

# FAKTABASERT STYRING I JERNBANEDRIFT (PUNCTUALITY ANALYSIS IN RAILWAYS OPERATIONS)

Stud. Techn. Øystein Luktvaslimo  
Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk  
Prosjektoppgave, våren 2005

## Forord

Denne oppgaven er et resultat av en prosjektoppgave våren 2005 ved Institutt for Produksjon- og Kvalitetsteknikk (IPK) ved Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet (NTNU).

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har jeg fått verdifulle innspill fra mine veiledere Nils Olsson (SINTEF), Tom Fagerhaug (IPK), Hans Haugland (NSB) og Birger Kvaavik. Jeg retter en stor takk til de. Særlig vil jeg trekke fram Nils Olsson som virker å ha en oppriktig interesse i at hans studenter skal gjøre det bra. Jeg vil også rette en takk til Helge Jørgenstuen i NSB, og NSB generelt, for all hjelp og inspirasjon. Mitt inntrykk av jernbanedrift har definitivt endret seg denne våren.

Av andre som har bidratt med hjelp har jeg lyst til å trekke fram studentene Ragnvald Hagland, Håvard Vagstad, Vibeke Binz og Kjetil Berget.

Til slutt en takk til Chiara. Det var definitivt verdt det.

Trondheim 27.5.2005

Stud. Techn. Øystein Luktvaslimo

“A man who has never gone to school may steal from a freight car; but if he has a university education, he may steal the whole railroad. “  
Theodore Roosevelt

## Sammendrag

Denne prosjektoppgaven omhandler faktabasert styring i jernbanedrift, med utgangspunkt i togoperatøren NSB. Med faktabasert styring menes i denne sammenheng å styre på grunnlag av fakta, eller data. Disse dataene kan presenteres, visualiseres, eller bearbeides på mange ulike måter for å forsøke å finne svar på de spørsmål man ønsker besvart. Man tar i denne oppgaven for seg ulike metoder og verktøy som kan brukes for å forbedre de ulike kvalitetsfaktorene assosiert med jernbanedrift, da spesielt for kvalitetsfaktoren punktlighet. Det blir analysert data levert av NSB for ankomstforsinkelse og oppholdstid ved av hjelp av disse metodene og verktøyene, som i stor grad er hentet fra det området som kalles Total KvalitetsLedelse (TKL).

Begrepet kvalitet rommer mange ulike tolkninger og betydninger, men det kan virke som at det ligger en felles forståelse for at ved å øke kvaliteten på et produkt, ønsker man å tilfredsstille behovet til kunden bedre. Utfordringen ligger i å kunne kjenne behovet eller forventningen til kunden, slik at man i høyest mulig grad kan programmere og produsere det samme som kunden oppfatter. Total KvalitetsLedelse er et konsept som først og fremst engasjerer hele organisasjonen og erkjenner at de som utfører en prosess daglig, også kjenner den best. Videre inkluderer konseptet begrepet *indre kunde*, som oppfordrer til å se et kunde – leverandør forhold også internt i en organisasjon.

Innen jernbanedrift finnes det flere ulike kvalitetsfaktorer. Noen forslag kan være: sikkerhet, punktlighet, regularitet og informasjon. Punktlighet er en faktor som er relativt enkel å måle, og derfor også relativt *styrbar*. Hvordan denne faktoren forholder seg til de andre nevnt her med tanke på viktighet, kunne vært et interessant område å sett nærmere på.

NSB er kjent med og bruker, både i sitt kontinuerlige punktlighetsarbeid og i spesifikke punktlighetsprosjekter, metoder nevnt i denne oppgaven og som regnes som sentrale innen fagområdet TKL. Det er likevel rom for å bruke verktøy og metoder på andre måter for å innse nye sammenhenger. Spesielt virker det å finnes potensial innen nye typer data, eller nye kombinasjoner av allerede eksisterende typer data.

En dataanalyse ved hjelp av utvalgte verktøy fra TKL på pendelen Moss – Spikkestad viser at årsaksanalyse og forbedring er et puslespill med mange biter. Det finnes mange variabler som kan påvirke punktligheten på en strekning og at nye variabler kan oppstå når man endrer rammebetingelser, som dato og antall passasjerer. Derfor er det essensielt at man har et nøyaktig og vidt datamateriale tilgjengelig i en forbedringsprosess.

## Summary

This paper written at the Norwegian University of Science and Technology, deals with punctuality analysis in railway operation. The Norwegian State Railways (NSB) is given special attention. Punctuality analysis in railway operations is in this paper, identified to be included in field of *fact based management*, making decisions based on empirical data or facts. The data used in this decision process may be presented, visualised, or processed in various ways to obtain the answers one might seek. In this paper a selection of tools and methods that can be used to improve the quality factors associated with railway operations, in particular punctuality, are presented. The tools and methods mentioned are mostly taken from the field of Total Quality Management (TQM).

Quality contains a variety of different interpretations and significations, but it may seem like there seems to be a common understanding that improving the quality of a product implies satisfying the customer in a better way. The challenge lies within fully understanding the customer's needs and expectations in order to match the programmed, produced and perceived quality. Total Quality Management is a concept which may be identified by its willingness to involve the whole organisation and that it recognises that the person who performs a task on a daily basis, also is best suited to know how to improve it. Further it includes the terms inner and external customer, which urges the organisation to see a customer – supplier link within their own organisation.

Within the field of railway operations there exists many different quality factors. Some suggestions might be: safety, punctuality, regularity and information. Punctuality is easily measured and might therefore be assumed to be easily managed, but that does not necessarily mean that it is more important than the other factors mentioned earlier.

NSB is familiar with and uses, both in continuous punctuality analysis and more specific punctuality projects, the tools and methods mentioned in this paper. However, there is room for using tools and methods in different ways to realise new connections between variables. In particular it appears to be a potential within the area of obtaining new kind of data, or finding new combinations of already existing data.

A data analysis with the use of some selected tools from the field of TQM on a railroad stretch from Moss to Spikkestad, showed that root cause analysis is a jig saw puzzle with many different pieces. There exist many variables that may influence the punctuality and that new variables may appear if the framework conditions are to be changed, such as the number of passengers or time. It is therefore essential that an exact and comprehensive data material is available before an improvement process is initiated.

# Innholdsfortegnelse

Forord .....	ii
Sammendrag .....	iv
Summary .....	v
Innholdsfortegnelse .....	vi
Figurliste.....	viii
Kapittel 1: Innledning.....	1
1.1 Omfang og problemstilling .....	1
1.2 Problemstilling .....	1
1.3 Metode.....	1
1.3.1 Typer metoder .....	2
1.3.2 Valg av metode.....	2
1.3.3 Feilkilder knyttet til metodevalg .....	2
1.4 Oppbygging av oppgaven.....	3
Kapittel 2: Teori .....	4
2.1 Definisjoner .....	4
2.1.1 Kvalitet .....	4
2.1.2 Prosess .....	5
2.1.3 Punktlighet .....	5
2.1.4 Forsinkelse .....	6
2.2 Hva kjennetegner kvalitet i transportsektoren? .....	6
2.2.1 Programmert, produsert og oppfattet kvalitet .....	7
2.2.2 Kvalitet og punktlighet i jernbanedrift .....	8
2.2.3 Kvantifisering av kvalitetsfaktorer .....	9
2.3 Total kvalitetsledelse .....	10
2.4 Noen modeller for kvalitet- og punktlighetsstyring i en transportorganisasjon.....	13
2.4.1 Tam & Hui .....	13
2.4.2 Kvalitetsledelse i Banverket, PULS Modellen.....	14
2.4.3 Punktlighetsmodell, British Rail .....	15
2.5 Metoder og verktøy .....	16
2.5.1 Problemforståelse .....	16
a) Pareto diagram .....	17
b) Kritisk hendelse .....	17
c) Kontrollblad .....	18
2.5.2 Problemanalyse .....	18
a) Årsak/ Virkning Diagram.....	18
b) Rotårsaksanalyse.....	19
c) Spredningsdiagrammer .....	19
d) Lineær Regresjonsanalyse .....	20
e) Trenddiagram .....	21
f) Histogram .....	22
2.5.3 Prosessforbedring .....	23
a) Statistisk prosesskontroll/Styringsdiagram .....	23
b) Benchmarking .....	26
2.5.4 Andre metoder for forbedring av oppfattet kvalitet .....	27
2.6 Oppsummering .....	28
Kapittel 3: Oppsummering av tidligere punktlighetsanalyser.....	30
3.1 Innledning.....	30
3.2 Feilkilder .....	30

3.3 Birger Kvaaviks "faktabasert styring" .....	30
3.4 Pilotprosjektet mai 2002.....	31
3.5 Kontinuerlig punktlighetsarbeide i NSB .....	31
3.5.1 Kommunikasjon av punktlighet .....	32
3.6 Punktlighets prosjekter gjennomført fra og med 2002 til i dag i NSB.....	33
3.6.1 Miniprojekt oppholdstider Oslo S .....	33
3.6.2 Avgangspunktighet Oslo S / Lodalen, 2002 .....	33
3.6.3 Drammensområdet, november 2002 .....	33
3.6.4 3 enkeltprosjekter 1107(Drammensbanen), 1457(Kongsvingerbanen), 2745(Østfoldbanen), 2003.....	34
3.6.4 a) Østfoldbanen tog 2475, vinteren 2003 .....	34
3.6.4 b) Drammensbanen, Tog 1107, 2003 .....	34
3.6.4 c) Kongsvingerbanen, Tog 1457, 2003 .....	35
3.6.5 Benchmarking, 2001 – 2003 .....	35
3.6.6 Vestfoldbanen, under arbeid, 2005 .....	36
3.7 SINTEF arbeider .....	36
3.7.1 SINTEF Rapport: Konsekvensvurdering av anleggsarbeid i Vestkorridoren, 2002	36
3.7.2 PONDUS: Punktlighets Og uNDerveis Undersøkelse, våren 2003.....	37
3.7.3 Nordlandsbanen fortsatte analyser, 2002 .....	38
3.7.4 Punktlighet og antall reisende – Hvordan punktlighet påvirker antall reisende, 2003 .....	38
3.8 Studentarbeider.....	39
3.8.1 Svein Skjønberg "Kartlegging av hvordan punktlighetsinformasjon blir benyttet i planprosessen i utvalgte land" .....	39
3.8.2 Ragnhild Skagestad "Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift".....	40
3.8.3 Ole Jørgen Kjeldstad "Punktlighetsoppfølging i jernbaneinvesteringer" .....	40
3.9 Tabell.....	42
3.10 Diskusjon.....	45
Kapittel 4: Dataanalyse .....	46
4.1 Kvalitet av datamaterialet.....	47
4.1.1 Feilkilder .....	47
4.1.2 Oppholdstid .....	47
4.1.3 Ankomstforsinkelse.....	48
4.2 Oppholdstid .....	49
4.2.1 Gjennomsnitt og standardavvik.....	50
4.2.2 Planlagt oppholdstid mot faktisk oppholdstid.....	50
a) Pareto diagram .....	50
b) Histogram.....	51
4.2.3 Trender .....	51
a) Forskjell i oppholdstid i rush/ikke rush.....	52
b) Forskjell i oppholdstid med hensyn på dato .....	52
4.3 Ankomstforsinkelse.....	53
4.3.1 Gjennomsnitt og standardavvik.....	53
4.4 Korrelasjon mellom ankomstforsinkelse og oppholdstid.....	54
4.5 Lineær regresjonsanalyse .....	55
4.5.1 Fortolkning av resultater .....	57
4.5.2 Feilkilder .....	57
4.5.3 Diskusjon av modellen .....	57
4.6 Oppsummering .....	58
4.7 Konklusjon .....	58

4.8 Forslag til videre analyser .....	59
Kapittel 5: Konklusjon .....	60
Kapittel 6: Referanser.....	62
Kapittel 7: Vedlegg .....	i
Vedlegg A: Forstudierapport.....	ii
Vedlegg B: Avrapportering pr 18. mars 2005.....	xxii
Vedlegg C: Møte 25.4.2005 .....	xxvii
Vedlegg D: E – post fra Birger Kvaavik.....	xxviii
Vedlegg E: Kalender desember 2004.....	xxix
Vedlegg F: Histogrammer .....	xxx
Vedlegg G: Korrelasjoner .....	xxxix
Vedlegg H: Kryssplott.....	xl
Vedlegg I: CD Rom.....	xliv

## Figurliste

Figur 1 - Oppbygging av oppgaven.....	3
Figur 2 – Forholdet mellom programmert, produsert, og oppfattet kvalitet .....	8
Figur 3 - PULS modellen i Banverket (www.banverket.se) .....	15
Figur 4 - Punktlighetsmodell, BR .....	16
Figur 5 - Eksempel på Pareto diagram (Aune, s 145, 2001).....	17
Figur 6 – Eksempel på kontrollblad (fritt etter Andersen(1999)) .....	18
Figur 7 – Strukturen for et fiskebeinsdiagram etter Andersen (1999) .....	19
Figur 8 - Spredningsdiagram, ingen korrelasjon.....	20
Figur 9 - Spredningsdiagram, sterk positiv korrelasjon .....	20
Figur 10 – Strekningsvis punktlighet hentet fra Punktlighetsrapport 2003 (Jernbaneverket 2003a) .....	22
Figur 11 – Histogram .....	22
Figur 12 - Prosessgrenser i et prosessdiagram .....	24
Figur 13 - Type styringsdiagram og når man bruker dem (Fritt etter Andersen, 1999, s126) .....	25
Figur 14 – Benchmarkingshjulet med de fem ulike trinn (Andersen & Pettersen, 1995).....	27
Figur 15 – Fra begrepet kvalitet til kvalitetsfaktorer i jernbanedrift .....	28
Figur 16 – Metoder og verktøy for å forbedre kvaliteten .....	29
Figur 17 – Dataflyt i JBV og NSB (SINTEF, 2002, s 46) .....	32
Figur 18 – Kvalitet av datamaterialet – antall observasjoner oppholdstid .....	47
Figur 19 – Kvalitet av datamaterialet – prosentandel observasjoner oppholdstid .....	48
Figur 20 – Kvalitet av datamaterialet – antall observasjoner ankomstforsinkelse .....	48
Figur 21 – Kvalitet av datamaterialet – prosentandel observasjoner ankomstforsinkelse .....	49
Figur 22 – Total reisetid og oppholdstid .....	49
Figur 23 - Paretodiagram - differanse faktisk og planlagt opphold .....	51
Figur 24 – Oppholdstider sortert på rush/ikkerush .....	52
Figur 25 – Gjennomsnittlig opphold alle stasjoner etter dato .....	53
Figur 26 – Gjennomsnittlig ankomstforsinkelse for alle tog og alle dager .....	54
Figur 27 – Gjennomsnittlig ankomstforsinkelse, datoer .....	54
Figur 28 – Kryssplott ankomstforsinkelse Spikkestad og oppholdstid Sandvika .....	55
Figur 29 - Residualplott.....	56

## Kapittel 1: Innledning

### *1.1 Omfang og problemstilling*

Denne prosjektoppgaven ble utlevert den 17.1.2005. Oppgaven ble levert 27.5.2005. Oppgavens omfang er på 15 studiepoeng noe som tilsvarer 24 belastningstimer pr uke. Det er også utarbeidet en forstudierapport gjengitt i vedlegg A og en fremdriftsrapport pr. 18. mars 2005 gjengitt i vedlegg B. Foruten om de nevnte produktene er også oppgaven tilgjengelig i elektronisk format i form av en CD rom<sup>1</sup>.

### *1.2 Problemstilling*

Fra et kundeperspektiv er punktligheten den viktigste indikatoren på kvaliteten i transport. Flere transportbedrifter offentliggjør punktligheten sin (se eks. Widerøe, Gardermoen/OSL og Jernbaneverket/NSB). Der er imidlertid forsket lite rundt punktlighet, årsaker til manglende punktlighet og hvordan punktlighet kan forbedres. Oppgaven er i hovedsak rettet mot oppfølging av punktlighet. Det tas utgangspunkt i analyseverktøy fra faget kvalitetsledelse.

Oppgaven utføres i samarbeid med NSB og SINTEF Teknologiledelse.

1. Gjennomføre et litteraturstudium rundt temaene kvalitetsledelse og punktlighet i jernbanedrift. Et kort sammendrag av dette skal presenteres.
2. Gjøre en oppsummering av tidligere punktlighetsanalyser, med fokus på hvilke metoder som er brukt.
3. Teste om noen utvalgte analysemetoder er egnede til overvåking og stadig (inkrementell) forbedring av punktligheten for viktige tog. En eller flere av følgende faktorer kan inkluderes i analysene:
  - Banestrekke- lengde, antall stasjoner
  - Kjøremønster/lokfører
  - Antall passasjerer
  - Antall planlagte stopp/start
  - Klima/årstid
  - Teknisk tilstand av rullende materiell
  - Teknisk tilstand av banelegemet
  - Atferd ombordpersonal

### *1.3 Metode*

Som man kan se av problemstillingen er de to første delene av oppgaven av en mer oppsummerende art, mens i den siste del oppgaven er det mulighet for å gå inn å vurdere informasjon som man finner tak i. Derfor vil det falle seg naturlig å prøve en mer objektiv avstand til stoffet i de første delene enn i den siste, der det åpnes opp for å gå inn med egne forslag og vurderinger basert på empiri.

---

<sup>1</sup> Se vedlegg I

### 1.3.1 Typer metoder

Det er vanlig å skille mellom to overordnede typer metoder, kvalitative og kvantitative metoder. I følge Holme & Solvang (1998) finnes det ikke noe absolutt skille mellom kvalitative og kvantitative metoder. ”De er alle arbeidsredskaper som i skiftende grad tar i bruk de ulike metodeprinsippene: det analytiske prinsippet, systemprinsippet og aktørprinsippet”(Holme & Solvang, 1998). Videre nevner Holme & Solvang (1998) at grovt og enkelt kan forskjellen mellom de to oppsummeres som at den kvantitative metoden omformer tall og data til mengestørrelser, mens innenfor kvalitative metoder er det forskerens forståelse eller tolkning av informasjonen som står i forgrunnen, for eksempel tolkning av meningsrammer, motiver, sosiale prosesser eller sammenhenger. I den kvalitative metoden bør, eller kan det ikke tallfestes.

### 1.3.2 Valg av metode

Holme & Solvang(1998) sier at valget av metode må en gjøre ut fra problemstillingen for undersøkelsen. Med utgangspunkt i problemstillingen for denne oppgaven<sup>1</sup> kommer man som metode å bruke en kombinasjon av den kvalitative og den kvantitative. Hovedfokuset i den første delen kommer til å ligge på kvalitativ metode, i den andre delen på en kombinasjon av de to, mens man til slutt vrir fokuset over på kvantitativ metode. Med kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode mener man her en innsamling av kvalitative data som kvantifiseres under analysen.

Det kommer til å bli benyttet i hovedsak to metoder for innsamling av informasjon i denne oppgaven:

1. Søk etter litteratur og annen informasjon
2. Intervjuer og samtaler

Søket etter litteratur og informasjon kommer til i hovedsak å skje gjennom tre kilder; 1:NTNUs ressurser representert ved bibliotek, databaser for artikler, tidsskrifter etc., 2: fagmiljø ved SINTEF og NTNU, og da i særdeleshet veiledere, 3: NSB og deres ressurser.

Eventuelle intervjuer og samtaler kommer i hovedsak til å fokusere på nøkkelpersoner i fagmiljøene ved SINTEF og NSB.

Empiri til bruk i dataanalysen i oppgavens siste del er hentet fra kjøreløgnen til tog på pendelen Moss – Spikkestad i tidsperioden 19.12.2004 – 30.12.2004.

### 1.3.3 Feilkilder knyttet til metodevalg

Knyttet til metode ligger det først og fremst en feilkilde i at man ikke har kunnet kombinere kvalitativ og kvantitativ metode godt nok i oppgavens tredje del. Med det mener man å si at hovedfokuset har ligget for mye på kvantitativ metode, og at man framstiller resultatene ensidig uten å kunne vise til alternative metoder eller bakgrunnskunnskap. En jevnere fordeling mellom bruken av de to metodene kunne ha vært med å bekrefte/avkrefte gyldigheten av påstandene fremstilt i denne oppgaven. Videre kan kombinasjonen av kvantitativ og kvalitativ metode i oppgavens del to føre til at man i den kvalitative datainnsamlingen kan komme til å se bort fra de kravene til struktur og presisjon som kvantitative analyseteknikker forutsetter, for så i analysefasen likevel bruke disse teknikkene.

