et sanntidssystem er et system der riktigheten av et resultat ikke kun er avhengig av den logiske riktigheten av en kalkulasjon, men også på tidspunktet resultatet er gjort tilgjengelig. (Gambier, 2004).



Sanntidsstyring → eliminering av planlegging (tradisjonelle pushstyringsprinsipper)

- Fremtidens styringssystemer vil være basert på kontinuerlig tilgang på sanntidsdata, i motsetning til dagens systemer som i hovedsak er basert på historisk data.
- eliminere behovet for planlegging i organisasjonene
- Ved å vite faktisk etterspørsel, kapasitet, lager, produksjonsinformasjon osv, kan bedriftene agere og styre/ta beslutninger basert på sanntidsinformasjon
- For terminalen vil dette bety at driften ikke lenger styres av planer med potensielle feilkilder, men av faktisk behov i nettverket

Automatisk datafangst og individuell merking

"RFID er identifisert som en de ti viktigste bidragsgivende teknologiene fra det 21 århundret" (Chaoa et al., 2007).



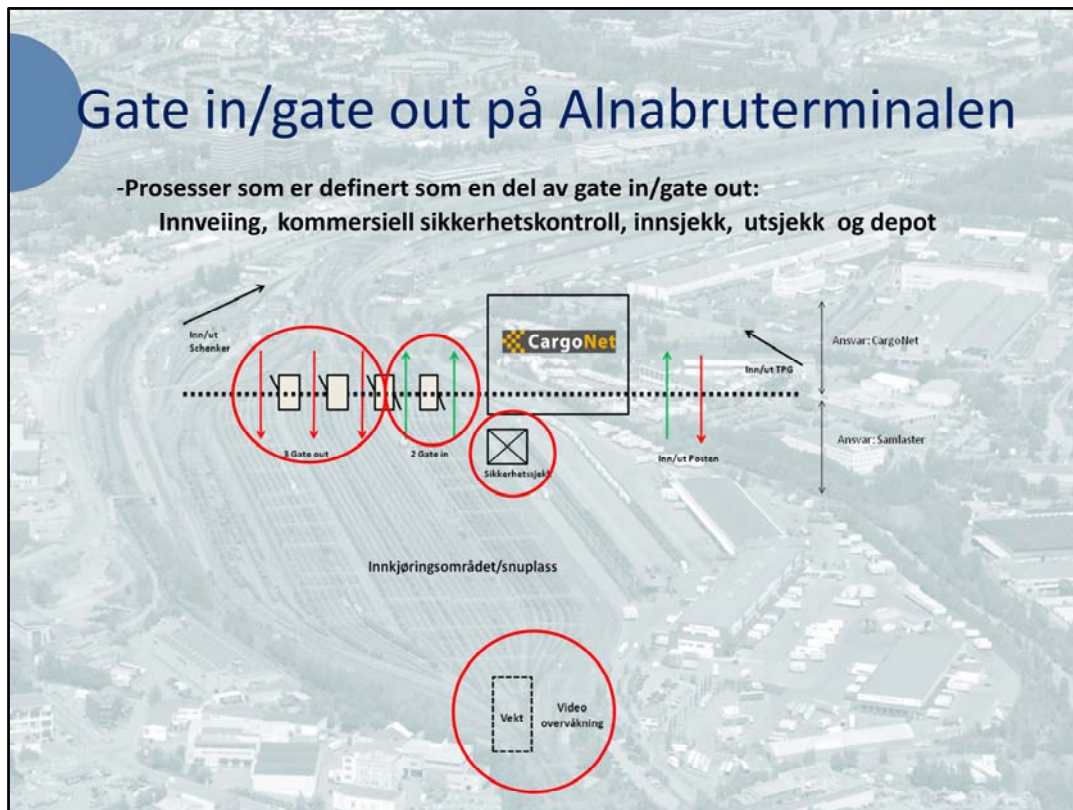
- Electronic Product Code (EPC) muliggjør individuell merking av objekter.
- The Internet of Things (IoT) – en "virtuell kopi" av virkeligheten.