---

<sup>1</sup> Se 1.2 Problemstilling

### ***1.4 Oppbygging av oppgaven***

Denne oppgaven er bygd opp rundt tre hoveddeler: teori, empiri og diskusjon. En skjematisk illustrasjon er vist i Figur 1.



**Figur 1 - Oppbygging av oppgaven**

Både resultatene fra kapittel 3 og kapittel 4 blir diskutert under de respektive kapitlene. Eventuelle konklusjoner og diskusjoner for linjer gjennom hele oppgaven blir gjengitt i kapittel 5.

## Kapittel 2: Teori

Denne delen av oppgaven kommer til i hovedsak å være en oppsummering av temaene kvalitetsledelse, total kvalitetsledelse og punktlighet i jernbanedrift. Først kommer man til å se på en del definisjoner før man går inn og ser på hva som menes med kvalitet i transportsektoren, og da spesielt i jernbanedrift. Det blir også gitt en introduksjon til hva som ligger i begrepet total kvalitetsledelse. Kapitlet avsluttes med en oversikt over en del metoder og verktøy som kan brukes i en forbedringsprosess.

### 2.1 Definisjoner

#### 2.1.1 Kvalitet

Kvalitet er et ord som brukes ofte i daglig tale, men som de færreste har et klart bilde av hva betyr. En måte å se på begrepet kvalitet er som noe ”ullent”; en følelsesmessig oppfatning av hvordan noe skal være, men som vi vil ha problemer med å forklare og definere til en annen person. For eksempel hva er det som konkret, gjør at vi sier at et produkt har høy kvalitet? Hvis man likevel skulle forsøke seg på en definisjon av kvalitet finnes det mange å velge blant. En definisjon kan være den gjengitt i NS – EN ISO 2000:9000:

*I hvilken grad en samling av iboende egenskaper\* oppfyller krav\*\* (NS – EN ISO 2000:9000, s13)*

*\* Behov eller forventning som er angitt, vanligvis underforstått eller obligatorisk*

*\*\* Særpreget som gjør det mulig å skjelne*

*fysiske (for eksempel mekaniske, elektriske, kjemiske eller biologiske egenskaper)*

*sensoriske (for eksempel forbundet med lukt, berøring, smak, syn, hørsel)*

*atferdsmessige (for eksempel vennlighet, ærlighet, sannferdighet)*

*tidsmessige (for eksempel punktlighet, pålitelighet, tilgjengelighet)*

*ergonomiske (for eksempel fysiologisk egenskap, eller som vedrører sikkerhet for mennesker)*

*funksjonelle (for eksempel et flys maksimale hastighet)*

Aune (2001) viser til at ordet kvalitet, brukt i dagens samfunn, kan ha tre forskjellige betydninger:

*1 Produkt- og/eller brukerbasert: Kvaliteten beskrives av produktegenskaper (som underforstått tilfredsstillende brukerens behov).*

*2 Produksjonsbasert: Kvalitet vil si fravær av feil – overensstemmelse med gitte spesifikasjoner.*

*3 Følelsesbasert: Kvalitet innebærer noe ettertraktelsesverdig og udefinert, som du imidlertid kjenner igjen når du ser det – noe luksuriøst, noe som koster mer”. (Aune, 2001,s17)*

Begrep	Definisjon	Klassifisering	Kommunikasjonsmåte
Behov	Fravær av noe som er krevd, ønsket eller nyttig; en tilstand som krever anskaffelse avhjelping	Objektivt definerbart	Uformell, oversikter, rapporter
Forventning	Forutsigelse av tingenes framtidige tilstand, av framtidige fordeler eller av måter behov vil bli dekket på	Subjektiv	Uformell, verbal
Krav	Formell beskrivelse av behov og forventet måte de skal bli dekket på	Mottakers (kundes ellers brukers) syn på produkt/tjeneste	Dokument
Spesifikasjon	Formell beskrivelse av vare/tjeneste og planlagt måte å frambringe den på	Leverandørs syn på vare/tjeneste	Dokument

Tabell 1 Definisjon av begrepene behov, forventning, krav og spesifisering (fritt etter Aune(2001))

### 2.1.2 Prosess

Et annet viktig begrep som kan være nyttig å definere er hva som ligger i begrepet *prosess*. I følge NS – EN ISO 2000:9000 (2000) er en prosess:

”samling av beslektede eller samvirkende aktiviteter som omformer tilført grunnlag til resultater” NS – EN ISO 2000:9000 (2000, s 18)

Det er også mulig å si at en hver aktivitet, eller samling aktiviteter som bruker ressurser for å omforme tilførsler til resultater, kan betraktes som en prosess. Resultatet fra en prosess er i denne sammenheng et produkt. I denne oppgaven vil det være naturlig å snakke om dette produktet som en transporttjeneste, nærmere bestemt gods- eller persontransport når man snakker om jernbanedrift. Milan (1996) sier at transporttjenester kan sees på som produktet av en transportprosess. Videre nevner han de følgende punktene som de viktigste kvalitetsegenskapene med hensyn på tid for disse transporttjenestene:

- Total reisetid mellom startpunkt og endepunkt
- Gjennomsnittlig hastighet
- Frekvensen (antall tog planlagt på ruten innenfor en tidsperiode)
- Tilgjengelighet (transporttjenestene er lett tilgjengelig i tid og rom)
- Pålitelighet (trekkes frem som trolig den viktigste kvalitetsegenskapen med hensyn på tid)
- Regularitet (raten av antall tog som ankommer presis i forhold til det totale antall ankomster i det samme tidsrommet)
- Punktighet (målet for avviket mellom faktisk og planlagt ankomsttid)

(Milan, 1996)

### 2.1.3 Punktighet

Rudnicki (1997) definerer punktighet som følgende:

*”punctuality is a feature consisting in that a predefined vehicle arrives, depart or passes at a predefined point at a predefined time”*

Ved å følge definisjonen til Rudnicki kan man si at med punktighet i *jernbanedrift* menes det vanligvis (negativt) avvik fra rutetabellen, som oftest målt i minutter. Man kan da si at punktighet er noe som henger sammen med et avvik  $A$ , som er forskjellen mellom planlagt avgangstid  $T_p$  og virkelig avgangstid  $T_v$ :

$$A = T_p - T_v(\text{tid}) \quad (1.1)^1$$

Positive avvik angir for tidlige avganger, mens negative avvik vil gi angi forsinkelse.

I Norge er det vanlig å relatere punktigheten til et akseptert avvik i minutter. Det vil si at hvis man sier at det aksepterte avviket er for eksempel 3 minutter ved ankomst endestasjon, vil punktigheten bli oppgitt som en prosent av antall tog som ankom endestasjonen innen dette aksepterte avviket, delt på det totale antall tog som ankom. Punktighet kan også måles ved avgang og underveis, men det er mest vanlig at de måles enten ved start eller slutt punkt. Tog som ankommer eller forlater en stasjon for tidlig kan også sies å være ikke punktlige. Skagestad (2004) referer til følgende mål for punktigheten i NSB:

---

<sup>1</sup> Fritt etter Rudnicki (1997)

- Langdistansetog: Tog som er mindre enn 5 minutter forsinket ved avgang- eller ankomststasjon regnes som i rute.
- Lokaltog: Tog som er mindre enn 3 minutter forsinket ved avgang eller ankomststasjon, regnes som i rute.

(Skagestad, 2004)

For en bedre spesifisering av navn på de ulike produktene henvises det til NSBs punktlighetsrapport<sup>2</sup>.

#### **2.1.4 Forsinkelse**

Forsinkelse har blitt tidligere nevnt i avsnitt 2.1.3 i forbindelse med ligning (1.1), da som det negative avviket i denne ligningen.

### ***2.2 Hva kjennetegner kvalitet i transportsektoren?***

Fra definisjonen av ordet kvalitet er en naturlig slutning å trekke at kvalitet først og fremst handler om å tilfredsstille behovet til kunden. Men hvis man sier at kvalitet er å oppfylle behovet til kunden blir da to naturlige spørsmål:

1. Hvem er kunden?
2. Hva er behovet til kunden?

For å komplisere det enda mer er det ved jernbanedrift ofte snakk om en tjenesteytende industri, for eksempel transport av gods eller personer, i motsetning til vareproduserende industri. Det kan være svært vanskelig å identifisere behovet hos kunden i tjenesteytende industri. I vareproduserende industri har man i mange tilfeller et klart definert behov, for eksempel i form av en spesifisert ordre. En fabrikk som produserer komponenter til en bil har klare toleranser som den må holde seg innenfor, hvis ikke blir ikke komponenten vraket fordi den ikke oppfyller behovet til kunden, i dette tilfellet bilprodusenten. Behovet til kunden kan rett og slett være noe så enkelt som at hvis ikke komponenten holder seg innenfor de gitte toleransene, vil den heller ikke passe sammen med de andre komponentene i bilen. I en tjenesteytende industri kan både behov og kunde være mer intrikat.

Zeithaml et. al. (1990) nevner tre kjennetegn ved tjenester:

1. Først og fremst er de u håndgripelige. Når det som blir solgt er en ytelse istedenfor et objekt, blir det vanskelig å fastsette kriteriene kundene bruker for å evaluere denne ytelsen. I følge Bustinduy (1995) er kvalitet som blir oppfattet av kunden i transportsektoren vanskelig å identifisere. Det kan være en miks av forskjellige faktorer som reisetid, komfort, pålitelighet, informasjonssystem, nummer på overganger, kjennskap til systemet, sikkerhet etc. Videre sier han at det kan variere fra by til by, fra linje til linje, kundegruppe, hensikten med reisen, startpunkt og endepunkt, osv. Rett og slett så mange forhold som det er mulig å tenke seg.
2. For det andre er tjenesten heterogen. Det vil si at den varierer fra dag til dag, ansatt til ansatt, miljø til miljø osv. Det betyr at denne interaksjonen som skjer i det en tjeneste blir ytt, kan sjeldent standardiseres som i vareproduserende industri.

---

<sup>2</sup> Se for eksempel Jernbaneverket (2003)

3. For det tredje har ofte tjenester den karakteristikken at de blir ”konsumert” på samme plassen som de blir produsert. Det betyr at i motsetning til i vareproduserende industri, har man ikke fabrikken som en buffer mellom produsent og forbruker.

Rosander (1985) nevner likevel at generelt kan man bruke det samme konseptet for kvalitetskontroll for industriprodukter på tjenesteprodukter. Dette sier han er gyldig så lenge man tar hensyn til de tre punktene over i tillegg til at man tar høyde for ved serviceprodukter ikke kan bruke et system for inspeksjon og kassering av defekte enheter.

### **2.2.1 Programmert, produsert og oppfattet kvalitet**

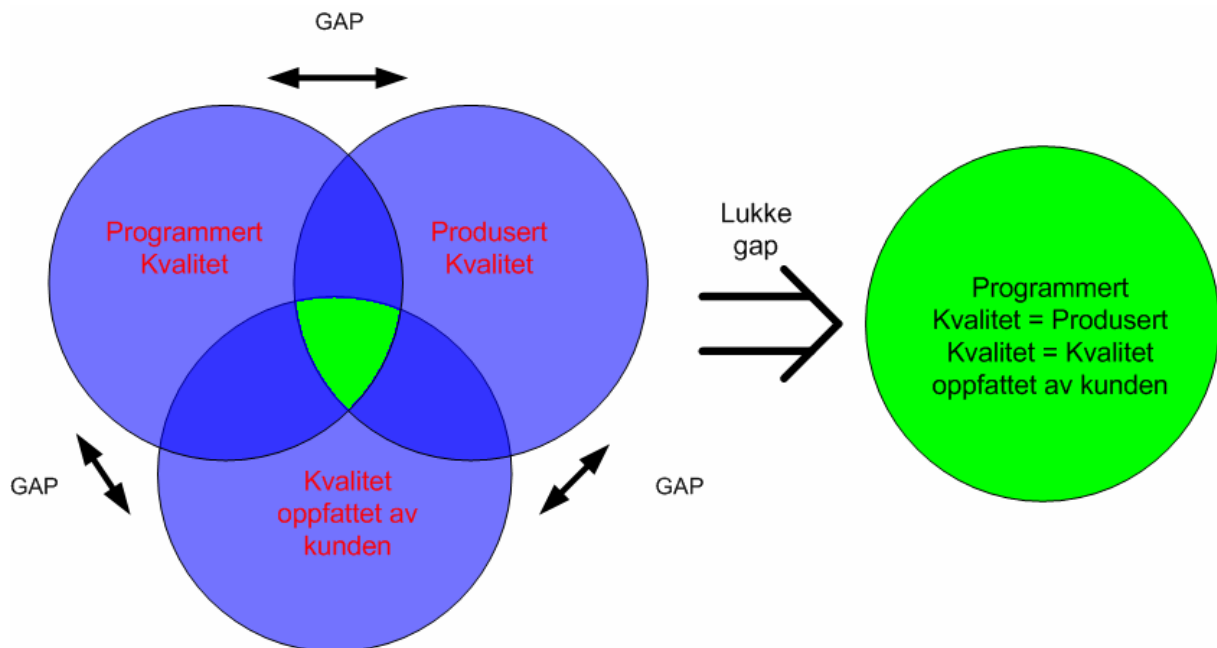
Bustinduy (1995) sier at *‘choice is the key issue’*. Kunden står mer eller mindre fritt til å velge mellom ulike transportsystemer, og vil velge det systemet som *oppfattet av kunden* vil gi det høyeste mulig servicenivå. For å oppnå dette høyeste mulige servicenivået er det nødvendig med en såkalt kvalitetstilnærming. Denne kvalitetstilnærming består i å balansere kundens forventninger med oppfatninger og lukke gapet mellom de to. Bustinduy (1995) nevner fire typer kvalitet som vanligvis blir relatert til en transportorganisasjon.

- Ønsket kvalitet av kunden
- Programmert kvalitet (målet)
- Produsert kvalitet (av operatøren)
- Kvalitet oppfattet av kunden

Disse ulike typene kvalitet er illustrert i Figur 2, representert med ulike sirkler som overlapper hverandre. Hensikten bør være å forene de i én sirkel. Hvis det skjer, blir det som er programmert likt det som er produsert og det som oppfattes, og det vil også fullstendig tilfredsstille kundens ønske.

Vanligvis har vi en situasjon der sirklene bare overlapper delvis slik som vist i Figur 2, og kun der alle tre sirklene overlapper hverandre er kvaliteten som vi har programmert, produsert av operatøren og oppfattet av kunden, som påkrevd. I de sonene hvor bare to sirkler overlapper hverandre betyr at vi har ”tapt” et av områdene. For eksempel kan den programmert kvaliteten være like den produserte, men er allikevel ikke den samme som blir oppfattet av kunden. Den delen av sirklene som ikke overlapper hverandre i det hele tatt indikerer gapet mellom målet, operasjon, og kundens oppfattelse.

Målet for en organisasjons kvalitetsplan bør altså være å lukke gapene mellom sirklene for å forene de i én sirkel.



Figur 2 – Forholdet mellom programmert, produsert, og oppfattet kvalitet

### 2.2.2 Kvalitet og punktlighet i jernbanedrift

På hvilken måte kan man da relatere denne definisjonen av kvalitet hentet fra NS – EN 2000:9000 til kvalitet i jernbanedrift? En mulig definisjon på hva som menes med kvalitet i transport hentet fra forslag til ny nasjonal transportplan 2006 – 2015 lyder som følger:

”Med kvalitet menes reisetid, -kostnad, -komfort og forutsigbarhet.” (Forslag til ny Transportplan, 2003, s 36):

Det er viktig å merke seg at definisjonen nevnt over inkluderer fire ulike faktorer: reisetid, reisekostnad, reisekomfort og forutsigbarhet. Med andre ord kan man si at det er naturlig å tro at det finnes andre forhold som er viktig for kvaliteten av transporttjenester enn punktlighet, som denne oppgaven kommer til å fokusere på.

I den overnevnte definisjonen fra forslag til ny transportplan (2003), nevnes fire ulike elementer av kvalitet i gods- og personaltransport. Et naturlig spørsmål å stille seg i den sammenhengen er om det tradisjonelt sett har blitt overfokusert på kvalitetsfaktoren punktlighet. Dette blir et spørsmål som det er vanskelig å ta stilling til uten å sette seg grundig inn i hva slags studier som er blitt gjort på de ulike kvalitetsfaktorene noe som faller utenfor denne prosjektoppgaven, men en naturlig grunn til at det er enkelt å fokusere på punktlighet som en kvalitetsfaktor er at den er som faktor, relativt enkel å måle.

NSB(2003) måler i sitt kunderegnskap kundens tilfredshet på flere forskjellige måter innen både transport av mennesker og gods. I dette kunderegnskapet er de følgende fire viktigste basiskvalitetsfaktorene identifisert innen persontogtrafikken: *sikkerhet, punktlighet, regularitet og informasjon* (NSB 2003). NSB gjennomførte i 2002 og 2003 to Kundetilfredshetsmålinger (KTI), som måler hvordan kundene opplever den tjenesten de kjøper. I disse undersøkelsene ble det sett på faktorer som punktlighetstiltak, bedret informasjon til kundene og lettere tilgang på billetter (NSB 2003). Dette gir en indikasjon på at også andre kvalitetsfaktorer er viktig bortsett fra punktligheten for kundetilfredsheten.

Ieda et al. (2001) utførte en spørreundersøkelse blant togpendlere i Tokyo der målet var å undersøke hvor mye de var villig til å betale for en forbedring av de følgende fire punktene:

1. Bestandig mulig å få et sete
2. Korte reisetiden med 5 min.
3. Korte reisetiden med 10 min.
4. Avlaste overbelastningen slik at passasjerene kan lese aviser uten forstyrrelse (definert som et nivå på 150 % overbelastning)

Studien viste at pendlerne var villige til å betale et betydelig beløp for en bedring i servicen i forhold til en forkorting i reisetiden (Idea et. al. 2001). Nå viser ikke dette nødvendigvis at komfort og service er viktigere enn reisetid og punktlighet, men det kan indikere nok en gang at kundens forventninger er relativt komplekse.

En naturlig sammenligning for jernbanedrift kan være flyselskaper. Cheng & Chang (2005) peker på at forventningene til passasjerer kan variere etter hvilket trinn man befinner seg på i "serviceprosesskjeden". De gjør grovt sett en todeling av servicen; bakkeservice og service ombord. Videre sier de at fokuset bør ligge på servicen om bord siden passasjerene bruker størstedelen av tid i luften. Mye av den samme tankegangen kan overføres til jernbanedrift; passasjerene tilbringer i utgangspunktet mest tid i toget, ikke med ting som informasjons-samling, reservasjon og billett kjøp. Derfor bør fokuset ligge der hvor kunden bruker mest tid.

I følge Vansteenwegen & Oudheusden (2005) er en effektiv rutetabell med tog som ankommer i rute en avgjørende faktor for god passasjer service. Videre hevder de at tiden en passasjer bruker på å vente er et veldig kritisk element for å bedømme passasjer service.

### 2.2.3 Kvantifisering av kvalitetsfaktorer

Man har altså foreslått i det forrige avsnittet at det finnes flere kvalitetsfaktorer som er viktige for kunden. Et naturlig mål blir da å kvantifisere kvalitetsfaktorer, eller med andre ord sette en verdi på hvor mye kunden er villig til å betale for en bedring i de ulike kvalitetsfaktorene sett i forhold til de andre. På den måten kan man best mulig nå målet om å lukke gapet mellom produsert kvalitet, programmert kvalitet og kvalitet oppfattet av kunden slik som vist i Figur 2.

På området verdisetting av tid og forskjellige faktorer ved kvalitet på tjenester, er det utført en god del studier. Wardman (2001) gjorde en gjennomgang av studier gjort på området i perioden 1980 til 1996 i Storbritannia. Som eksempel kan det nevnes at han fant og sammenlignet hele 5 studier for forsinkelsestid, med til sammen 18 verdier for forsinkelse. Han sier at verdisetting av reisetid har i mange år vært en betydelig del av forskning på transport (Wardman, 2001). Derfor er de to studiene nevnt i denne oppgaven kun ment som eksempel på et område som det er gjort mange studier på.

McTavish & Maidment (1989) gjengir i en artikkel resultater fra en studie utført av Cranfield Institute of Technology for Intercity Business i British Rail<sup>1</sup>. Noen av nøkkelfunnene var:

- Vanlige forretningsreisende betrakter forsinkede ankomster med 10 minutter å mer å være en betydelig forstyrrelse og avbrudd i deres planer
- Valgfrie eller tilfeldig passasjerer synes forsinkelser på 15 til 20 minutter eller mer er bekymringsverdig og de opplever det som særlig ubehagelig hvis det finnes en sjanse for å miste en annen togforbindelse

---

<sup>1</sup> Privatisert og splittet opp i perioden 1994 - 1997

- Desto mer regelmessig kunden er og kortere reisen er, desto større er betydningen av en vanlig forsinkelse
- Ved bruk av et spørreskjema hvor man hadde mulighet til å verdsette visse egenskaper ved togreisen, fant man bevis for at passasjerene verdsatte punktlighet 2 eller 3 ganger høyere enn den samme mengden planlagt spart reisetid

(McTavish & Maidment, 1989)

Lind & Widlert (1989) undersøkte passasjerenes verdisetting av kvalitetsfaktorene punktlighet, informasjon, reisetid, frekvens og stiv rutetabell. Resultatene viste at det finnes en betydelig betalingsvilje for å forbedre fram for alt punktligheten. Å forbedre punktligheten med 5 prosentenheter gjennom færre ”korte<sup>2</sup>” forsinkelser ble vurdert i gjennomsnitt til 9 kroner<sup>3</sup> pr reise og å forbedre punktligheten med 5 prosentenheter gjennom færre ”lange<sup>4</sup>” forsinkelser ble vurdert i gjennomsnitt til 23 kroner pr reise (Lind & Widlert, 1989). I Tabell 2 er noen av resultatene oppsummert.

Aktivitet	Verdisetting i kroner pr reise
5 minutters forsinkelse på stasjonen	13
15 minutters forsinkelse på stasjonen	45
5 minutters forsinkelse på toget	9
15 minutters forsinkelse på toget	23
Minsket risiko for forsinkelse med 1 forsinkelse pr 20 reiser:	
”kort” forsinkelse	9
”lang” forsinkelse	23

Tabell 2 – SJ passasjerenes verdisetting av kvalitetsfaktorer i kroner pr reise. Alle tall i 1989 SEK (Lind & Widlert, 1989)

Rapporten tar ikke stilling til hvilken forbedring av kvalitetsfaktorene passasjerene verdsetter høyest. Lind & Wildert (1989) sier at kunnskapen om verdisettingen bare gir oss halve svaret siden man også må ta hensyn til hvor mye det koster å utføre forbedringstiltaket.

### 2.3 Total kvalitetsledelse

I følge NS – ISO 8402 defineres begrepet kvalitetsledelse definert på følgende måte:

”Den del av ledelsesoppgaven som gjelder å fastsette og iverksette kvalitetsmålsetting og kvalitetspolitikk” (NS – ISO 8402)

Det understrekes videre at for å oppnå ønsket kvalitet kreves det engasjement og deltakelse fra alle medlemmene i en organisasjon, mens ansvaret for kvalitetsledelse ligger hos den øverste ledelsen. Kvalitetsledelse omfatter i følge NS-ISO 8402 strategisk planlegging, tildeling av ressurser og andre systematiske aktiviteter for kvalitet, slik som kvalitetsplanlegging, utførelse og vurderinger.

NS – EN ISO 2000:9000 identifiserer åtte prinsipper for kvalitetsstyring som kan benyttes av den øverste ledelsen for å lede organisasjonen mot forbedret prestasjonsevne:

- a) Kundefokus – organisasjoner er avhengige av sine kunder og bør derfor forstå gjeldende og fremtidige kundebehov, oppfylle kundekrav og strebe etter å overgå kunders forventninger.

<sup>2</sup> 6 – 15 minutter

<sup>3</sup> 1989 SEK

<sup>4</sup> 16 – 30 minutter

- b) Lederskap – ledere etablerer hensikt og retning for organisasjonen. De bør skape og holde ved like det interne miljøet som personellet kan engasjere seg fullt og helt i, for å oppnå organisasjonens mål.
- c) Personellets engasjement – personell på alle nivåer er det vesentligste ved en organisasjon, og deres fulle engasjement gjør det mulig for dem å utnytte sine evner til beste for organisasjonen.
- d) Prosesstankegang – et ønsket resultat oppnås mer effektivt når aktiviteter og tilhørende ressurser styres som en prosess.
- e) Systemtankegang ved styring – identifisering, forståelse og styring av samvirkende prosesser som et system, bidrar til at organisasjonen oppnår sine mål på en virkningsfull og effektiv måte.
- f) Kontinuerlig forbedring – kontinuerlig forbedring av organisasjonens samlede prestasjonsevne bør være et vedvarende mål for organisasjonen.
- g) Beslutninger basert på faktiske – virkningsfulle beslutninger er basert på analyse av data og informasjon.
- h) Gjensidig fordelaktig samarbeid med leverandør – en organisasjon og dens leverandører er avhengige av hverandre, og et gjensidig fordelaktig samarbeid forbedrer begge parters evne til å skape verdi.

Hvis man da skulle gjøre et forsøk på knytte sammen begrepene *kvalitetsledelse* og *total kvalitet*, kan man da bruke Aunes (2001) beskrivelse av total kvalitet som:

”en tilstand, et kvalitetsnirvana, som er nødvendig for å skape den ideelle bedriften. Denne har full kontroll med alle sine tekniske, administrative, kreative og sosiale prosesser, mens alle dens produkter tilfredsstiller kundenes og andre interessenters behov på en akseptert måte og/eller overoppfyller deres forventninger.” (Aune, 2001, s36)

•

Kvalfors (1998) definerer total kvalitet som:

en tilstand hvor man har kunnskaper om, og styring med:

- Tekniske prosesser
- Administrative prosesser
- Sosiale prosesser
- Kreative prosesser

Samtidig som kundenes behov og forventninger oppfylles (Kvalfors, 1998, s 17)

Sandholm (1995) oppsummerer forskjellen mellom kvalitet og total kvalitet på følgende måte:

<b>Element</b>	<b>Kvalitet</b>	<b>Total Kvalitet</b>
Gjelder...	Produkter, (tjenester eller varer) som er ”på hånden”	Produkter, samt alt som kan følge med produktene (tilleggstjenester)
Relateres til...	Eksterne kunder	Eksterne og interne kunder
Omfatter...	Produktenes arbeidsprosesser	Produktenes arbeidsprosesser samt alle støtteprosesser
Engasjerer...	En del mennesker i organisasjonen	Samtlige mennesker i organisasjonen
Arbeidet med kvalitet innrettes mot...	En viss del eller funksjon av organisasjonen	Samtlige deler eller funksjoner av organisasjonen
Utdannelsen innrettes mot...	Kvalitetsspesialister	Samtlige i organisasjonen

Tabell 3 – Kvalitet og total kvalitet (Sandholm, 1995, s14)

Williams (1994) sier at forskjellen på å fokusere på kvalitet og total kvalitetsledelse er i hvilken grad TKL filosofien er ”vevd” inn i organisasjonen. Kvalitetsfokus er ofte kortvarig; TKL er langvarig.

Aune(2001) legger vekt på at det i TKL – konseptet ligger en systemtankegang til grunn. En organisasjon er et system av enkeltelementer som virker i samvirke. Ledelsens oppgave blir da å se systemet som en helhet, ikke bare å gå inn å styre elementer og enkeltprosesser. Det er nødvendig med et sosialt syn på organisasjoner som innebærer at et enkeltelement i et system i likevekt kan styre seg selv mot systemets. Aune understreker likevel at systemet ikke kan fungere uten ledelse fordi systemet trenger å jobbe mot fastsatte mål, og det er ledelsens oppgave å fastlegge disse målene. Tankegangen med TKL – konseptet blir altså å lede organisasjonen, ved hjelp av definerte mål for enkeltelementene, mot det store målet som er total kvalitet. TKL kommer fra et konsept fra et konsept for kvalitetskontroll av produkter til et konsept for ledelse og styring for Business Excellence/World Class.

Foreløpig har det i denne oppgaven ikke blitt sagt mye om hva TKL – konseptet konkret dreier seg om. Vi har til nå kun sett på bakgrunnen og noe av ”filosofien” bak TKL – konseptet. For å få en dypere forståelse for TKL kan det være nyttig å prøve å definere hva TKL er. En mulig definisjon hentet fra NS – ISO 8402 er:

”En ledelsesform i en organisasjon, fokusert på kvalitet, som baseres på medvirken fra alle medarbeidere og der langsiktig suksess tilstrebes ved å oppnå kunders tilfredshet og fordeler for alle medarbeidere og for samfunnet.” (NS – ISO 8402)

Som man kan se av definisjonen over er to sentrale begreper i TKL – konseptet *engasjement fra medarbeidere* og *kundetilfredshet*. Aune (2001) peker på at i en kvalitetsstyrt bedrift omfatter TKL tre hovedoppgaver:

- Kvalitetsvedlikehold omfatter kvalitetsstyring og – sikring og dreier seg om utførelse av tildelte oppgaver etter fastlagte standarder i eksisterende prosesser. Effektivt kvalitetsvedlikehold krever kvalitetsoppmerksomme, fagutdannede medarbeidere. Kvalitetsvedlikehold er systemorientert og representerer ”ledelse for status quo”.
- Kvalitetsforbedring (kaizen) omfatter mindre forandringer i eksisterende standarder, prosesser og produkter, og krever i tillegg skoling i kvalitetstenkning og problemløsning. Antallet gjennomførte forbedringsprosjekter bestemmer forbedringstakten, og kostnadene er små.
- Kvalitetsfornyng (Kairyō) omfatter større forandringer i standarder, prosesser og produkter og ny teknologi, og er helt avhengig av et tillitsfullt og kreativt miljø, og kostnadene kan bli store.

Aune (2001) peker på at for å lede og drive en organisasjon på en vellykket måte er det nødvendig å rettlede og styre den på en systematisk og åpen måte. Fremgang kan være et resultat av å iverksette og holde ved like et styringssystem som er utviklet for kontinuerlig å forbedre driften ved å ta hensyn til behovene hos alle interesseparter. Å styre en organisasjon omfatter kvalitetsstyring sammen med andre styringsområder.

Videre bygger TKL – konseptet på fire grunnleggende forutsetninger:

- De totale kostnadene forbundet med alle typer feil og avvik er større enn kostnadene forbundet med å utvikle prosesser og å utdanne og trene medarbeidere til i størst mulig grad å unngå slike.

- Medarbeidere ønsker å gjøre de riktige tingene riktig og vil ta initiativ til forbedringer forutsatt at de får tilgang til nødvendige verktøy, gis nødvendig opplæring, og at deres ideer blir tatt alvorlig av kolleger og ledere.
- Organisasjonen betraktes som et system bestående av gjensidig avhengige elementer, og viktige problemer som oppstår, må løses av elementer i felleskap.

Toppledelsen, inkludert styret, kan ikke løpe fra sitt ansvar for kvaliteten av organisasjonens varer og tjenester.

## ***2.4 Noen modeller for kvalitet- og punktlighetsstyring i en transportorganisasjon***

I dette avsnittet vil det bli gitt noen eksempler på modeller for kvalitet- og punktlighetsstyring i transportorganisasjoner.

### **2.4.1 Tam & Hui**

I følge Tam & Hui(1996) består TQM(TKL) av de følgende seks grunnpilarene. Disse er svært sammenfallende med de åtte prinsippene for kvalitetsstyring definert i avsnitt 1.1.2. Sentralt i disse seks grunnpilarene står deres konsept med en ”intern kundeindeks” der maks skore symboliserer null feil:

#### **1. Kundefokus – ekstern og intern kunde**

Fokuset må være på kunden, både den interne og den eksterne kunden. ”...the customer is king” (Tam, Hui, 1996). Med den eksterne kunden menes sluttbrukeren, altså den som møter produktet vi leverer. Den eksterne kunden i offentlig transport er de som bruker transport fasilitetene (Tam & Hui, 1996). Mer spesifikt for jernbanedrift kan man si at den eksterne kunden er passasjerer. I en organisasjon som NSB er det altså få av de ansatte som har direkte kontakt med den eksterne kunden. Det er derfor viktig også å fokusere på den interne kunden. I følge (Tam & Hui) består konseptet med en indre kunde at man identifiserer kunde – leverandør relasjonen i en organisasjon.

Organisasjonen kan øke sin effektivitet og yteevne ved å oppfordre de ansatte til å se seg selv i en kunde – leverandør med de andre ansatte i organisasjonen, lenket sammen i en kjede som strekker seg fra det indre av organisasjonen til den ytterste, eksterne kunde (Tam & Hui, 1996, forfatterens oversettelse)

Den indre kunden er den ansatte i organisasjonen som har et kunde – leverandørforhold til andre ansatte. Som nevnt ovenfor er det et veldig lite antall av de ansatte i en transportbedrift som er i kontakt med den eksterne kunden. Derfor er det særdeles viktig å fokusere både på den interne og den eksterne kunden. Den interne kunden må tilfredstilles før man begynner å snakke om å tilfredsstille den eksterne kunden, hvis ikke kan man få et misforhold mellom forventninger eksternt og kapasitet internt.

#### **2. Total engasjement – alle ledd og nivå i organisasjonen må involveres**

Det andre elementet i Tam & Huis seks grunnpilarer i TQM er å involvere alle ledd og nivå i organisasjonen. Med andre ord må ikke bare ledelsen involveres i forbedringsarbeid, men også de som kjenner prosessene best; arbeiderne. Alle i organisasjonen er ansvarlig for kvaliteten på deres del. Ingen vet bedre hvordan arbeidet skal utføres og hvordan det kan forbedres enn den som utfører arbeidet til daglig, ikke ledelsen. Tam & Hui (1996) har derfor valgt i sin studie å se på såkalte

”frontline workers” fordi de står for *prestasjonsnormen*. ”Fronline workers” inkluderer lokførere og ombordpersonale, stasjonspersonale, togledelsen og planleggere.

### 3. Mål

Det må defineres klare kvalitetsmål for hele organisasjonen, og det bør etableres standarder for hvordan de kan måles. (Tam & Hui, 1996) Som nevnt tidligere er det ingen som kjenner jobben bedre enn de som utfører den daglig, dermed bør det også måles nærmest mulig oppgaven. Målene bør være kvantitative, ikke kvalitative, og standarder basert på fakta og data istedenfor antagelser.

### 4. Systematisk støtte

Alle ledd i organisasjonen må støtte opp om initiativet til bedre kvalitet. Videre må det gjøres på en systematisk måte, gjerne etter fastsatte standarder som nevnt under punkt 3.

### 5. Kontinuerlig forbedring

Tam & Hui sier at målet med TQM er at selv om kundene er fornøyde med måten de blir ytt service til på, må man likevel fortsette å lete etter en bedre måte. Kontinuerlig forbedring kan opprettholde en eventuell konkurransefordel som man har i en organisasjon.

### 6. Anerkjennelse og belønning

Et suksessfullt kvalitetsprogram bør inkludere et belønningssystem for å anerkjenne ansattes kvalitetsforbedringer (Tam & Hui, 1996). Både anerkjennelse og belønning har en sterk motiverende effekt på de ansatte.

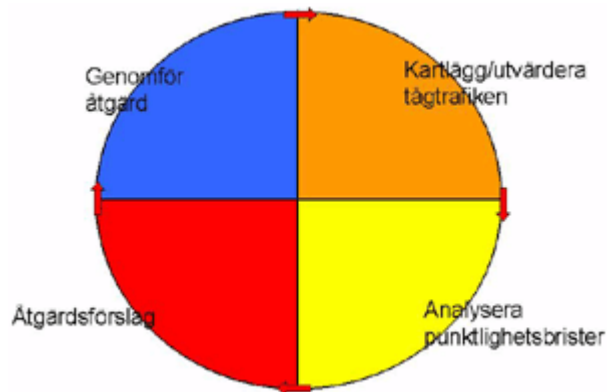
## 2.4.2 Kvalitetsledelse i Banverket, PULS Modellen

I 1998 startet Banverket i Sverige et samarbeidsprosjekt med SJ og Tågtrafikledningen med formål å minske togforsinkelsene. Prosjektets fik navnet PULS (Punktlighet i Samverkan). Målet med prosjektet var først og fremst å endre alle medarbeideres holdning til forsinkelser, men tanken var også at metoder og verktøy skulle testes for å analysere forsinkelser og få togene til å gå på rett tid (Nilson et. al., 2003). PULS er en del av det punktlighets- og kvalitetsarbeidet som til enhver tid foregår hos Banverket og operatørene. Operatørene arbeider til enhver tid med punktlighetsøkende oppgaver som de selv eier og påvirker, mens Banverket driver sitt eget punktlighetsarbeid. I følge Banverket (2005) er PULS det forum der hvor operatørene og Banverket kan diskutere spørsmål i fellekap.

*”PULS – gruppens oppgave er å gjennom samarbeid og felles innsats å identifisere og finne løsninger på problem som påvirker punktligheten negativt. Det kan være alt i fra omfattende feil som hører sammen infrastrukturen, til små detaljer i det operative arbeidet som innvirker på punktligheten.”*  
Banverket (2005)

Som basis for PULS – gruppens arbeid ligger det såkalte kvalitetshjulet. Statistikk og andre kilder brukes for å beskrive for hva som har hendt, avvikene analyseres, forslag til forbedringer kommer fram, korrigeringer utføres og erfaringene koples tilbake til det pågående arbeidet (Banverket, 2005).

Regionalt finnes det fem PULS – grupper, en i hvert trafikkdistrikt innen Banverket i tillegg til et antall lokale grupper. De regionale gruppene rapporterer regelmessig til en såkalt beredningsgrupp som i sin tur rapporterer til ledelsen i PULS.



Figur 3 - PULS modellen i Banverket ([www.banverket.se](http://www.banverket.se))

### 2.4.3 Punktlighetsmodell, British Rail<sup>1</sup>

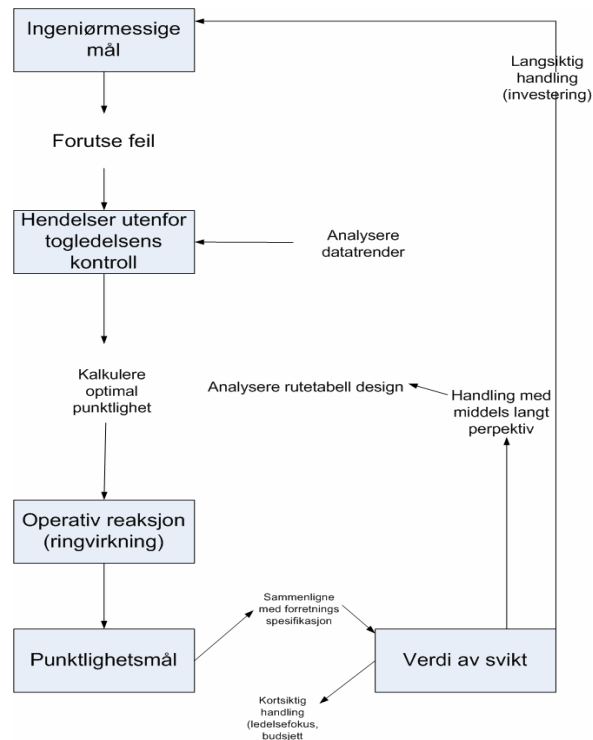
McTavish & Maidment (1989) beskriver i en artikkel en punktlighetsmodell som ble utviklet i 1989 for tidligere British Rail. De følgende komponentene er inkludert i denne modellen:

- Frekvensen og typen feil som sannsynligvis oppstår gitt type materiellturnering og infrastruktur
- De tilfeldige forstyrrelsene som sannsynligvis oppstår, utenfor ledelsens kontroll
- Kompleksiteten til rutetabellen og i hvilken grad forstyrrelser i et område blir overført til andre områder

Proessen er illustrert i Figur 4. McTavish og Maidment (1989) sier at man på basis av denne modellen kan kalkulere det sannsynlige realistiske punktlighetsmålet, gitt karakteristikker ved en spesiell rute og sammenligne dette med forretningspesifikasjonen som er gitt. Hvis det realistiske målet avviker fra spesifikasjonen, kan konsekvensen av avviket bli kalkulert, og betydningen av handling fra ledelsen for å korrigere for avviket bli vurdert.