RFID består tradisjonelt av tre komponenter – brikke(tag), leser og kontrollør
Disse kan knyttes opp mot overordnede forretningssystemer som ERP
Aktiv, passiv el semi-passiv har ulike egenskaper (rekkevidde, kostnad, størrelse osv) og brukes på ulike måter

EPC er en utvikling av strekkoden gjort mulig av utviklingen av internett, informasjonsdigitalisering og økende globalisering
Nøkkelen til EPC er at informasjonen ikke er lagret på brikken, men på et eksternt datanettverk.

IoT - Visjonen er å "...skape en verden der alle ting – fra jumbojeter til synåler – er koblet til "the Internet of Things"
For en terminal vil IoT bety at alt fra kraner og lastebiler til hjelmer og sko har en "identitet" på internett og kan identifisere og kommunisere med hverandre.

Case eksepmler (AAT (Truck Control System), GPA(Automated Terminal Asset Management System (ATAMS)), CN(chassis), og Ports of Louisiana (napoleon GEM) – vist gode resultater i form av økt effektivitet og produktivitet, økt kundetilfredshet, færre feil, økt og forbedret sikkerhet og økt synlighet samt bedre beslutningsgrunnlag.



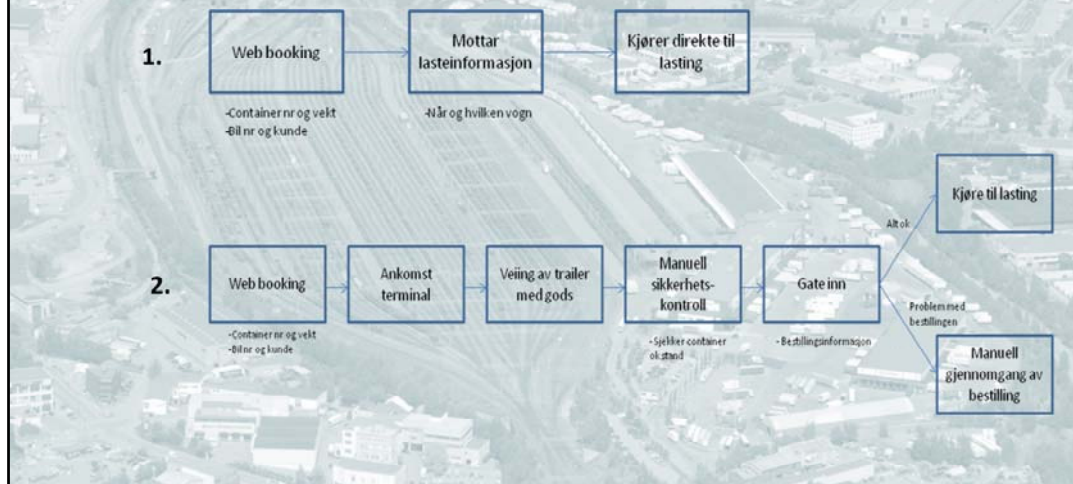
- Ca 90 % av all gods transportert på bane er innom Alnabruterminalen - Det viktigste knutepunktet for godstransport på bane i Norge
- Del av et større logistikknettverk - deles inn i tre nivåer: nivå 1: infrastruktureier (Jernbaneverket), nivå 2: terminaloperatør (CargoNet), nivå 3: samlasterene/kunder (Posten, Bring, Schenker, TPG og DHL (står for 75 %))
- Alnabruterminalen: behandler ca 540 000 twenty-foot equivalent unit (TEU) årlig, 120 ansatte på terminalen, behandler ca 50 tog hver dag (ca 2000 TEU) og mer enn 1500 trailere hver dag
- Gate in: internkunder egen inngang alle andre gjennom gate in

Gate in

Tilgang til Alnabruterminalen for å levere containere kan skje på to måter

1. Direkte tilgang til terminalen (direkte innkjøringskunder)

2. Gjennom gate inn



1. Gjelder for 20- 25´ forhåndsbookede (webbooking) containere til Posten, Schenker og TPG – kjører direkte inn egen inngang (ca 50 %)
2. Gelder for alt annet gods – må gjennom gate in (ca 50 %)