---

<sup>1</sup> Privatisert og splittet opp i perioden 1994 - 1997



Figur 4 - Punktlighetsmodell, BR

## 2.5 Metoder og verktøy

Innen fagområdet kvalitetsledelse, finnes det mange ulike verktøy som man kan benyttes i en forbedringsprosess. Mange av verktøyene er kjente for de fleste som har vært innom fagområdene statistikk eller prosesskontroll, og til dels andre fagområder. Det kan likevel være på sin plass å gi en kort oversikt over de viktigste verktøyene som er tilgjengelig og hvordan de brukes i praksis. I følge Andersen & Fagerhaug (2000) finnes det sju standard verktøy innen TKL. De er fundamentet som de fleste andre verktøy har blitt bygd på. Disse sju verktøyene er Kontrolldiagram, Pareto diagram, Trenddiagram, Fiskebensdiagram, Histogram, Spredningsdiagram og Flytskjema. Andersen (1999) foreslår en hovedgruppering av disse verktøyene etter om de passer best i gruppen for problemforståelse<sup>1</sup>, problemanalyse<sup>2</sup>, eller i gruppen for prosessforbedring<sup>3</sup>. Hovedfokuset for denne oppgaven vil ligge på prosessforbedring derfor vil verktøyene gruppert under denne kategorien tillegges størst vekt, men det sees likevel som nødvendig å gjøre en kort oppsummering av verktøy gruppert under problemforståelse og problemanalyse. Grunnen til det er at denne kategoriseringen av verktøy ikke er absolutt; det vil si at mange av verktøyene er mulig å bruke på mange ulike områder. Målet med å gi denne oversikten over verktøy er ikke å gi en 'kokebok oppskrift' på hvordan man kan bruke de, men heller å vise bruksområde og funksjon.

### 2.5.1 Problemforståelse

Andersen (1999) nevner fire sentrale metoder i kategorien problemforståelse. Disse er:

- a) Pareto diagram
- b) Kritisk Hendelse

<sup>1</sup> Problem understanding process

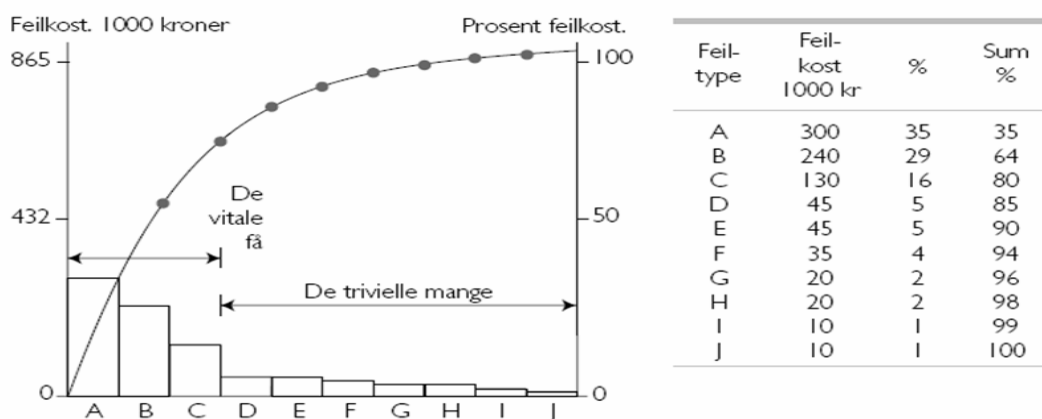
<sup>2</sup> Problem analysis

<sup>3</sup> Process improvement

c) Kontrollblad<sup>4</sup>

a) Pareto diagram

Et Pareto diagram er basert på det såkalte Pareto prinsippet, formulert av den italienske matematikeren Vilfredo Pareto på 1800 tallet (Rolstadås, 1995). Paretos påstand var at 20 % av befolkningen hadde 80 % av rikdommen. Andersen (1999) sier at Pareto prinsippet oversatt til dagens kvalitetsterminlogi, innebærer at rundt 80 % av alle virkninger skyldes rundt 20 % av årsakene. Mer spesifikt kan man da si at rundt 80 % av kostnadene knyttet til dårlig kvalitet, stammer fra 20 % av alle årsakene (Andersen, 1999). Et Pareto diagram er et grafisk verktøy som har til hensikt å identifisere disse viktige 20 prosentene. Diagrammet viser årsakene til et problem sortert etter alvorlighetsgrad, hyppighet, kostnad, ytelsesnivå osv. Et eksempel på utformingen av et slikt diagram er vist i Figur 5. For utdyping av trinnene for å utvikle et slikt diagram henvises det til Aune (2001), eller Andersen (1999)



Figur 5 - Eksempel på Pareto diagram (Aune, s 145, 2001)

Det er verdt å merke seg at Pareto diagrammet også inkluderer en kurve for kumulativ viktighet. I følge Andersen (1999) kan dette diagrammet, forutsatt at det er utformet på rett måte, gir oss svar på spørsmål som: ”hva er de to-tre hovedårsakene til den lave ytelsen til denne prosessen?” ”hvor stor del av kostnadene skyldes de viktigste årsakene?”. Svarene hjelper oss å dirigere forbedringsinnsatsen i den retningen det trengs mest.

b) Kritisk hendelse

Kritisk hendelse kan beskrives som en teknikk for å hjelpe til med å identifisere en prosess, delprosess, eller et problem område som bør bli forbedret (Andersen, 1995). Teknikken bygger videre på åpenhet, noe som forutsetter at man viser den rette holdning ved informasjonssamling. Følgende tre trinn oppsummerer grunntrekkene i denne teknikken:

1. Deltakerne til analysen blir valgt på grunnlag av hvilken prosess man ønsker å forbedre.
2. Spørsmål som
  - Hvilken hendelse sist periode var mest vanskelig å takle?
  - Hvilken hendelse forårsaket de største problemene med hensyn på å opprettholde kundetilfredsstillelse?
  - Hvilken hendelse kostet mest?
3. Svarene blir sortert og analysert basert på de antall gangene de forskjellige hendelsene har blitt nevnt. Målet er å finne den mest kritiske hendelsen, og finne årsaken til den.

<sup>4</sup> Check sheet

### c) Kontrollblad

Et kontrollblad brukes for å registrere data i en innsamlingsprosess. En av hovedbruksområdene er å registrere hvor ofte forskjellige problemer eller hendelser oppstår (Andersen, 1995). Diagrammet gir verdifull informasjon om problemområder eller mulige feilårsaker, og ligner på Pareto diagram i at den gir oss informasjon om hvor vi bør rette hovedfokus i en forbedringsprosess. Et eksempel på et kontrollblad er vist i Figur 6.

Problem	Uke 1	Uke 2	Uke 3	Total hyppighet pr problem
A	8	7	12	27
B	2	1	1	4
C	1	12	10	23
D	17	23	13	53
E	2	4	3	9
F		1	1	2
G			2	2
H	6	7	1	14
Totalt antall problem pr uke	36	55	43	134

Figur 6 – Eksempel på kontrollblad (fritt etter Andersen(1999))

Andersen (1999) sier at en av fallgruvene ved bruk av kontrollblad er at man ”finner det man leter etter”. Det vil si at hvis man kun leter etter de forhåndsbestemte problemkategoriene står man i fare for å overse andre problemer som oppstår fordi man kun leter etter visse problemer.

### 2.5.2 Problemanalyse

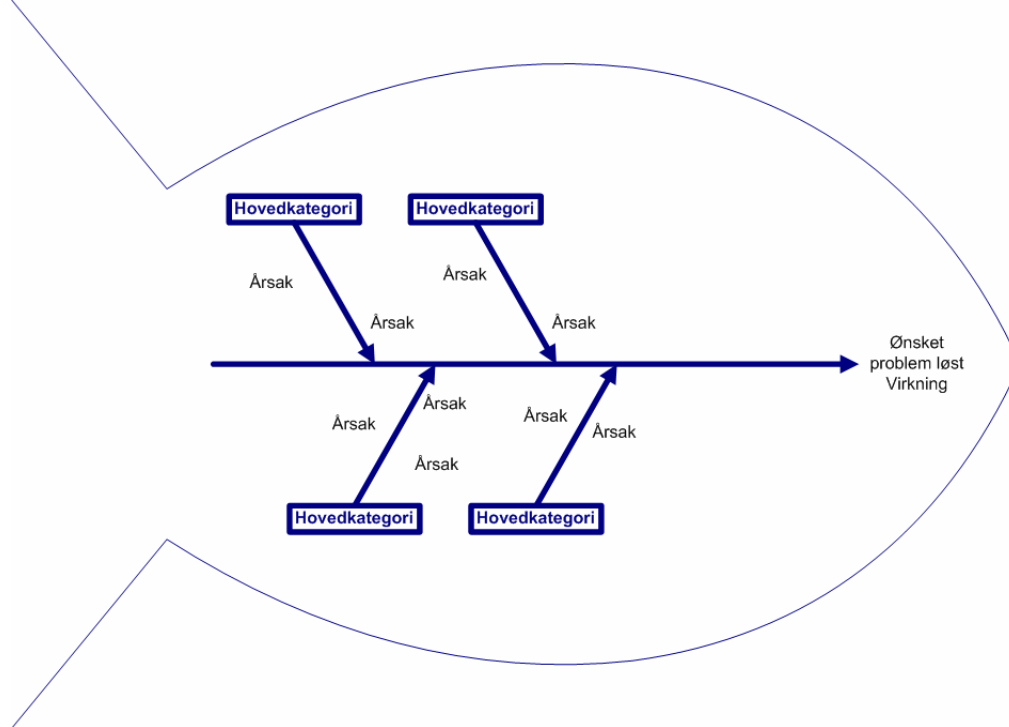
Etter Andersen (1999) kategorisering av verktøy befinner vi oss nå under verktøy for problemanalyse. Det som kjennetegner denne kategorien av verktøy er at vi nå begynner å lete etter spesifikke problemårsaker og eventuelle løsninger til disse. Det er viktig å merke seg at selv om det blir gjort et forsøk på å kategorisere de ulike verktøyene, går mange av de over i hverandre. Det vil for eksempel si at de både kan brukes i en problemforståelse og – analyse fasen, samt i en forbedringsprosess. Motivet med en slik kategorisering blir da å gi en bedre oversikt over verktøyene. Metoder som kommer til å bli behandlet i denne kategorien er:

- a) Årsak/ Virkning Diagram
- b) Rotårsakanalyse
- c) Spredningsdiagram
- d) Lineær regresjonsanalyse
- e) Trenddiagram
- f) Histogram

#### a) Årsak/ Virkning Diagram

Andersen (1999) nevner at det finnes flere ulike typer Årsak/ Virkning Diagram. I denne oppgaven kommer vi til å nøye oss med å se på det såkalte fiskebeinsdiagrammet. Diagrammet har fått sitt navn etter at det av utseende kan minne om et fiskebein. Diagrammet er også kjent under navnet Ishikawa – diagram etter den japanske professoren som utviklet teknikken (Aune, 2001). Målet med dette diagrammet er å få frem sammenhengen mellom uønskede virkninger og deres årsaker. Årsak/Virkning diagrammet kan også brukes til å blant annet å beskrive faktorer som påvirker prosesser.

En oversikt over strukturen for et slikt fiskebensdiagram er vist i Figur 7. Mulige hovedkategorier for fysiske prosesser som går inn til ”ryggraden” på fisken betegnes ofte de fem M-ene (Aune, 2001); *menneske, maskin, metode, materialer og miljø*. Andersen (1999) nevner spesielt for serviceprosesser at man kan ha tradisjonelle hovedkategorier som *menneske, prosesser, rammeforhold, arbeidsmiljø*. For en nærmere beskrivelse av framgangsmåten for å konstruere diagrammet vises det til Aune (2001) eller Andersen (1999).



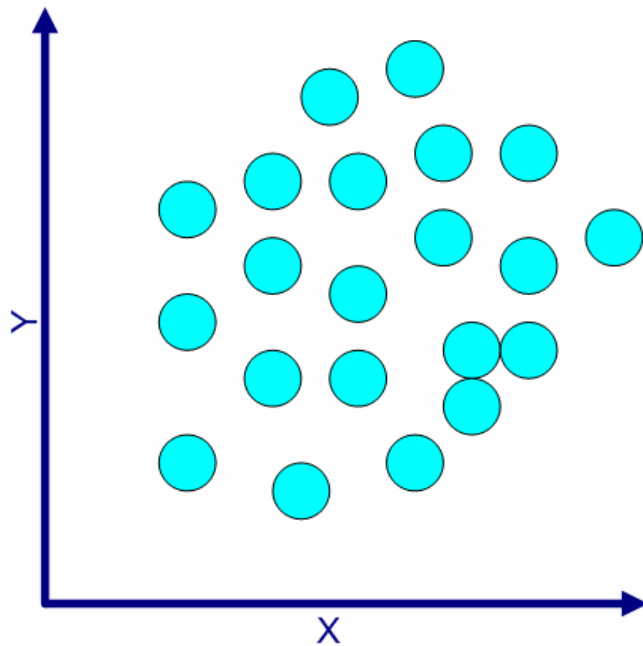
Figur 7 – Strukturen for et fiskebensdiagram etter Andersen (1999)

## b) Rotårsaksanalyse

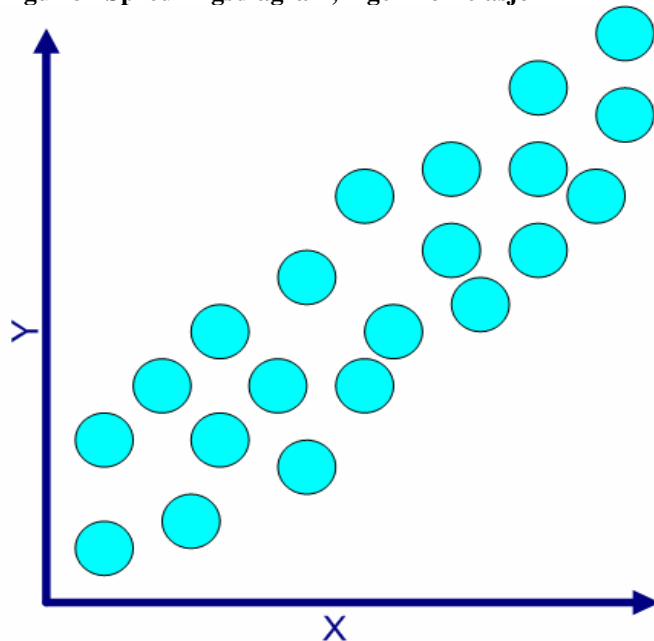
Teknikken for rotårsaksanalyse kalles ofte ”hvorfør hvorfør” diagram og gir på en systematisk måte grunnen til *hvorfor* det gikk galt (Aune, 2001). Det finnes et tilsvarende ”hvordan hvordan” diagram basert på samme systematikk. Hovedforskjellen mellom de to variantene er at et ”hvorfør hvorfør” diagram er til størst nytte i analysefasen av et problem, mens ”hvordan hvordan” diagrammet gir størst effekt i løsningsfasen av problemet. En vanlig måte å konstruere slike diagram på er å jobbe med forskjellige nivåer. Det vil si at man starter med hovedproblemet for så å gå nivå for nivå nedover ved hvorfor eller hvordan, til man står igjen med noen hovedårsaker.

## c) Spredningsdiagrammer

Et spredningsdiagram kan brukes til å vise en eventuell sammenheng mellom to variabler. Variablene kan være prosessætrekk, prestasjonsmål, eller andre forhold, og måles vanligvis ved spesifikke tidsintervall (Andersen, 1999). En sammenheng mellom to variabler kan for eksempel være at hvis den ene stiger så synker den andre, eller omvendt. Likevel kan det være vanskelig å si at det finnes en sammenheng mellom to variabler selv om det tegner seg en tendens. Andersen (1999) nevner at slike tendenser kan skyldes en tredje variabel. Derfor er det viktig å undersøke variablene nærmere hvis det tegner seg en tendens til korrelasjon mellom variablene. Eksempler på spredningsdiagram med ingen korrelasjon og sterk positiv korrelasjon er vist i henholdsvis Figur 8 og Figur 9.



Figur 8 - Spredningsdiagram, ingen korrelasjon



Figur 9 - Spredningsdiagram, sterk positiv korrelasjon

Den typen spredningsdiagram for å se på sammenhengen mellom to variabler, kalles også noen plasser kryssplott (Veiseth et al. 2003). Det går også an å se på sammenhengen mellom to variabler i to tidsrekker. I denne oppgaven blir denne typen spredningsdiagram kalt krysskorrelasjonsplott. Den siste typen som kommer til å bli nevnt her er autokorrelasjonsplott, som kan brukes for å avdekke sammenhenger mellom ledd i en tidsrekke.

#### d) Lineær Regresjonsanalyse

Hvis man har et antall data fra to variabler kan man ved hjelp av det som kalles regresjonsanalyse trekke konklusjoner om forholdet mellom de to (Draper & Smith, 1966). Den mest enkle formen regresjonsanalyse har man viss man antar at det eksisterer et lineært forhold mellom to variabler. Et enkelt eksempel på et lineært forhold mellom variabler er

Ohms lov,  $(1.2) I = V/R$ , som sier at hvis vi holder motstanden  $R$  konstant, varierer strømmen  $I$ , direkte med spenningen  $V$  (Draper & Smith, 1966).

Regresjonsanalyse består altså på grunnlag av dataene fra for eksempel figur 8, tegne en regresjonslinje for  $Y$  på  $X$  med noe som kalles minste kvadraters metode. Den linja er den som minimer kvadratsummen av feilene, eller sagt på en annen måte er regresjonslinja den som minimerer kvadratsummen av de loddrette avvikene mellom linja og  $y -$  ene. Linja har generelt formelen:

$(1.3) y = a_1x_i + b_1$ , der  $a_1$  er det såkalte stigningstallet,  $b_1$  er det punktet hvor denne linjen skjærer  $y$ -aksen<sup>1</sup>,  $x_i$  er en tilfeldig  $x$  verdi fra datamaterialet, og  $y$  den predikerte  $y$  verdien.

Med unntak av hvis det finnes en perfekt korrelasjon mellom det to variablene, som i eksempelet over for (1.2), vil ikke regresjonslinjen gå gjennom alle plottene, og det vil følgelig knyttes en viss feil til forutsigelsen. En annen viktig term i denne sammenhengen er den *lineære korrelasjonskoeffisienten*, heretter kalt  $r$ . Dette er en måte å uttrykke hvor numerisk nært regresjonslinjene til to relaterte variabler  $X$  og  $Y$  passer de observerte materialet (Smith, 1986). Denne lineære korrelasjonskoeffisienten er enten en positiv eller negativ verdi mellom  $+1$  og  $-1$ . Hvis verdien er null finnes det ingen korrelasjon mellom verdiene, og hvis verdien er  $+1$  eller  $-1$ , finnes det en perfekt korrelasjon mellom verdiene. Smith(1986) foreslår følgende grove guide til tolkningen av den numeriske verdien for  $r$ :

$ r =0,8$	Sterk korrelasjon mellom $X$ og $Y$ som kan antas å være fullstendig avhengige av hverandre.
$0,8> r >0,2$	Korrelasjon mellom $X$ og $Y$
$ r =0,2$	Svak korrelasjon mellom $X$ og $Y$ som kan antas uavhengig av hverandre

**Tabell 4 – Tolkning av korrelasjonsfaktor**

Sammenhengen mellom  $r$  og regresjonslinja er at  $r^2$  er andelen av variasjon i  $y -$  verdiene som forklares av regresjonslinja.

Det bør også nevnes at det finnes ikkelineære korrelasjoner. Det betyr at selv om man har  $|r|$  verdi som er mindre enn  $0,2$  noe som etter Tabell 4 burde antyde en liten lineær korrelasjon mellom  $X$  og  $Y$ , kan man likevel ha en sterk korrelasjon på en ikke lineær form.

## e) Trenddiagram

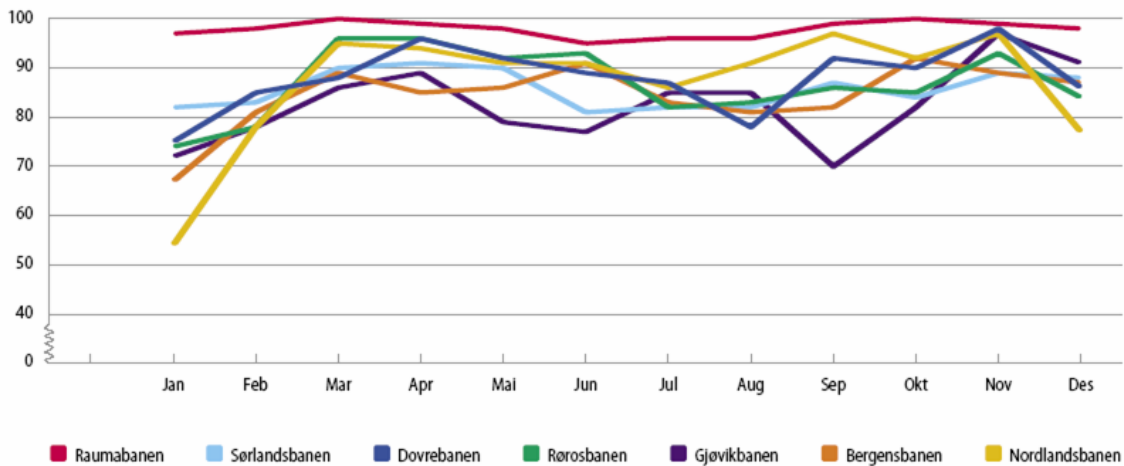
En relativt enkel måte å visualisere en prosess utvikling over tid kan gjøres ved hjelp av et såkalt trenddiagram. Jernbaneverket (2003a) fremstiller for eksempel punktligheten over tid for ulike banestrekninger slik vist i Figur 10.