NB! Tomme biler blir ikke registrert inn – får direkte tillgang

Gate out og depot

To muligheter for gate out

1. Forlater terminalen direkte gjennom egen vei (direkte innkjøringskunder)
2. Gjennom gate out



Depot :

Fakturering skjer på grunnlag av antall døgn godset befinner seg på terminalen.
Manuell opptelling hver dag ved midnatt + påfølgende oppdatering av systemet - tar normalt 5 timer

Gate out:

1. Direkte innkjøringskundene har egen inngang og ankommer og forlater via denne mottar ankomstmelding fra CargoNet og kjører direkte inn og henter og så direkte ut – er ikke innom gate out
2. Trailerne stopper i gate out og oppgir container nummer slik at denne kan registreres ut av systemet. Hvis containeren ikke finnes i systemet blir den manuelt registrert og lagt inn i systemet på slutten av dagen. Hver dag er det ca 30 % av containere som ikke finnes i systemet

NB! Tomme biler blir ikke registrert ut av terminalen

SWOT analyse

Styrker	Svakheter
Plassering Miljøvennlig Markedsandel Nærliggende kunder Bra forhold med kunder Økt politisk satsing på jernbane	Lite oversikt og dårlig sikkerhet Lite automatisering Mangelfull adgangskontroll Dårlig koordinering internt og eksternt Gammeldags styringsprinsipper
Muligheter	Trusler
Forventet stor fremtidig vekst Transport en stadig større del av verdikjeden Nye verdiøkende tilbud på terminalen Økt synlighet – effektivisering Økt kapasitet Aktivt logistikk senter	Økt konkurranse Terrorist trusler Mangel på oversikt Politisk press på flytting av terminalen Kundelojalitet

Styrker

- Alnabruterminalen er strategisk godt plassert ved hjertet av jernbanenettverket i Norge.
- Godstransport på bane er mer miljøvennlig enn transport på vei.
- CargoNet er den største transportøren av gods på bane i Norge.
- De store samlastere er lokalisert i umiddelbar nærhet til terminalen.
- Forholdet mellom aktørene knyttet til terminalen fungerer bra.
- Nasjonal transportplan 2010-2019 vektlegger den strategiske betydningen av Alnabruterminalen, og regjeringen har satt av penger ut utbedring av jernbanenettet og terminalen.

Svakheter

- Lite oversikt og dårlig sikkerhet - På grunn av avtalen med direkte innkjøringskundene har CargoNet lite oversikt over hva/hvem som til enhver tid befinner seg inne på terminalen.
- Lite automatisering - manuell datafangs i gate in/gate out fører til feil og mangler i systemet – finner ikke/mangler containere i listene, mangelfull depot registrering.
- Tomme biler blir ikke registrert inn eller ut av terminalen – mangelfull oversikt over hvem som har tilgang.
- Lite samarbeid og snevert fokus på gevinster for hele nettverket – dårlig koordinering internt og eksternt
- Planbaserte styringsprinsipper basert på planlegging og manuell oppdatering av systemet (push).

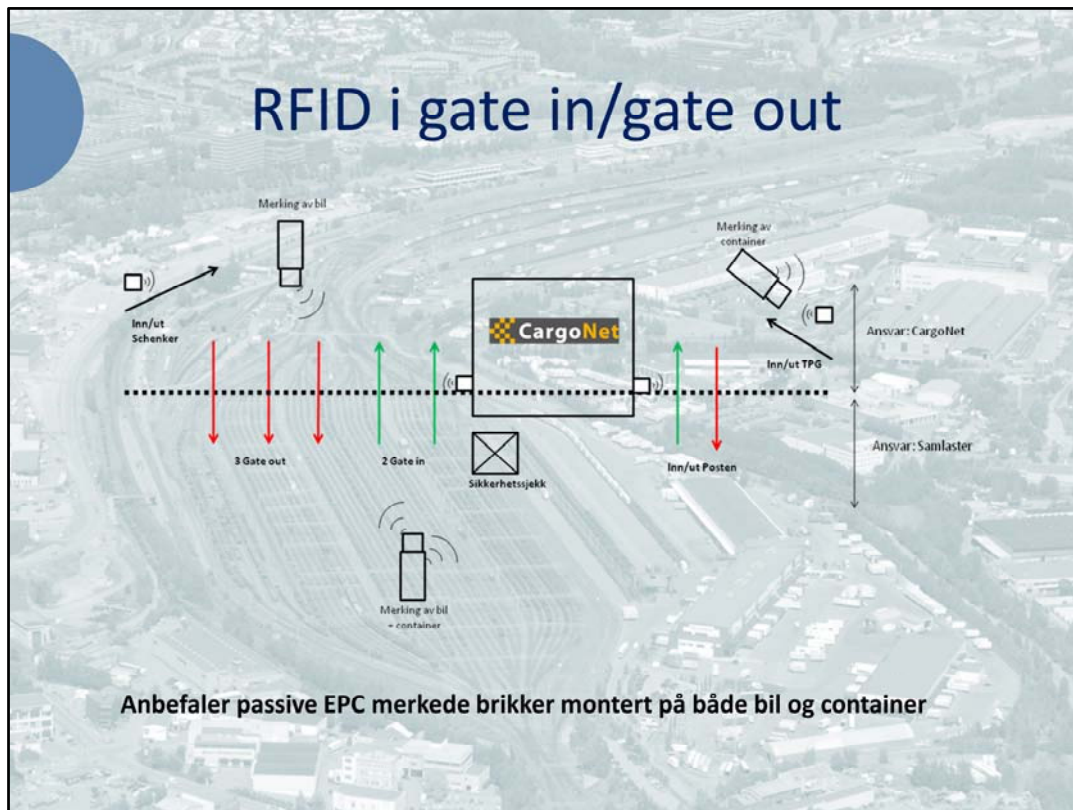
Muligheter

- Både på grunn av politisk press og ønske om kostnadskutt er det forventet stor vekst for godstransport på bane de neste årene – tredobling av dagens behov innen 2019.
- Bedre/raskere transportalternativer blir stadig viktigere for produksjonsselskaper.
- Satsing på nye verdiøkende tilbud på terminalen.
 - Muligheter for kontinuerlig sporing av gods – tjeneste til kunde + økt synlighet.
 - Muligheter for sikring av gods ved bruk av RFID.
- Økt synlighet kan effektivisere terminaldrift og forbedre kundeforhold.
- Økt kapasitet ved bedre (sanntids) styring og utnyttelse av eksisterende ressurser.
- Utvikle seg fra et passivt transportmode overføringspunkt til et moderne logistikkenter.

Trusler

- Flere nye konkurrenter holder på å etablere seg
- Terrorist trusler – mangel på sikkerhet
- Ved for eksempel brann vet ikke CargoNet nøyaktig hva/hvem som befinner seg på terminalen
- Politisk press på å flytte miljøbelastende aktivitet ut av Oslo sentrum
- Kundene vil i fremtiden kreve mer av transportsystemene – finner andre løsninger

CargoNet har mange sterke sider som er avgjørende for effektiv forflytning av gods fra vei til bane. Flere svakheter og utfordringer som må løses om en slik overføring skal være mulig er også identifisert. CargoNet har mange muligheter, men også noen utfordringer som må evalueres.