<sup>1</sup> Kan sees ved å sette  $y = a_1(0) + b_1 \equiv y = b_1$

## Strekningsvis punktlighet

### Persontog - 2003

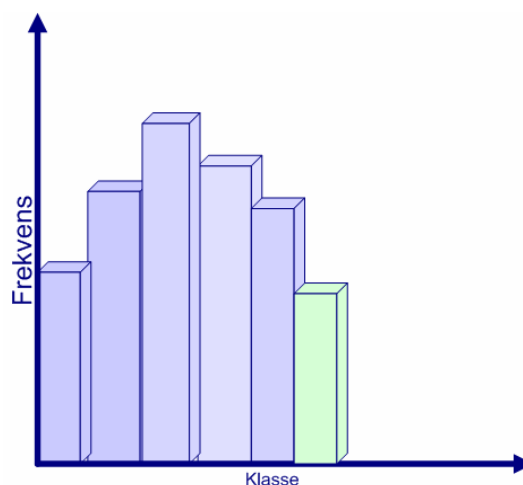
% i rute til endestasjonen (i rute = 0 – 5 min forsinket)



**Figur 10 – Strekningsvis punktlighet hentet fra Punktlighetsrapport 2003 (Jernbaneverket 2003a)**  
Trendiagrammet i Figur 10 avslører først og fremst om prosessen viser en negativ eller positiv trend over tid. En annen å måte bruke trendiagrammet er å se om det er en tendens til at en trend, eller variasjon, gjentar seg i samme periode. Et eksempel på dette kan være å se om forsinkelse til endestasjonen øker i høytider. Dette kan være svært nyttig når man søker årsaken til et problem.

## f) Histogram

Et histogram gir informasjon om variasjoner og sentrering i et observasjonsmateriale. Det kan også gi en som har kunnskaper om den virkelighet det gjenspeiler, viktig informasjon om hva som er skjedd (Aune, 2001). Måleenheten i et histogram kan være det meste, alt fra lengde til kostnader. Histogrammets fordel er at det i motsetning til et tradisjonelt tabellformat, gir oss mulighet til å se mønster og sammenhenger i datamaterialer. Diagrammet består av et antall klasser med en gitt bredde, avhengig av datamateriale. Et eksempel på et enkelt histogram er vist i Figur 11.



**Figur 11 – Histogram**

Ideelt sett, vil et histogram gi et bilde av variasjonen i datamaterialet samtidig som den gir et fornuftig detaljeringsnivå (Andersen, 1999). Likevel kan man oppleve et avvik fra dette ideelle tilfellet ved at man for eksempel har for få klasser. At man har definert for få klasser vil føre til at man får veldig få stolper lite egnede for å avsløre et mønster i datamaterialet. Analogt kan man si at med for mange klasser vil det også være vanskelig å bestemme et mønster på grunn av tomme klasser. Man vil da oppleve det Andersen (1999) kaller en ”kamform” på histogrammet.

Det er også mulig å se en sammenheng histogram og statistisk prosesskontroll som blir presentert i avsnitt 2.4.4 a). Histogrammet kan avsløre permanente avvik i prosessen som ikke nødvendigvis kommer frem i statistisk prosesskontroll, der man driver en kontinuerlig overvåkning av prosessen. Det er særlig formen på histogrammet som kan gi oss informasjon om problemer ved prosessen. Andersen (1999) nevner fem typiske mønster som være en indikasjon på hva slags prosess det er snakk om:

- Et mønster med en klar topp viser middelveidien til prosessen. Man kan definere om prosessen er god eller dårlig avhengig av hvor mye den varierer rundt denne middelveidien.
- Plasseringen av middelveidien, eller toppen, sier noe om hvor god prosessen er. Hvis middelveidien ikke er sentrert i histogrammet er det heller ikke en god prosess.
- Et histogram med to toppe kan enten skyldes at dataene stammer fra to ulike kilder, eller at middelveidien har endret seg under innsamlingen av data.
- Et histogram som ”stopper” brått ved toleransegrensene kan skyldes at det er foretatt en kontroll og data som ligger utenfor toleransegrensene har blitt fjernet.
- Den tidligere nevnte ”kamformen” kan også være et resultat av problemer med måleutstyret. Hvis måleutstyret er ute av stand til å registrere verdier innenfor de definerte klassene, bør målestrategien tenkes gjennom på nytt.

### 2.5.3 Prosessforbedring

Verktøyene presentert under 2.5.1 Problemforståelse og 2.5.2 Problemanalyse har også vært rettet mot forbedring av prosessen, men de verktøyene som blir presentert i dette avsnittet kan sies å være mer direkte rettet mot prosessforbedring.

Metoder eller verktøy som blir presentert i dette kapitlet er:

- a) Statistisk prosesskontroll/kontrolldiagram
- b) Benchmarking

#### a) Statistisk prosesskontroll/Styringsdiagram

Hensikten med statistisk prosesskontroll er å klassifisere variasjonen i prosessen etter om den er *chronic*<sup>1</sup> eller *sporadic*<sup>2</sup>, for å gjøre lettere videre forbedring av prosessen (Andersen, 1999). Mer praktisk kan det sies at hensikten med statistisk prosesskontroll er å bruke det at resultatene fra en prosess normalt vil falle innenfor noen grenser. Dette prinsippet kan brukes for å overvåke og videre forbedre prosessen.

Før man går videre inn i området statistisk prosesskontroll kan det være nyttig å repetere noen grunnleggende statistiske prinsipper.

- Uttrykket for *forventningsverdien* til en prosess er:

---

<sup>1</sup> Av Aune(2001) kalt tilfeldig variasjon – noe som er iboende i prosessen

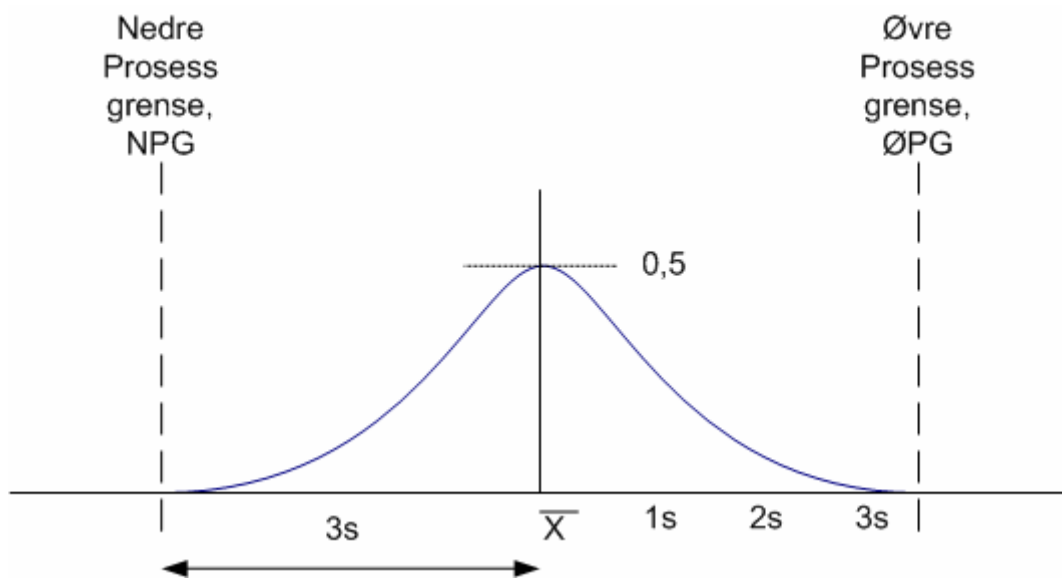
<sup>2</sup> Av Aune(2001) kalt systematisk variasjon – skyldes eksterne forhold

$$(1.4) \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

- Utrykket for *standardavviket*, det vil si hvor stor variasjon vi kan forvente i en prosess, er:

$$(1.5) s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

Hvis målingene er jevnt fordelt rundt forventningsverdien, kan man bruke en normalfordeling til å beskrive prosessen. Dette er ofte tilfellet for stabile prosesser (Andersen, 1999). Et eksempel på en normalfordeling med øvre og nedre prosessgrense er vist i Figur 12.



Figur 12 - Prosessgrenser i et prosessdiagram

Normalfordelingen krysser x-aksen i to punkt, disse er punktene er tre standardavvik til høyre og til venstre for forventningsverdien. Dette betyr i praksis at sannsynligheten for å få en verdi som er mindre enn forventningsverdien minus tre standardavvik eller større enn forventningsverdien pluss tre standardavvik, er tilnærmet null. Dette kan også sies å være det grunnleggende kjennetegnet ved en normalfordeling. Arealet under kurven er 1. Siden alle resultater fra en prosess som følger denne fordelingen forventes å falle innenfor seks standardavvik, kan data som faller utenfor dette området betegnes som *sporadic*.

Kvaliteten til en prosess kan sies å være bedre dess smalere *chronic* variasjon er (Andersen, 1999). Statistisk prosesskontroll blir brukt til å redusere den naturlige variasjonen og rapportere overhyppighet av *sporadic* variasjon. Men før vi kan gjøre endringer med prosessen må den være stabil (under kontroll), det vil si at vi har en konstant forventningsverdi og variasjonsbredde.

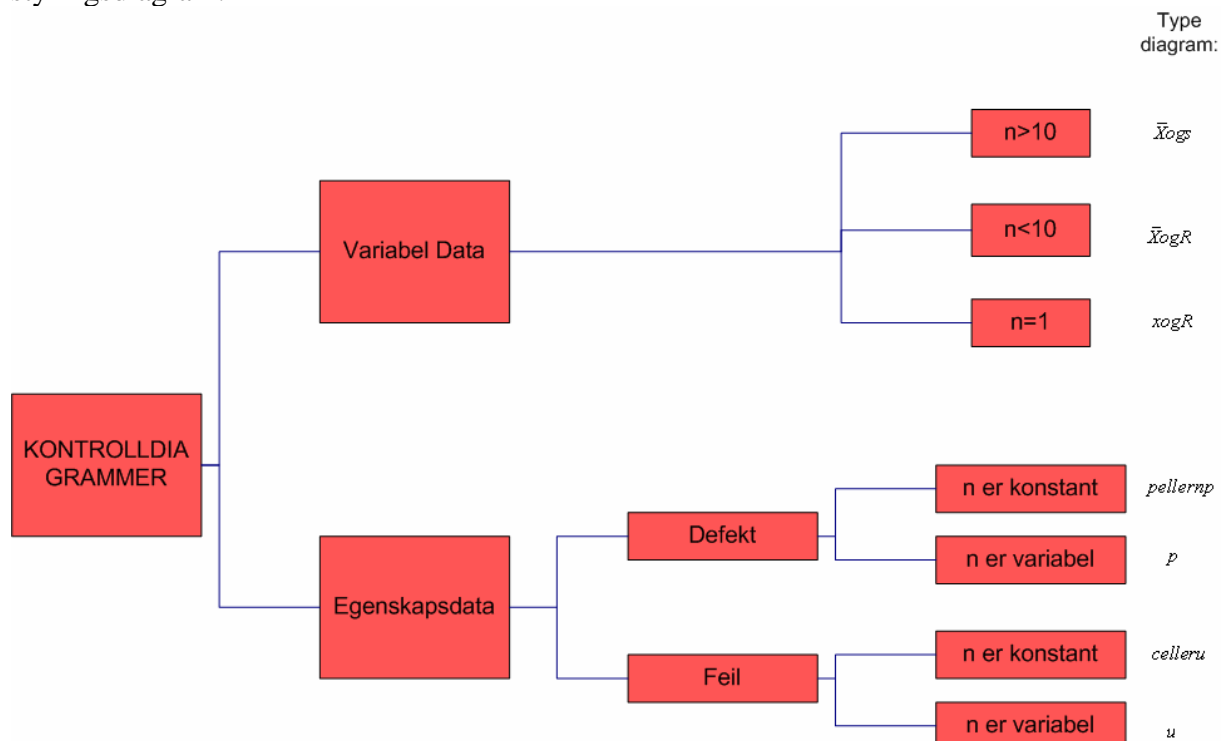
Imidlertid har diagrammet vist i Figur 12, som forutsetter normalfordelte resultater, to svakheter. Den første svakheten kan rett og slett være at verdiene vi har målt ikke er rimelig normalfordelt, med andre ord at de utregnede grensene for variasjonsvidden er usikre. Den andre svakheten er at vi kan fortsatt få verdier som ligger innenfor grensene for variasjonsvidden lenge etter at prosessens sentring og/eller variasjonsvidden har endret seg. Løsningen på disse svakheterne kan i følge Aune(2001) være å bruke et diagram med gruppemidler istedenfor for enkeltverdier. I følge Andersen (1999) vil middelverdien av

grupper trukket ut av en hvilken som helst statistisk fordeling alltid være tilnærmet normalfordelt. En annen fordel er at et diagram basert på middelverdiene av grupper er mer følsomt for systematiske endringer i prosessens sentrering enn et diagram basert på enkeltverdier. Dermed kan vi ved å bruke et diagram basert på gruppemidler unngår de to svakhetene nevnt tidligere. De grensene vi får ved å beregne  $(1.6) \bar{X} \pm 3s_x$ , kalles øvre og nedre *kontrollgrense*.

Andersen(1999) sier at det er viktig å skille mellom to typer data for å bestemme hvilken type styringsdiagram man trenger å bruke:

- Variabel data – data som kan måles på en kontinuerlig skala og med rimelig høy nøyaktighet.
- Egenskapsdata – variabler som blir målt ved å telle og klassifisere ikkemålbare karakteristikk. Det vil si for eksempel brun/rød, akseptabel, ikke akseptabel, osv.

Etter denne todelingen av type data er det mulig å konstruere følgende fordeling av bruk av styringsdiagram:



Figur 13 - Type styringsdiagram og når man bruker dem (Fritt etter Andersen, 1999, s126)

Kvaavik (2004) nevner i sin "Forbedringsarbeid – bruksanvisning 2.0" to typer styringsdiagram man kan bruke for å omgå antagelsen om at de aktuelle dataene er normalfordelte. De to styringsdiagrammene kalles henholdsvis  $XmR$  og  $R$  styringsdiagrammer. I et  $XmR$  styringsdiagram modifierer man øvre og nedre prosessgrense etter følgende formel:  $(1.7) \bar{X} \pm 3\bar{R}/d_2$ , der  $\bar{R}$  er gjennomsnittet av alle målingene og  $d_2$  er en faktor som finnes i de fleste lærebøker i statistikk.  $R$  styringsdiagrammet brukes for å overvåke utviklingen av variasjonsbredden med den hensikt å fange opp at prosessens signaler vises i styringsdiagrammet (Kvaavik, 2004).  $\bar{R}$  modifieres i dette tilfellet med en faktor  $d_4$ , som også kan finnes i lærebøker i statistikk.

## b) Benchmarking

Fearnley (2004) beskriver benchmarking som: ”en strukturert læringsprosess som har potensial til å heve kvaliteten, effektiviteten og bærekraften i samferdselssektoren.” Videre nevnes det at både private transportselskaper og offentlig kommunikasjon kan ha nytte av den systematiske tilnærmingen benchmarking er, som et redskap til å forbedre seg på en rekke ulike områder (Fearnley, 2004). Karlöf (1993) sier om benchmarking at det er: ”en kontinuerlig og systematisk prosess for å sammenlikne vår egne effektivitet i form av produktivitet, kvalitet og arbeidsprosess med de bedriftene og organisasjonene vi identifiserer som *de beste*”, (Karlöf, 1993, s 11). Han sier også at det finnes tre ulike typer benchmarking:

- Intern; sammenligning innen egen virksomhet
- Ekstern; sammenlikning med likeartet ekstern virksomhet
- Funksjonell; sammenlikning mellom funksjoner eller prosesser i ulike bransjer

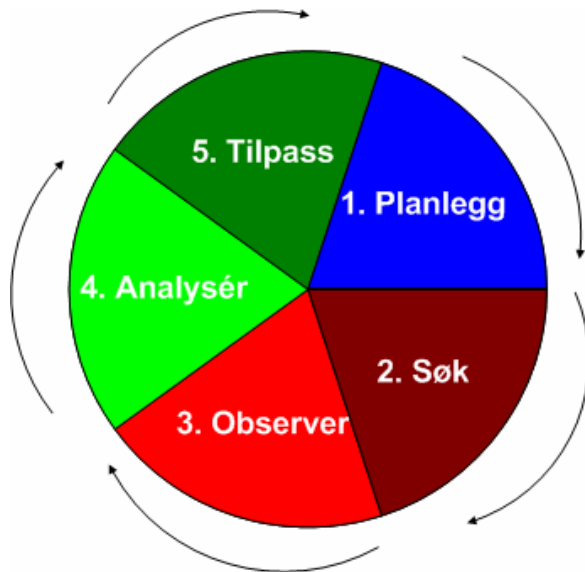
Andersen & Pettersen (1995) bruker følgende definisjon om benchmarking: ”Benchmarking er prosessen med kontinuerlig å måle og sammenlikne sine forretningsprosesser mot tilsvarende prosesser i ledende organisasjoner for å få informasjon som kan hjelpe organisasjonen å finne og gjennomføre forbedringstiltak” (Andersen & Pettersen, 1995, s 14).

Karlöf (1993) trekker fram at fra et kvalitetsaspekt kan benchmarking anvendes til flere formål eksempel *kundeopplevd kvalitet, normkvalitet, organisasjonsutvikling* etc. Videre nevnes det at en Benchmarking innefor kundeopplevd kvalitet kan fokuseres på en eller flere av følgende områder:

- Kunderelasjoner
- Kundetilfredstillelse
- Konkurrentsammenligninger; hvordan identifiserer benchmarkingspartneren misfornøyde kunder i forhold til andre i samme bransje

Både Andersen & Pettersen (1995) og Fearnley (2004) trekker frem viktigheten av å ikke bare sammenligne nøkkeltall, men også prosesser. Benchmarking er som trukket fram i noen av de tidligere nevnte definisjonene en strukturert prosess der det sentrale er å lære av andre og lære ”av seg selv”. Fordi om selve benchmarkingen kan være sammenligning av nøkkeltall, er målet i seg selv å lære noe av andre (Fearnley, 2004).

Når det gjelder selve benchmarkingsprosessen finnes det mange ulike måter å gå frem på. De bør som tidligere nevnt ha samme mål om å lære andre, men er ofte justert i forhold til bransje og foretak. Andersen & Pettersen (1995) foreslår en modell for benchmarkingsprosessen, det såkalte *benchmarkingshjulet*. Dette hjulet, eller prosessen, er utformet basert på en studie av omtrent 40 ulike benchmarkingsprosesser.



- 1. Planlegg:** Velg og dokumenter prosessen som skal benchmarkes.
- 2. Søk:** Identifiser hvem som utfører prosessen som skal benchmarkes.
- 3. Observer:** Kartlegg og analyser hvordan benchmarkingspartneren utfører prosessen.
- 4. Analysér:** Analyser årsaker til gap i prestasjoner.
- 5. Tilpass:** Implementer forbedringstiltak basert på analysen.

Figur 14 – Benchmarkingshjulet med de fem ulike trinn (Andersen & Pettersen, 1995)

Fearnley (2004) nevner likevel at man må være forsiktige med benchmarking, spesielt i samferdselssektoren. Grunnen til det er at Benchmarking ikke nødvendigvis tar hensyn til rammebetingelsene eller konteksten, som foretaket opererer i. Det er mulig at en jernbaneoperatør i Sveits ville være en bra Benchmarkingspartner for NSB på grunn av lignende topografiske forhold i landene, men det betyr ikke nødvendigvis at de to operatørene opererer under samme rammevilkår på andre områder.

#### 2.5.4 Andre metoder for forbedring av oppfattet kvalitet

I det forrige avnittet ble det presentert en del metoder og verktøy som kan brukes i en forbedringsprosess, for eksempel i inkrementell forbedring av punktligheten. Men det finnes også andre angrepsvinkler for å forbedre den oppfattede kvaliteten for kunden.