Vurdert ulike alternativer

1. Permanent merking av containere og/eller biler – valgt på grunn av bedre datafangst
2. Midlertidig merking av containere og biler – alle gjennom gate in/gate out – flaskehals – lite hensiktsmessig
 - a. Passive brikker – valgt på grunn av bra standardisering og pris
 - b. Aktive brikker – dyrere, dårligere standardisert og høyere drifts kostnad

Container og bil: kun merking av containere vil føre til manuell datafangst
 kun merking av bil mot sin hensikt

Sanntidsstyring på Alnabru

Tre alternativer er utarbeidet:

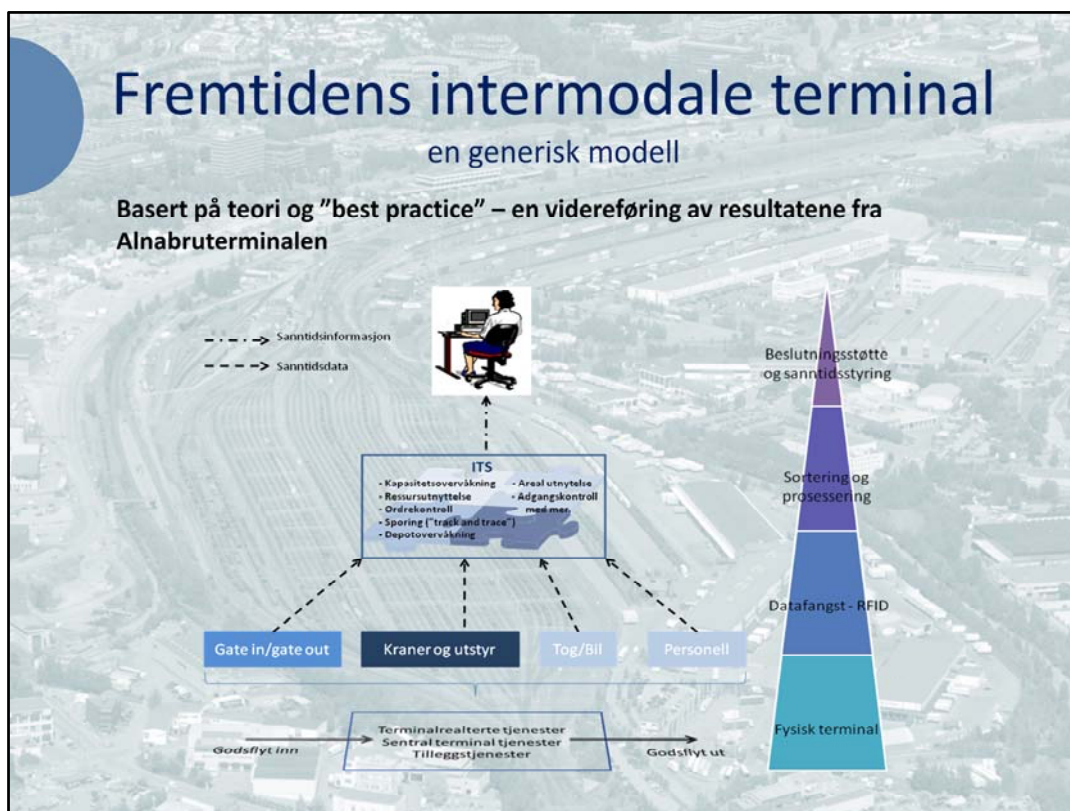
1. Sanntidsovervåking av faktisk kapasitet – kapasitetsstyring
2. Knytte vekt opp mot EPC – ordrekontroll og sanntidsstyring av togplanlegging
3. Mulighet for prioritering i gate in/gate out – styring av rushtrafikken



Anbefaler et IKT verktøy/plattform som kombinerer alternativ 1 og 2.

Valgt og utarbeidet på grunnlag av tilgjengelig sanntidsinformasjon, svakhetene og truslene identifisert i SWOT analysen, kartleggingen Alnabru og samtaler med fagpersoner innenfor RFID