Mellit (1997) beskriver i en artikkel det såkalte ”performance regime”, eller prestasjonsregimet. Dette prestasjonsregimet er en kontraktmessig forståelse mellom Railtrack<sup>1</sup>, togoperatører og Railtracks leverandører. Målet med prestasjonsregimet var å redusere avvik i punktligheten og regulariteten. Regimet er relativt komplekst, men har som hovedintensjon å straffe hardt dårlige prestasjoner og å begrense kostnadene ved forbedring av prestasjonene forbi et visst nivå. I praksis betaler den ansvarlige for forsinkelsen. Mellit viser til at forsinkelser tilskrevet passasjer service ble kuttet med 30 % i 1996/97 og Railtrack og deres leverandører bidro til en 38 % reduksjon i togforsinkelser i samme perioden.

Et metodeverktøy som kan brukes for å analysere punktligheten er Data Envelopment Analysis (DEA). Dette kalles på norsk Dataomhyllingsanalyse (Alkadi, 1998). Metoden har som hensikt å finne de mest effektive togene, eller togstrekningene sammenliknet med andre tog eller togstrekninger som opererer under noenlunde samme forhold. Dette gjøres ved å måle innsatsfaktorer mot produksjon. Med innsatsfaktorer menes her tiltak som må settes i gang som følge av problemer underveis i togdriften. De mest effektive togene blir altså de som bruker minst innsatsfaktorer og relativt produserer mest (Alkadi, 1998).

Simulering er en metode som brukes både i NSB og hos andre togoperatører. Olsson et al (2002b) etablerte en simuleringsmodell med simuleringsverktøyet RailPlan for å gjøre en

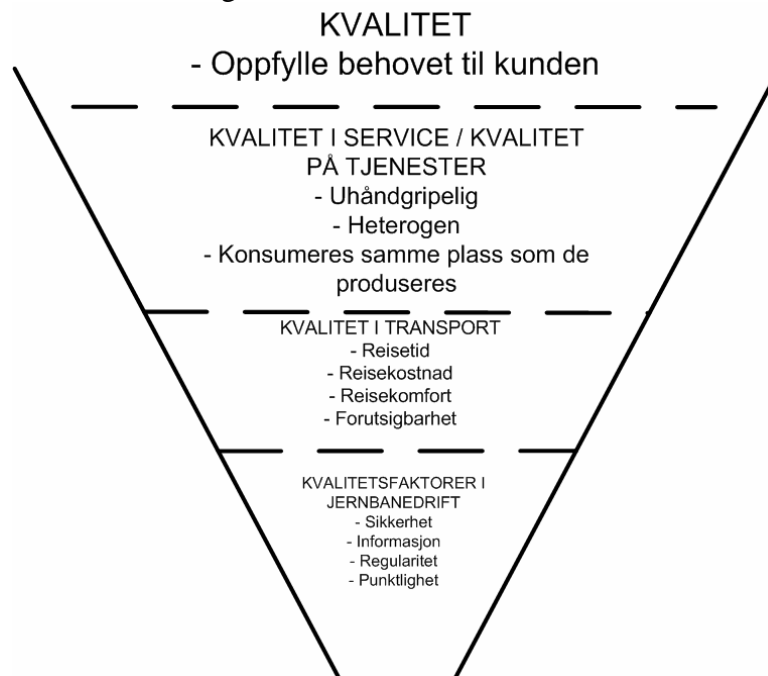
<sup>1</sup> Det selskapet som eier den Britiske toginfrastrukturen

konsekvensvurdering av anleggsarbeidet i Vestkorridoren. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 3.7.1 SINTEF Rapport: Konsekvensvurdering av anleggsarbeid i Vestkorridoren.

## 2.6 Oppsummering

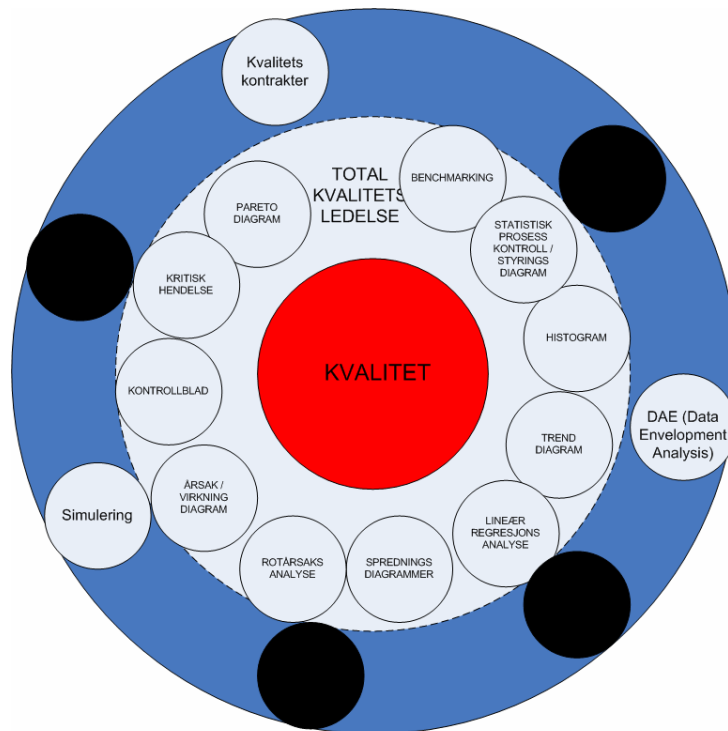
I dette kapitlet har man forsøkt å definere hva som ligger i begrepet kvalitet og funnet at dette i stor grad handler om å tilfredsstille behovet til kunden. Videre har man sett at for en transport transportorganisasjon snakker man i de fleste tilfeller om kvalitet i service, eller kvalitet på tjenester. Noen av kjennetegnene ved kvaliteten på tjenester ble av Zeithaml et. al. (1990) beskrevet som u håndgripelig, heterogen og at de konsumeres på samme plass som de produseres.

Kvalitetsfaktorer i transport har blitt foreslått å være: reisetid, reisekostnad, reisekostnad og forutsigbarhet. Mer spesifikt for jernbanedrift har man identifisert sikkerhet, informasjon, regularitet og punktlighet som kvalitetsfaktorer. Gjennomgangen av kvalitet på de ulike nivåene er forsøkt identifisert i Figur 15.



Figur 15 – Fra begrepet kvalitet til kvalitetsfaktorer i jernbanedrift

Innen området kvalitetsledelse har man i dette kapitlet, identifisert ni ulike verktøy som kan brukes i en forbedringsprosess. Disse er illustrert i Figur 16. Det finnes også andre metoder og verktøy som kan brukes i en slik forbedringsprosess enn de som er nevnt i dette kapitlet. Tre av de er nevnt i dette kapitlet, henholdsvis Simulering, DAE og utvikling av kvalitetskontrakter, men det kan også finnes indikert med svarte områder i Figur 16.



**Figur 16 – Metoder og verktøy for å forbedre kvaliteten**

Målet med en forbedringsprosess bør være å få den programmerte kvaliteten lik den produserte kvaliteten lik den oppfattede kvaliteten.

## Kapittel 3: Oppsummering av tidligere punktlighetsanalyser

### *3.1 Innledning*

I dette kapitlet er målet å gjøre en oppsummering av tidligere punktlighetsanalyser, med fokus på hvilke metoder som er brukt. Først tas det for seg hvordan det kontinuerlige punktlighetsarbeidet foregår i NSB til enhver tid. Så presenteres de punktlighetsanalysene som er gjort i NSB fra og med 2002. Informasjonen om NSB er i hovedsak hentet fra et møte 25.4.2005 med Helge Jørgenstuen og Hans Haugland. Intervjuguide er vist i Vedlegg C. Det er også supplert med e-post korrespondanse med Birger Kvaavik vist i vedlegg D.

Videre presenteres en oversikt over prosjekter og analyser utført av SINTEF for NSB og diplomoppgaver utført ved Institutt for Produksjon- og Kvalitetsteknikk ved NTNU i samarbeid med NSB. Unntaket er Ragnhild Skagestads oppgave ”Kritiske Prestasjonsindikatorer i Jernbanedrift”, som ble utført i samarbeid med Jernbaneverket.

Til slutt oppsummeres det gjennomgåtte i en tabell i et forsøk på å sortere materialet på metode/verktøy brukt og resultatene diskuteres.

### *3.2 Feilkilder*

For denne delen av oppgaven er det i særlig grad for det som gjelder NSB, basert seg på muntlig kommunikasjon med ressurspersoner for å innhente informasjon. Som alltid ved denne formen for informasjonsheving finnes det et filter mellom den kommunikasjonen som oppstår mellom sender og mottaker. Derfor bør det tas høyde for at informasjonen kan være feiltolket eller rett og slett misforstått.

En annen feilkilde kan være at har det vist seg å være et relativt omfattende arbeide å skaffe seg oversikt over hvilke personer som har vært involvert i de forskjellige punktlighetsprosjektene. Forskjellige personer kan ha forskjellig oppfatning av i dette tilfellet hvilke metoder som ble brukt, avhengig av hvilken funksjon de hadde i det aktuelle prosjektet. I dette kapitlet er den informasjonen som ikke var tilgjengelig i rapportformat supplert av kommunikasjon med personer involvert i prosjektene, men det bør nevnes at denne informasjonen kunne vært supplert ved å kontakte ytterlige ressurspersoner.

Det er også nødvendig å si at ikke alle punktlighetsprosjektene som omtales har vært tilgjengelig for forfatteren. Derfor må eventuelle antydninger om metodebruk for disse prosjektene gjengitt i Tabell 6, Tabell 7 og Tabell 8, tolkes med stor forsiktighet.

### *3.3 Birger Kvaaviks ”faktabasert styring”*

Birger Kvaavik har som innleid konsulent på punktlighetsprosjekter i NSB introdusert det han refererer til som faktabasert styring<sup>1</sup>. Metodologien brukes i forbedringsarbeid i NSB drift. Det eksisterer en bruksanvisning som brukes i opplæring og som støtte i forbedringsarbeid (Kvaavik, 2004). I denne bruksanvisningen presenteres en del metoder og verktøy etter følgende todeling: *oppfølging og styring og forbedring av konkurransevnen*

Metodene som presenteres er henholdsvis:

- Trenddiagram

---

<sup>1</sup> Se Vedlegg D

- Histogram
- Styringsdiagram, XmR, R – daigram

og:

- Samvariasjon – korrelasjon
- Blokkdiagram
- Flytskjema
- Paretdiagram
- Fiskebeinsdiagram

I tillegg gis det en kort introduksjon til *intervju* og *idédugnad*. Videre gis det et forslag til en fremgangsmåte for et forbedringsprosjekt.

Birger Kvaavik sier 14.4.2005 følgende om sitt engasjement i punktlighetsanalyser:

*”De første fire punktlighetsprosjekt jeg initierte var i regi av JBV. Målingene var forsinkelser til Oslo S. For å identifisere årsaker til forsinkelser brukte forbedringsgruppen styringsdiagram basert på XmR metoden, Pareto diagram og årsak/virkningsanalyse i form av fiskebeinsdiagram. For samtlige prosjekt ble forsinkelsene redusert med ca 50 %  
Min rolle var trening av prosjektgruppen og styringsgruppen i praktisk bruk av diverse metoder i forbedringsarbeid, og som hjelp til prosjektleder ”<sup>1</sup>*

### **3.4 Pilotprosjektet mai 2002**

I november 2001 ble det startet et pilotprosjekt i regi av Jernbaneverket og NSB for å teste ut en ny måte å samle inn og bruke punktlighetsdata på. Man skulle se om punktligheten kunne bedres vesentlig ved hjelp av enkle statistiske metoder og årsak / virknings analyser med påfølgende korrigerende handlinger. Konkret ble det fokusert på tog 2110 fra Drammen til Oslo som går i morgenrushet, og som hadde mange reisende og store problemer med punktligheten.

XmR styringsdiagram og histogrammer ble brukt til å samle, plote og analysere informasjon om forsinkelser. Årsak / Virkningsanalyse ble gjennomført for å sikre eliminering av den underliggende årsaken. Analysen ble supplert med at man kartla informasjonsflyten fra en feil oppsto til den ble rettet og definert rollen til de personene som hadde til oppgave å korrigere rapporterte feil. En paretoanalyse ble gjennomført for å avdekke hva som bidro i størst grad til forsinkelsene.

Noen av resultatene som kom ut av pilotprosjektet var at variasjonen i punktlighetsdata for tog 2110 forbedret seg med ca. 50 %. For Drammensbanen generelt ble punktligheten forbedret fra 88 % til 90 %.

En annen viktig erkjennelse som kom ut av pilotprosjektet var:

*”En kontinuerlig forbedring av punktligheten forutsetter systematisk bruk av anerkjente verktøy og metoder som sikrer styring basert på fakta og et varig og forpliktende engasjement i å involvere berørt personale.” (Utengen, 2002a)*

### **3.5 Kontinuerlig punktlighetsarbeide i NSB**

Punktlighetsstatistikk fra Jernbaneverket, da særlig i form av trenddiagrammer over tid, blir kontinuerlig oppfulgt i NSB for å finne negative trender. Disse eventuelle negative trendene blir tatt videre av en punktlighetsoppfølger i NSB. Målet videre er å finne årsakene og identifisere de ansvarlige for årsakene slik at man kan sette i gang forbedringstiltak. Videre

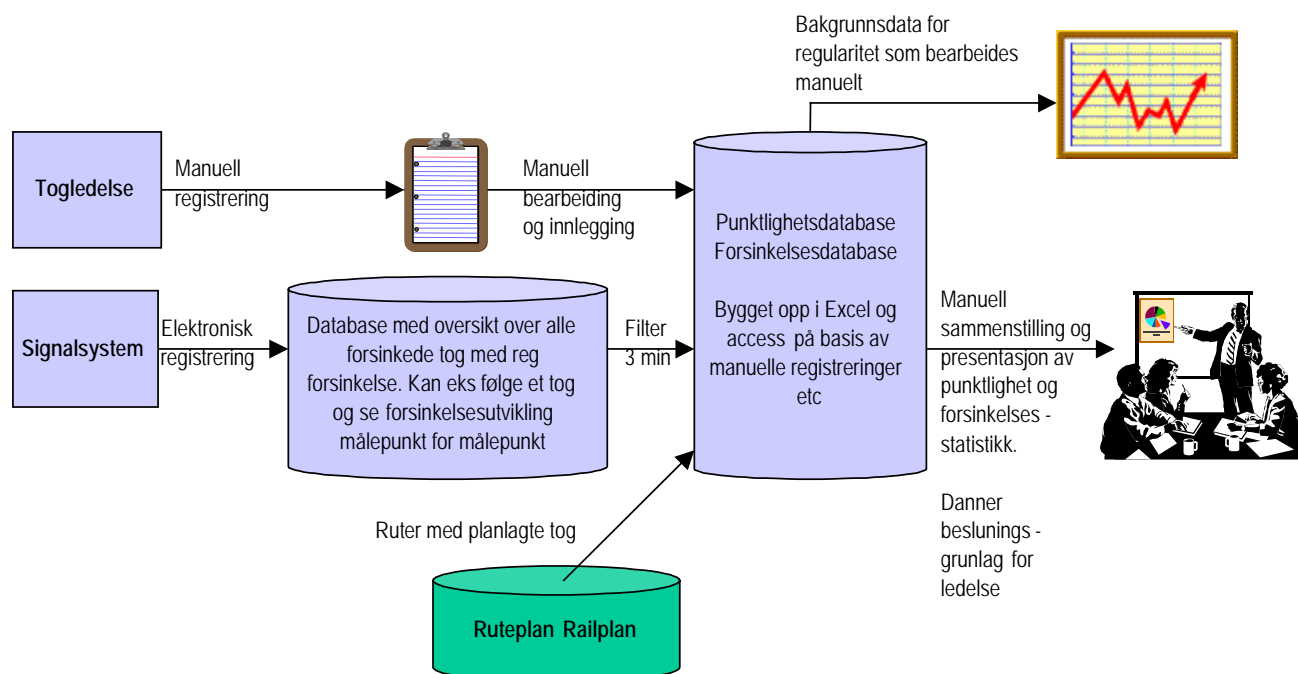
---

<sup>1</sup> Se Vedlegg D

utarbeides det en fordeling av årsaker. Tre viktige spørsmål som prøves besvart er: *Hva er feil? Hva kan gjøres? Hvem har ansvaret?* Dette er en kontinuerlig prosess som skjer i NSB uavhengig av om det pågår punktlighetsprosjekter på spesifikke banestrekninger.

For tiden kommer punktlighetsstatistikken fra Jernbaneverket, men det ble antydnet i et møte 25.4.2005 med Helge Jørgenstuen og Hans Haugland at det jobbes med å bygge opp en egen punktlighetsdatabase i NSB. De ønsker med det å forbedre rapporteringer fra egne kilder. Særlig er man interessert i en bedre detaljering på årsaksnivå og eventuell tilleggsinformasjon. Til slutt blir det nevnt at en mer detaljert registrering av forsinkelser kan føre til at det blir oppdaget flere forsinkelser, og at det dermed blir kommunisert en dårligere statistikk ut til kunden.

I Figur 17 er det vist dataflyten i NSB og JBV. Det bør nevnes at denne modellen er ikke nødvendigvis gyldig lengre på grunn av innføringen av en ny database for innsamling av data kalt TIOS.



Figur 17 – Dataflyt i JBV og NSB (SINTEF, 2002, s 46)

### 3.5.1 Kommunikasjon av punktlighet

Fra et kundeperspektiv er punktlighetsstatistikk for NSB offentlig tilgjengelig fra Jernbaneverkets hjemmesider i form av det som kalles Punktlighetsrapport. Den kommer ut årlig. Punktlighetsrapporten gir en oversikt over årets aktiviteter på de forskjellige trafikkområdene, trafikkutvikling, punktlighet strekning- og togvis, og årsaker til forstyrrelser i punktligheten. Det er Jernbaneverket som står for utgivelsen av denne rapporten og den bruker som bakgrunnsdata, det samme materialet som NSB bruker for å vurdere eventuelle innsatser til forbedringer.

### ***3.6 Punktlighets prosjekter gjennomført fra og med 2002 til i dag i NSB***

I et møte med Hans Haugland og Helge Jørgenstuen den 25.4.2005 ble det nevnt følgende punktlighetsprosjekter som har vært gjennomført etter 2001:

- Miniprojekt oppholdstider Oslo S
- Avgangspunktlighet Oslo S / Lodalen
- Drammensområdet
- 3 enkeltprosjekter 1107(Drammensbanen), 1457(Kongsvingerbanen) og 2745(Østfoldbanen)
- Vestfoldbanen (under arbeid)

Under samme møte ble det sagt at det i disse forbedringsprosjektene nevnt over ble det brukt metoder fra Birger Kvaaviks ”faktabasert styring”. Det betyr at man kan anta at personell i NSB drift som har vært engasjert i punktlighetsprosjekter fra og med 2002, alle har vært kjent med metodene nevnt under avsnitt 3.3 Birger Kvaaviks ”faktabasert styring”.

#### **3.6.1 Miniprojekt oppholdstider Oslo S**

For dette prosjektet har det ikke lyktes å få tilgang til noen rapport som kan gi innsyn i arbeidsformen og eventuelt metoder/verktøy som ble brukt.

#### **3.6.2 Avgangspunktlighet Oslo S / Lodalen, 2002**

Dette prosjektet hadde som mål å undersøke kartlegge punktligheten på tog med avgang Lodalen og Oslo S. Utgangspunktet var en tanke om at grunnlaget for god punktlighet legges fra utgangsstasjonen. Et tog som er i rute fra utgangsstasjonen har store muligheter for å komme tidnok til ankomststasjonen og omvendt, særlig med tanke på korte snutider og den driftsituasjonen som eksisterer. Formelt var hensikten med prosjektet disse tre punktene:

- Kartlegge punktligheten på tog med avgang Lodalen og Oslo S
- Finne forbedringspotensialer
- Komme med forslag til forbedringstiltak

Perioden som ble tatt for seg var fra 1.1.2001 – 1.4.2002. Punktlighetsstatistikk og bakgrunnsmateriale for punktligheten ble kategorisert på antall forsinkelser, og årsaker til disse forsinkelsene.

Basert på bakgrunns materialet og samtaler med de som arbeidet i stillverket i Lodalen ble det identifisert en del forslag til endrede rutiner og tiltak, og hvem som hadde ansvaret for å følge opp disse.

#### **3.6.3 Drammensområdet, november 2002**

Punktighetsprosjektet ”Drammensområdet” ble sluttført november 2002. Det var et samarbeid mellom NSB Drift og JBVS. Formålet var det følgende:

- Kartlegging og registrering av punktligheten i Drammensområdet
- Forbedring av den generelle punktlighet og Drammensbanen spesielt
- Komme med forslag til forbedringstiltak for punktligheten

Videre fantes det en oppfatning om at forbedring i punktligheten i Drammensområdet kan være nøkkelen til generell forbedring på andre banestrekninger.

Det ble fokusert på følgende data som bakgrunnsmateriale:

- Punktlighet i form av trenddiagram over en åtte måneders periode sett i forhold til gjennomsnittlig punktighet, målsetting og rushtid.
- Forsinkelsesårsaker i form av søylediagram med forskjellige årsakskategorier
- Innstillinger i form av søylediagram med forskjellige kategorier av innstillinger.

Det ble også gjort en idédugnad rundt bakgrunns materialet som det ble jobbet videre med.

På grunnlag av bakgrunns materialet ble det gjennomført et møte i prosjektet der det ble vedtatt å utføre avgangsregistrering på de aktuelle fokustogene i en 14 dagers periode, for å se på gjengangere og mulig finne årsaker til punktighetsbrist. Trenddiagrammer ble etablert for avgangs- og ankomstforsinkelser. I tillegg ble forsinkelsesårsakene kategorisert.

Prosjektet munner ut i forslag til tiltak for forbedring sortert på henholdsvis Personal, Materiell, Strekningsforhold og Sporforhold.

### **3.6.4 3 enkeltprosjekter 1107(Drammensbanen), 1457(Kongsvingerbanen), 2745(Østfoldbanen), 2003**

Jernbaneverket iverksatte i samarbeid med NSB og CargoNet tre punktighetsprosjekter på henholdsvis Kongsvingerbanen, Østfoldbanen og Drammensbanen i 2003. Strekningene var delt opp slik at de hadde hver sin prosjektgruppe. Deltakerne ble i forkant kurset i bruk av analyseverktøy og registreringsverktøy til arbeidet med prosjektene.

#### **3.6.4 a) Østfoldbanen tog 2475, vinteren 2003**

Punktighetsprosjektet på Østfoldbanen og tog 2745 var et samarbeid mellom JBV og NSB AS. Utgangspunktet var at punktigheten i NSB ikke hadde den utviklingen som ønskelig, og det ble derfor bestemt å videreføre punktighetsarbeidet ved hjelp av prosjekter.

Birger Kvaavik ble av JBV innleid som konsulent og det ble brukt hans metodikk ”Forbedringsarbeide i praksis” eller ”faktabasert styring”.

Formålet med prosjektet var å oppnå en generell bedring av punktigheten på Østfoldbanen slik at NSBs mål på minimum 90 % punktighet skulle oppnås.

Målet var at punktigheten på tog 2475 skulle forbedres med minst 30 %.

Som bakgrunns materiale ble det brukt trenddiagrammer for punktighet både for tog 2475 og punktighet generelt.

Forsinkelser ble også kartlagt både i form av trender, hyppighet og årsaker.

På grunnlag av det innsamlede datamaterialet ble det etablert styringsdiagrammer for forsinkelser.

I den rapporten som undertegnede har fått tilgang til for tog 2475 eksisterer det ingen konklusjon eller forslag til forbedringer, men gjennom samtale med Helge Jørgenstuen 25.4.2005 ble det nevnt at samtlige punktighetsprosjekter som har vært gjennomført etter 2002 har ført til en positiv utvikling for punktigheten.

#### **3.6.4 b) Drammensbanen, Tog 1107, 2003**

Formålet med dette prosjektet var å forbedre punktigheten på Drammensbanen gjennom å følge fokustog 1107 gjennom en viss tidsperiode. Videre var den en målsetning at

variasjonen i antall forsinkelser målt på Øvre Normale Prosess Grense skulle reduseres med 30 % innen prosjektets sluttdato. Fokustoget ble plukket på grunnlag av punktlighetsstatistikk for 2002 for Drammensbanen og de to andre punktlighetsprosjektene utført på Drammensbanen (3.6.3 Drammensområdet, november 2002 og 3.4 Pilotprosjektet mai 2002)

På grunnlag av data for registrering av ankomst til Oslo S og punktlighetsstatistikk for november og desember 2002 samt januar 2003, ble det etablert styringsdiagrammer. Trenddiagrammer ble brukt for å se på forsinkeshyppigheten over stasjonene. Paretdiagrammer ble benyttet for å se på hvordan årsakene forsinkelsene fordelte seg i forhold til forsinkelsesminutter. Fiskebensdiagrammer ble tatt i bruk for å finne bakenforliggende / grunnleggende årsaker for eksempel for ”lange stasjonsopphold”, samt hjelp i arbeidsprosessen underveis.

Prosjektet muner på samme måte som for 3.6.3 Drammensområdet, november 2002 ut i ei liste med forslag til tiltak sortert på Personal, Materiell, Strekningsforhold, Rutetekniske forhold og Kunderettede forhold. Videre ble det lagd en prioriteringsliste for tiltakene.

### 3.6.4 c) Kongsvingerbanen, Tog 1457, 2003

Man har ikke lykkes med å få tak noen rapport for dette punktlighetsprosjektet, men det er naturlig å tro at det ble de samme metoder og verktøy som for 3.6.4 a) Østfoldbanen tog 2475, vinteren 2003 og 3.6.4 b) Drammensbanen, Tog 1107, 2003.

### 3.6.5 Benchmarking, 2001 – 2003

BOB (Benchmarking of Benchmarking) var et søsterprosjekt til BEST (Benchmarking European Sustainable Transport) som ble startet våren 2001 og avsluttet vinteren 2003. BEST var arrangert som et tematisk nettverk, og arrangerte 6 konferanser for å spre kunnskap og utveksle erfaringer med benchmarking blant samferdselsmyndigheter i Europa. Nettverket skulle fungere som et forum for utveksling av erfaringer og kunnskaper (Fearnley, 2004). BOB sin funksjon var å...”*teste ut den praktiske den praktiske gjennomførbarheten av europeisk benchmarking og evaluere i hvilken grad benchmarking kan bidra til effektiv måloppnåelse i den europeiske samferdselssektoren*” (Fearnley, 2004).

NSB deltok som jernbaneoperatør i benchmarkingpiloten. Disse tre pilotene inkluderte:

- Jernbane: punktlighet og kontraktsforhold operatør – myndighet
- Trafikksikkerhet for yrkessjåfører
- Bærekraftige tilbringertjenester til flyplasser

(Skjønberg, 2003)

Punktligheit ble på forhånd valgt ut som den viktigste kvalitetsfaktoren.

Fearnley (2004) sier at det var i utgangspunktet Samferdselsdepartementet som ønsket at NSB skulle delta fordi de først så nytten av deltakelse, men policyen i BOB var slik at myndigheter ikke fikk delta med mindre de hadde samtykke fra en operatør om å delta.

Noen av konklusjonene som kom ut av prosjektet var at NSB oppnådde en en gjennomsnittlig punktlighet på 90,5 % for perioden, med et resultat på 93,1 % for lokaltog, og 82,1 % på IC – og langdistansetog. Det skulde seg ut en liten gruppe såkalt ”best practice” som kunne vise til et punktlighetsresultat på over 95 %. Dette gjorde at NSB havnet på nedre halvdel blant operatørene som ble sammenlignet (Skjønberg, 2003). Operatørene som ble sammenlignet var de følgende:

<b>Operatør</b>	<b>Land</b>
ÖBB	Østerrike
DSB	Danmark
VR	Finland
MAV	Ungarn
JRK	Japan (Kyushu)
NS	Nederland
NSB	Norge
Scotrail	Storbritannia
Banverket (infra.)/(SJ)	Sverige
SBB	Sveits
SNBC (observer status)	Belgia

Tabell 5 - Operatører som deltok i BOB (Skjønberg, 2003)

Et annet viktig moment som kom ut av dette prosjektet var at punktlighet ble både sett på som en avgjørende faktor for kundetilfredsheten og en avgjørende konkurransefaktor av alle operatørene som deltok i prosjektet (Skjønberg, 2003)

### 3.6.6 Vestfoldbanen, under arbeid, 2005

Vestfoldbanen er det eneste såkalte punktlighetsprosjektet som pågår nå, og ledes av Pål Tindberg.

Birger Kvaavik er også her engasjert som konsulent i faktabasert styring for å forbedre punktligheten på Vestfoldbanen.

## 3.7 SINTEF arbeider

### 3.7.1 SINTEF Rapport: Konsekvensvurdering av anleggsarbeid i Vestkorridoren, 2002

Prosjektet ble initiert av NSB i 2001 med utgangspunkt i at det kom til å foregå omfattende infrastrukturarbeid rundt jernbanesporene i området vest for Oslo. NSB ønsket derfor en uavhengig gjennomgang av hvilke effekter på punktlighet og øvrig togdrift som anleggsarbeid på og ved skinnegangen har. Rapporten ble utarbeidet av en prosjektgruppe ved SINTEF bestående av Nils Olsson, Inger – Anne Sætermo, og Carl Christian Røstad med førstnevnte som prosjektleder.

Det ble gjennom rapporten arbeidet med følgende problemstillinger:

- Hvordan påvirkes togtrafikken av Jernbaneverkets (JBV) planer for byggeaktivitet i Vestkorridoren
- Hvordan påvirker økt byggeaktivitet punktlighet
- Kan allment aksepterte sammenhenger med hensyn på punktlighet bekrefte eller avkreftes

(Olsson, N. et al., 2002b)

Videre ønsket man å belyse noen sentrale problemstillinger som:

- Hva er konsekvensen for togproduksjonen av de planer som Jernbaneverket (JBV) har vedr. byggeaktivitet i Vestkorridoren (Skøyen – Lier)

- Hvilke konsekvenser får det at man presser produksjonen nærmere mot kapasitetstaket, og hvordan påvirker generelt økt byggeaktivitet punktligheten?

I tillegg ble det etablert en simuleringsmodell i RailPlan og gjort beregninger knyttet til kapasitet og togproduksjon. Det ble altså arbeidet med to forskjellige løp i rapporten; et erfaringsbasert løp og et simuleringsløp. I det erfaringsbaserte løpet brukte man erfaringer fra strekninger og situasjoner som var sammenlignbare med anleggsarbeidet i Vestkorridoren, og i det andre løpet ble det bygd opp en simuleringsmodell for Vestkorridoren og fokusert på Asker stasjon.

Det er i utstrakt grad brukt trenddiagrammer for å illustrere ting som forholdet mellom punktlighet, antall reisende og kapasitetsutnyttelse over et visst tidsrom. Trenddiagrammer er også brukt for å vise utvikling av punktligheten i forhold til utbyggingsperioder.

Rapporten slår fast at det ikke er funnet noen generell sammenheng mellom lav punktlighet og omfattende anleggsarbeid, men i en av de to analyserte utbyggingene ble det funnet en sammenheng (Olsson et al., 2002b).

Videre sies det at arbeid med sikringsanlegg ofte påvirker punktligheten negativt. Det var ikke mulig å dokumentere noen tydelig sammenheng mellom punktlighet og kapasitetsutnyttelse av sporene, men det ble påvist en sammenheng mellom lav punktlighet og mange reisende i togene.

### **3.7.2 PONDUS: Punktlighets Og uNDerveis Undersøkelse, våren 2003**

Denne rapporten oppsummerer i form av en PowerPoint presentasjon et punktlighetsarbeid der punktligheten på Bergensbanen, Sørlandsbanen, Dovrebanen samt Lillehammer – Oslo ble analysert i februar 2003. I dette prosjektet ble analysemetodikken PONDUS utviklet. Ved hjelp av PONDUS blir togenes forsinkelsesmønster analysert, både forsinkelser underveis på strekningene og avgangs- og ankomstpunktlighet. I tillegg analyseres årsakene til forsinkelsene. Undersøkelsene baseres på registreringer av antall minutter hvert enkelt tog er i uttakt med ruteplanen på hver enkelt stasjon på en strekning, samt årsaksregistreringer. Årsaksregistreringen skjer manuelt ved hjelp av et skjema der man definerer årsakshendelser samt hva som man mener er hovedårsaken. På bakgrunnen av dette skjemaet kan man lage oversiktsgrafer over årsaker til forsinkelsene. Prosjektet var et samarbeid mellom SINTEF og Jernbaneverket, der SINTEF sto for metodikken mens registreringene ble utført av Jernbaneverket.

Hensikten med den utviklede metoden var følgende:

- Gi et nyansert bilde av punktligheten på en strekning
- Gi input til diskusjonen rundt punktlighet
- Skape grunnlag for felles forståelse av toggangen
- Kunne identifisere forbedringstiltak
- Kunne undersøke effekt av forbedringstiltak
- Være et supplement til den eksisterende oppfølgingen av punktligheten

(SINTEF, 2003a)

Som sagt bruker metoden som input et manuelt skjema for registrering av forsinkelser og årsakskoder. Ut av metoden kan man da få for eksempel trenddiagrammer i form av tradisjonell punktlighetsstatistikk, eller gjennomsnittlig forsinkelse i minutter. Eller man kan også få ut stasjonseffekt (om tog har tapt eller har tatt inn tid på stasjonen) og definere

problemtog ved å vise antall ganger det spesifikke toget har vært forsinket. Årsaker kan også analyseres og sorteres med hensyn på kategori, samt hvor mange minutter forsinkelse som kan spores tilbake til denne årsaken. Man kan også få ut korrelasjonsdiagrammer for eksempel for å se på sammenhengen mellom avgang- og ankomstpunktlighet.

Noen av konklusjonene som kom ut analysen var:

- Man ser en "badekarkurve" på langdistansestrekningene, størst forsinkelser midt på strekningen.
- Det er tydeligst sammenheng mellom avgang- og ankomstpunktlighet for Dovrebanen, mens sammenhengen er svakest for Sørlandsbanen.
- Linearisering og utflating gir et noenlunde likt bilde av strekningene, men kan gi ulik informasjon når man skal finne ut hvordan forsinkelsene oppstår.

(SINTEF, 2003a)

### 3.7.3 Nordlandsbanen fortsatte analyser, 2002

I 2002 ble det foretatt en del analyser av SINTEF på Nordlandsbanen, De inkluderte det følgende:

- Utvikling over en 16 ukers periode
- Ulikheter mellom ukedager
- Sammenheng mellom ankomst- og avgangspunktlighet
- Sammenheng mellom forsinkelser og saktekjøringer
- Årsaksanalyse tog med store forsinkelser (ca 1 time eller mer)

(Olsson et al., 2002a)

Datamaterialet var basert på observasjoner for enkeltstasjoner i toglederjournalen for Nordlandsbanen.

Trendigrammer ble etablert for å se på ting som utvikling i forsinkelse over tid, effekt av oppbemanning Dunderland og sammenligning med andre banestrekninger. Kryssplott ble brukt for å se på eventuelle sammenhenger mellom avgang- og ankomstpunktlighet.

Noen av konklusjonene som trekkes etter analysene er:

- Det finnes en sammenheng i noen områder mellom økning i gjennomsnittlig forsinkelse og hastighetsnedsettelse, men hastighetsnedsettelse gir ikke store økninger i gjennomsnittlig forsinkelse.
- Hovedårsaker til forsinkelser over en time er utgangsforsinkelse og lokproblemer.

(Olsson et al., 2002a)

### 3.7.4 Punktlighet og antall reisende – Hvordan punktlighet påvirker antall reisende, 2003

Rapporten er en redusert versjon av den opprinnelige fortrolige rapporten og er derfor åpen. Den opprinnelige rapporten var en leveranse til NSB i prosjektet "Punktlighet og antall reisende". Hovedmålsetningen med rapporten var å se i hvilken grad punktlighet påvirker antall reisende, og å utvikle en metode der denne sammenhengen kartlegges og analyseres. Dataene som ble brukt som grunnlag for modellen ble hentet fra mellomdistanse Dovrebanen for høsten 2002. I tillegg ble det hentet data for antall reisende fra tellepunkt Hamar og tellepunkt Oslo S, og punktlighetsdata i form av antall minutters forsinkelse til og fra Oslo S.

Det ble opprettet en referansegruppe med relevante personer fra NSB og SINTEF under arbeidet med rapporten.

Metoder som ble brukt i analysene var kryssploott og korrelasjonsanalyse. Til hjelp med disse analysene ble et statistikkverktøy som heter SPSS benyttet. Mer inngående ble det brukt kryssploott av forsinkelser i uka mot antall reisende for å se på sammenhenger mellom data for antall reisende og punktlighetsdata, krysskorrelasjonsploott for å undersøke om forsinkeshistorikken hadde innvirkning på antall reisende, autokorrelasjonsploott for å undersøke sammenhengen mellom antall reisende i en uke og antall reisende i tidligere uker. Regresjonsmodellen ble bygget ved hjelp av informasjon fra kryssploott og krysskorrelasjonsploott.

Rapporten konkluderer blant annet med at det antas at det er klart at det er andre faktorer enn punktlighet som påvirker antall reisende, men både resultatet fra analysene i rapporten og litteraturstudiet antyder at punktlighet påvirker antall reisende. Samtidig er det funnet at det tyder på at påvirkningen er størst i morgenrush (Veiseth et al., 2003) Videre ble det ikke funnet noen sammenheng mellom store forsinkelser og antall reisende, men det gjøres oppmerksom på at datamaterialet ikke nødvendigvis er stort nok for å trekke en slik konklusjon.

### **3.8 Studentarbeider**

#### **3.8.1 Svein Skjønberg "Kartlegging av hvordan punktlighetsinformasjon blir benyttet i planprosessen i utvalgte land"**

Stud. Techn. Svein Skjønberg utførte våren 2003 følgende hovedoppgave for NTNU i samarbeid med NSB: "Kartlegging av hvordan punktlighetsinformasjon blir benyttet i planprosessen i utvalgte land". Hovedoppgaven hadde som fokus å se på...

*"kartlegging av praksisen i andre land rundt bruk og behandling av punktlighetsdata til forbedringsarbeid. Dette skulle sees mot opp mot den praksisen NSB hadde på det området. I tillegg skulle det fokuseres på sammenhengen mellom punktlighet og graden av integrasjon i og mellom forskjellige infrastrukturforvaltere og operatører i de samme landene. Det skulle også sammenlignes med praksisen i Norge" (Skjønberg, 2003)*

Den grunnleggende metoden som ble brukt i hovedoppgaven var gjennom intervju og samtaler med VR i Finland og Scotrail i Skotland, å sammenligne hvordan punktlighetsinformasjon ble benyttet i planprosessen, altså en benchmarkingsprosess.

Noen av de konklusjonene og forslag til forbedringer som munnet ut av hovedoppgaven var:

- Det eksisterer et klart forbedringspotensial i å benytte punktlighetsinformasjon fra foregående ruteperioder ved planlegging av kommende ruteplaner i NSB. Målet med punktlighetsinformasjon må være å anvende den for å nå satte mål. Målsetninger for forsinkelsesminutter basert på årsakskoder anbefales innført.
- Det bør utarbeides retningslinjer for hvem som skal gjøre hva i arbeidet med å inkludere punktlighetsinformasjon i planprosessen. Et godt samarbeid med Jernbaneverket for tilgang og formidling av punktlighetsinformasjon er også nødvendig for å være i stand til å koble slik informasjon til planprosessen.
- Som et av mange ledd i arbeidet med å forbedre punktligheten fremstår organisasjonsfokus rundt punktlighet som det kanskje viktigste virkemidlet. Dårlig

punktlighet koster, og dette må synliggjøres hos de ansatte. Total kvalitetsledelse bør være sentralt i NSB. Alle må føle et ansvar og "eierskap" overfor kvalitet og punktlighet.

- Bindende kvalitetskontrakter som stiller krav til hva angår prestasjoner, bør innføres.

### **3.8.2 Ragnhild Skagestad "Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift"**

Våren 2004 skrev Stud. Techn. Ragnhild Skagestad sin hovedoppgave for NTNU og Jernbaneverket med tittelen "Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift". I oppgaven prøver man å identifisere hvilke indikatorer som kan brukes for å danne et bilde av punktligheten (Skagestad, 2004). Det blir foreslått et indikatorsett som kan brukes av jernbanen. Data fra Jernbaneverkets punktlighetsstatistikker blir brukt for å illustrere bruken. Til slutt blir det sett på en prestasjonsform og hva som eventuelt kunne ha vært forbedret med den.

Oppgaven foreslår og illustrerer bruk av histogrammer sammen med gjennomsnitt og standardavvik for å vise forsinkelse for enkeltstasjoner. Trenddiagrammer blir også brukt for å illustrere utviklingen i forsinkelsesminutter over en viss tidsperiode. Styringsdiagram blir presentert for å vise hvordan man kan "styre" punktlighetsutviklingen over tid.