1. Optimalisere ressursutnyttelsen ved lasting av togene ved å eliminere unødvendig tomkjøring (ca 20 %)
 - En mer fleksibel løsning å tilby kundene (samlastere) – forbedret kundeservice
 - Økt fortjeneste – reduksjon av tomkjøring
 - Økt ressursutnyttelse
 - Økt kapasitet – utnytte eksisterende kapasitet bedre
 2. Togplanlegging fokus på å optimalisere togplanleggingen i hensettingsområdet og forbedre sikkerhet (vektfordeling). Vektkontroll fokus på automatisering av gaten, ordrekontroll og forbedring av faktureringsprosessen mot kunde.
 - Forbedret faktureringsprosess mot kunde – ordrekontroll/likviditetsstyring
 - Forbedret sikkerhet med hensyn til vektfordeling på tog
 - Effektivisering av driften – gå bort fra pushstyring mot økt grad av sanntidsstyring
 - Kan redusere personell i gate in/gate out – helautomatisering
 - Forbedret adgangskontroll - helautomatisering
 3. Aktivt effektivisere gate in og på denne måten forbedre ressursutnyttelsen inne på terminalen – køstyring
 - Økt kapasitet – effektivisering av gate in/gate out (kø styring)
 - Økt ressursutnyttelse – kan prioritere gods på grunnlag av kranutnyttelse
- Anbefalingen gjort på grunnlag av hva som på kort og lang sikt er viktig for å øke kapasiteten og effektivisere terminalen



4 nivåer

1. Fysisk terminal: Aktivitetene knyttet til den fysiske terminalen
2. Datafangst: Individuell merking av alt som finnes på og/eller vil ha tilgang til terminalområdet – muliggjør fullstendig automatisk datafangst
3. Sortering og prosessering: ITS systemet som sorterer og prosesserer sanntidsdata
4. Beslutningsstøtte og sanntidsstyring: Menneskelelement som styrer basert på sanntidsinformasjon og beslutningsstøtte fra ITS systemet

ITS systemet mottar sanntidsdata fra hele terminalen og gir beslutningsstøtte og sanntidsinformasjon til beslutningstakere på terminalen – sanntidsstyring av hele terminalen og alle ressurser.

Økt grad av nettverkssamarbeid og informasjonsdeling – ITS muliggjør dette
 ITS – paparly uttrykk for ulike kommunikasjons-, elektronikk, navigasjons- og informasjonsprosesseringsteknologi

Resultat: forbedre ytelsen til eksisterende transportsystemer for å forbedre sikkerheten, effektiviteten og komforten samt redusere ugunstige miljøpåvirkning - paparlyuttrykk.

Konklusjon

Hovedmål:

Identifisere og analysere muligheter for sanntidsstyring ved hjelp av RFID knyttet til gate in/gate out på Alnabruterminalen og diskutere hvilke effekter dette vil få for terminalen.

Det er flere ulike løsninger for å oppnå økt grad av sanntidsstyring, ved hjelp av RFID, i gate in/gate out på Alnabruterminalen. Styringsverktøyet som er skissert i oppgaven vil kunne gi mange positive effekter for både CargoNet og logistikknnettverket knyttet til terminalen og bidra til å muliggjøre en overføring av godstransport fra vei til bane.

Forskningsspørsmål:

Er RFID egnet som datafangstverktøy på en intermodal terminal (utfordringer)?
Hva er fordelene og ulempene med automatisk datafangst?
Hvilke krav stiller sanntidsstyring til terminalen og IKT verktøy?
Hvordan kan fremtidens intermodale terminal benytte denne teknologien?

Forskningsspørsmål:

1. Er RFID egnet som datafangstverktøy på en intermodal terminal (utfordringer)?
 - Ja (basert på case og teori) (trengs mer forskning for å synliggjøre og kvantifisere gevinster)
2. Hva er fordelene og ulempene med automatisk datafangst?
 - presis, objektiv og tilgjengelig i sanntid (høy informasjonskvalitet)
 - enorme mengder data - derfor avhengig av både korrekte avlesinger og fungerende programvare
3. Hvilke krav stiller sanntidsstyring til terminalen og IKT verktøy?
 - automatisk datafangst, fleksibilitet i driften og en vilje og evne til å kartlegge og eliminere ikke-verdiskapende (trengs mer forskning)
4. Hvordan kan fremtidens intermodale terminal benytte denne teknologien?
 - RFID og EPC merking av alt (IoT), eliminere behovet for styring basert på planlegging i bedriften.