Skagestad (2004) konkluderer blant annet med at måling av punktligheten kan utvikles til å dekke flere områder enn det gjør i dag. Hun nevner også at punktlighetsindikatorene bør tilpasses bedre til brukerne, slik at riktig gruppe får riktig informasjon. Indikatorne som er foreslått blir blant annet kategorisert i tre grupper tilpasset brukerne; indikatorer til informasjonsbruk, indikatorer til bruk i punktlighetsovervåking og som beslutningsunderlag og indikatorer til bruk i forbedringsarbeid og i punktlighetsprosjekter.

Til slutt sier Skagestad (2004) at det viktigste er at informasjonen som blir presentert for kunder og passasjerer er forståelig og enkelt fremstilt.

### **3.8.3 Ole Jørgen Kjeldstad "Punktlighetsoppfølging i jernbaneinvesteringer"**

Stud. Techn. Ole Jørgen Kjeldstad utførte høsten 2004 en hovedoppgave med tittelen "Punktlighetsoppfølging i Jernbaneinvesteringer". Oppgaven tok utgangspunkt i moderniseringen av Vestfoldbanen. Målet var å finne punktlighetsdata for før, under og etter utbyggingen, for å gjøre en sammenligning av kvaliteten i jernbanedrift og spesielt punktligheten, for igjen å kunne vurdere effekten av prosjektene (Kjeldstad, 2005)

I oppgaven presenteres det metodene trenddiagram og XmR - styringsdiagram for bruk i punktlighetsoppfølging. Trenddiagrammer blir brukt for å vise utviklingen over tid for punktlighetsdata på Vestfoldbanen før, under og etter utbyggingen. XmR – styringsdiagram blir brukt for å finne ut om forandringene i punktlighet var et resultat av hendelser som ligger i utførelsen av den prosess fremføring av tog er, eller om de var et resultat av utenforstående hendelser.

Kjeldstad konkluderer i oppgaven sin blant annet med at det er vanskelig å se effekten på punktligheten før hele utbyggingsprosjektet er ferdigstilt. Videre at det kan virke som punktligheten har stabilisert seg noe de siste åra selv om det forekommer visse unntak. Han sier derfor på grunnlag av det at man kan si at effekten av investeringene har bedret fremføringen for tog på Vestfoldbanen, og at ytterlige investeringer kan forventes å forbedre forholdene ytterlige (Kjeldstad, 2005). Av andre anbefalinger nevnes det at man bør være

forsiktig med å kun bruke punktlighetsdata for å analysere effekten av en investering fordi det kan være andre faktorer enn kjørevegen som spiller inn. Det anbefales også at det benyttes XmR – diagram med data for hvert enkelt tog gitt i minutter sammen med årsaksanalyse for å komme nærmere grunnen til dårlig punktlighet.

### 3.9 Tabell

I det følgende er det forsøkt å sortere rapportene nevnt tidligere i dette kapitlet etter metode, eller verktøy, benyttet. Tabellene følger det samme mønsteret som i kapittel 2 der man delte inn i 3 kategorier: problemforståelse, problemanalyse og prosessforbedring. Verktøyene og metodene som forsøkes identifisert er de samme som er gjengitt i litteraturstudiet i kapittel 2.

NSB	Problemforståelse		
	Pareto diagram	Kritisk Hendelse <sup>1</sup>	Kontrollblad
Miniprojekt oppholdstider Oslo S <sup>2</sup>			
Avgangspunktighet Oslo S / Lodalen, 2002			
Drammensområdet, november 2002			
Østfoldbanen tog 2475, vinteren 2003			
Drammensbanen, Tog 1107, 2003	For å se på hvordan årsakene til forsinkelsene fordelte seg i forhold til forsinkelsesminutter		
Kongsvingerbanen, Tog 1457, 2003 <sup>3</sup>			
Benchmarking, 2001 - 2003			
Vestfoldbanen, under arbeid, 2005			
<b>SINTEF</b>			
SINTEF Rapport: Konsekvensvurdering av anleggsarbeid i Vestkorridoren (2002)			
Nordlandsbanen, fortsatte analyser (2002)			
PONDUS: Punktighets Og uNDERveis Undersøkelse (2003)			Bruker et manuelt skjema for registrering av forsinkelser og årsakskoder
Punktighet og antall reisende – Hvordan punktighet påvirker antall reisende (2003)			
<b>Studentarbeider</b>			
Svein Skjønberg "Kartlegging av hvordan punktighetsinformasjon blir benyttet i planprosessen i utvalgte land"			
Ragnhild Skagestad "Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift" <sup>4</sup>			
Ole Jørgen Kjeldstad "Punktighetsoppfølging i jernbaneinvesteringer"			

Tabell 6 – Rapporter - problemforståelse

<sup>1</sup> Kritisk Hendelse brukes ikke i punktighetsarbeid i NSB, men derimot på andre områder

<sup>2</sup> Det var ikke tilgjengelig noen rapport for dette prosjektet

<sup>3</sup> Det var ikke tilgjengelig noen rapport for dette prosjektet, men det antas at det ble brukt i stor grad den samme framgangsmåten som for tog 2475 og tog 1107

<sup>4</sup> Utført i samarbeid med Jernbaneverket

NSB	Problemanalyse					
	Årsak / Virkning	Rotårsaks analyse	Sprednings diagram	Lineær Regresjons analyse	Trenddiagram	Histogram
Miniprojekt oppholdstider Oslo S						
Avgangspunkt lighet Oslo S / Lodalen, 2002					Punktlighets statistikk brukt som bakgrunnsmateriale	Årsaker og antall forsinkelser ble kategorisert
Drammensområdet, november 2002					Ja, for en 8 måneders periode for å sammenligne forskjellige faktorer	Forsinkelses årsaker og innstillinger ble kategorisert
Østfoldbanen tog 2475, vinteren 2003					Som bakgrunnsmateriale for punktlighet	Trender, hyppighet og årsaker til forsinkelser ble kartlagt
Drammensbanen, Tog 1107, 2003					Ja, for å se på forsinkelses hyppigheten over stasjonene	
Kongsvingerbanen, Tog 1457, 2003						
Benchmarking, 2001 - 2003					Brukt som bakgrunns materiale for sammenligning	
Vestfoldbanen, under arbeid, 2005						
<b>SINTEF</b>						
SINTEF Rapport: Konsekvensvurdering av anleggsarbeid i Vestkorridoren (2002)					Brukt i stor grad for å illustrere forholdet mellom punktlighet, antall reisende, kapasitetsutnyttelse og punktlighet i byggeperioder	
Nordlandsbanen, fortsatte analyser (2002)			Kryssplott, sammenheng mellom avgang- og ankomst punktlighet		Brukt for å se på ting som forsinkelse over tid, effekt av oppbemanning Dunderland, sammenligning andre banestrekninger	Årsaker kategorisert for å analysere årsaker.
PONDUS: Punktlighets Og uNDERveis Undersøkelse (2003)			Ja, som output av metoden for avgang- og ankomst punktlighet		Ja, som output av metoden for gjennomsnittlig forsinkelse, punktlighets statistikk etc.	Årsaker kan kategoriseres ved hjelp av metoden
Punktlighet og antall reisende – Hvordan punktighet påvirker antall reisende (2003)			Kryssplott, krysskorrelasjo nsplo,tt, autokorrelasjon splo,tt.	Det ble bygget en regresjons modell	Som bakgrunns materiale	

<b>Studentarbeider</b>						
Svein Skjønberg "Kartlegging av hvordan punktlighetsinformasjon blir benyttet i planprosessen i utvalgte land"					Som bakgrunns materiale	
Ragnhild Skagestad "Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift"					Ja, for å illustrere utviklingen i forsinkelsesminutter over en tidsperiode	Ja, for å illustrere forsinkelse for enkeltstasjoner
Ole Jørgen Kjeldstad "Punktlighetsoppfølging i jernbaneinvesteringer"					Vise utviklingen over tid for punktligheten før, under og etter utbyggingen	

**Tabell 7 – Rapporter - problemanalyse**

<b>NSB</b>	<b>Prosessforbedring</b>	
	<b>Styringsdiagram</b>	<b>Benchmarking</b>
Miniprojekt oppholdstider Oslo S		
Avgangspunktighet Oslo S / Lodalen, 2002		
Drammensområdet, november 2003		
Østfoldbanen tog 2475, vinteren 2003	Etablert for forsinkelser	
Drammensbanen, Tog 1107, 2003	Etablert på grunnlag av punktlighetsstatistikk	
Kongsvingerbanen, Tog 1457, 2003		
Benchmarking Vestfoldbanen, under arbeid		Ja, en benchmarkingstudie
<b>SINTEF</b>		
SINTEF Rapport: Konsekvensvurdering av anleggsarbeid i Vestkorridoren (2002)		
Nordlandsbanen, fortsatte analyser (2002)		
PONDUS: Punktlighets Og uNDERveis Undersøkelse (2003)		
Punktighet og antall reisende – Hvordan punktlighet påvirker antall reisende (2003)		
<b>Studentarbeider</b>		
Svein Skjønberg "Kartlegging av hvordan punktlighetsinformasjon blir benyttet i planprosessen i utvalgte land"		
Ragnhild Skagestad "Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift"	Ja, for å illustrere hvordan man kan "styre" punktlighetsutviklingen over tid	
Ole Jørgen Kjeldstad "Punktlighetsoppfølging i jernbaneinvesteringer"	XmR for å analysere forandringene i punktlighet	

**Tabell 8 Rapporter - prosessforbedring**

### ***3.10 Diskusjon***

Noe av det første som bør trekkes fram er at det ikke går an hente tidligere punktlighetsprosjekter ut i rapportform fra NSB. Det eksisterer ikke noe etablert system for katalogisering eller lagring av denne informasjonen.

En annen interessant ting å merke seg er at alle punktlighetsprosjekter i NSB nå ser ut til å bruke Birger Kvaaviks metodologi ”faktabasert styring”. Det betyr at alle involvert i punktlighetsforbedring i disse prosjektene skal være kjent med metodene og verktøyene nevnt i avsnitt 3.3. Det kan virke som om det skjedde et skifte i angrepsmåten for punktlighetsarbeid etter Pilotprosjektet mai 2002, uten at man sitter med grundig nok kunnskap om den tidligere eller nåværende situasjon i NSB.

SINTEF ser ut til å ha bidratt med ”store” analyser av data og virker på den måten mer analysebasert enn NSB, som ser ut til å ha større fokus på årsaks- og ansvarsidentifisering. Dette kan også skyldes at det kreves til dels store ressurser i NSB å gjøre et forbedringsprosjekt. Om denne investeringen i ressurser lønner seg er da hele tiden en avveining NSB må gjøre opp mot gevinsten de eventuelt sitter igjen med. NSB kan kanskje hvis de etablerer et godt system for punktlighetsoppfølging og forbedring, unngå å starte ressurskrevende punktlighetsanalyser i tilfelle det oppdages en negativ trend. På den andre siden kan man alltså hevde at det økte fokuset rundt punktligheten når man holder på med et punktlighetsprosjekt kan virke positivt. Det ville være interessant å se på hvordan ressurser investert gir avkastning i form av økt punktlighet ved ulike former for forbedringsarbeid.

Det finnes fortsatt en del metoder listet i litteraturstudiet som ikke er identifisert i punktlighetsanalyser verken internt i NSB, eller utført eksternt. Bredere metodebruk kunne føre til nye måter å se ting på og eventuelt nye måter å presentere årsaker på. Videre kan nytt datamateriale åpne for å bruke eksisterende metoder og verktøy på en annen måte. Spesielt er det interessant er å se på muligheten for å kombinere ulike typer data på nye måter slik at eventuelt nye sammenhenger kan åpenbare seg. Et annet moment er selvfølgelig å hente inn nye typer data for analyse. Ressursmessig bør dette i utgangspunktet være mer krevende enn å søke å kombinere eksisterende data på nye måter.

Studentarbeider er en viktig faktor i å bygge opp kompetansen rundt jernbanedrift i Norge. Slike arbeider bidrar også til økt interesse rundt fagfeltet, og kan i noen tilfeller bidra med nye synspunkter på allerede etablerte sannheter.

## Kapittel 4: Dataanalyse

I dette kapitlet blir det brukt empiri fra kjøreloggen til tog i pendelen Moss – Spikkestad. Det blir gjort et forsøk på å finne trender i datamaterialet ved å bruke ulike verktøy fra litteraturstudiet. I hovedsak blir det fokusert på to typer informasjon fra kjøreloggen; oppholdstid og ankomstforsinkelse. Først blir det sett på oppholdstid og da særlig forholdet mellom planlagt og faktisk oppholdstid, før man tar for seg ankomstforsinkelse og ser spesielt på sammenhengen mellom oppholdstid og ankomstforsinkelse. Det blir utviklet en lineær regresjonsmodell for å se på om det kan finnes en sammenheng mellom variablene ”Ankomstforsinkelse Spikkestad” og ”Oppholdstid Sandvika”. Dataene for planlagt oppholdstid er hentet fra Nils Olssons ”Notat om stasjonsopphold” pr 28.2.2005.

Ved hjelp av kjøreloggen kan man måle stasjonsopphold for hvert tog ved at den angir tidspunkt da toget kommer til en full stopp, og tiden det starter igjen. Dataene fra kjøreloggen kan også gi informasjon om kjøretid, men det vil i den følgende analysen fokuseres på oppholdstid og ankomstpunktlighet. Det bør kommenteres at med stasjonsopphold menes det i dette tilfelle tiden fra toget er kommet til en fullstendig stopp til det begynner å bevege seg igjen, ikke tid mellom dørene er åpnet til de er lukket igjen.

Det er brukt data fra følgende tog i denne analysen:

<b>Pendelen Moss - Spikkestad</b>								
<b>Tog: 72</b>								
<b>Tog</b>	1102	1106	1110	1114	1116	1118	1122	1124
<b>Antall</b>	4	1	1	1	3	1	1	4
<b>Tog</b>	1126	1130	1132	1134	1138	1140	1142	Sum
<b>Antall</b>	2	1	2	2	1	2	2	28

**Tabell 9 – Tognummer og data**

Togene er fordelt over følgende tidsrom:

<b>Dato</b>	<b>Togtype</b>				
<b>19.12.2004</b>	Tognr. 1116	Tognr. 1141	Tognr. 1125	Tognr. 1132	
<b>20.12.2004</b>	Tognr. 1134	Tognr. 1143			
<b>21.12.2004</b>	Tognr. 1102 (D)	Tognr. 1126 (D)			
<b>22.12.2004</b>	Tognr. 1102	Tognr. 1114	Tognr. 1123	Tognr. 1130	Tognr. 1138
<b>23.12.2004</b>	Tognr. 1116	Tognr. 1125	Tognr. 1132	Tognr. 1141	
<b>24.12.2004</b>	Tognr. 1110 (D)	Tognr. 1116	Tognr. 1125		
<b>28.12.2004</b>	Tognr. 1102	Tognr. 1125			
<b>29.12.2004</b>	Tognr. 1106	Tognr. 1118	Tognr. 1134	Tognr. 1143	
<b>30.12.2004</b>	Tognr. 1102				

**Tabell 10 – Tidsperiode for observasjoner, (D) står for dobbelttog**

Det finnes ikke et likt antall observasjoner verken med hensyn på dato, stasjon, eller tid på dagen. Dette kan skyldes faktorer som at det ikke går et jevnt antall tog pr dag eller tidsrom, feil i måleutstyret, antall stopp for hvert tog etc. I det følgende er det i stor grad brukt gjennomsnittstider for stasjonsopphold for å prøve å vise tendenser i datamaterialet.

## 4.1 Kvalitet av datamaterialet

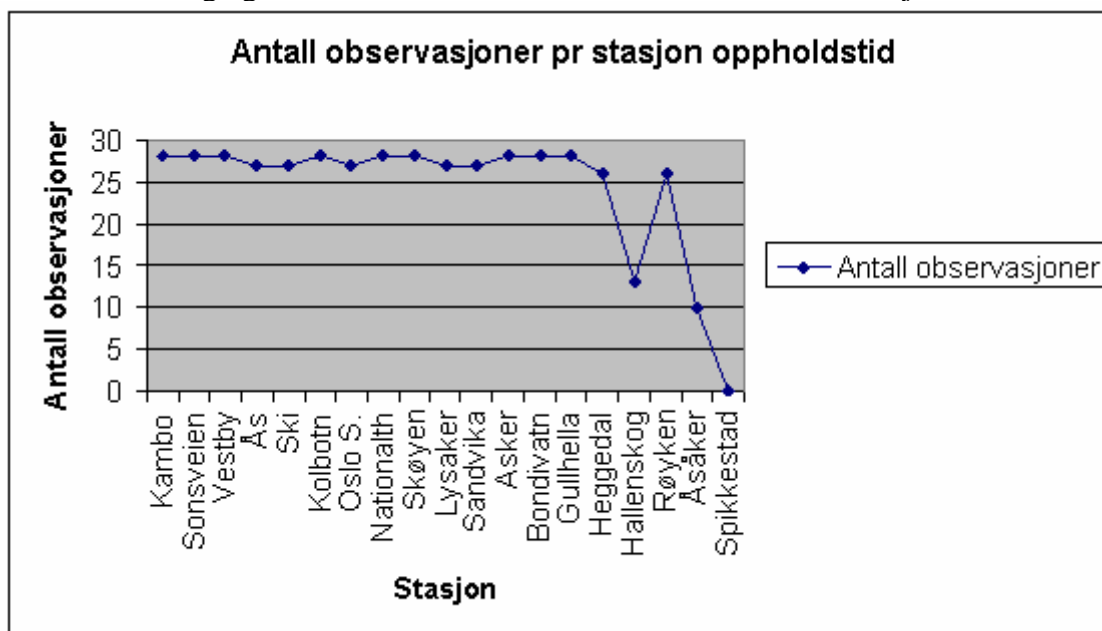
### 4.1.1 Feilkilder

Som man kan se av Tabell 9 finnes det ikke et likt antall observasjoner for hver dato. Det betyr at det kan i utgangspunktet være feil å sammenligne datoer direkte når man ser på trender, rett og slett for de datoer med få avganger vil variasjoner gi store utslag. Videre spenner datamaterialet over en relativt kort tidsperiode.

En annen viktig feilkilde er at alle diskusjoner rundt materialet er gjort uten at man selv har vært til stede og observert de driftsmessige forholdene. Det sier seg da selv at det er mulig å fokusere på ting som er uviktige og se bort fra ting som er viktige rett og slett fordi man ikke kjenner godt nok til forholdene. Likevel kan et på den andre være positivt å se på ting med ”nye øyne”.

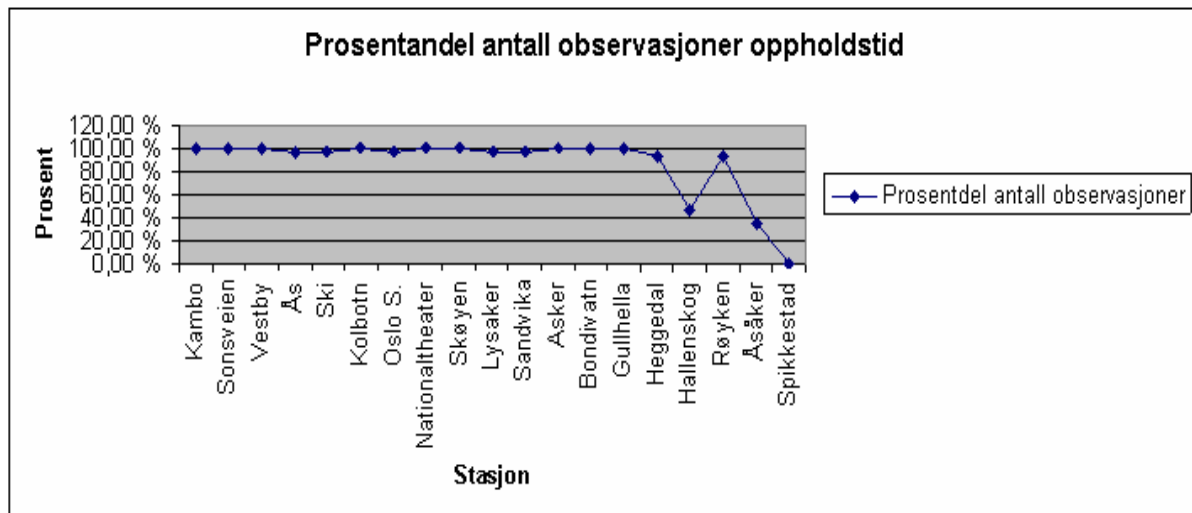
### 4.1.2 Oppholdstid

I Figur 18 er det vist antall observasjoner for oppholdstida for hver stasjon i pendelen summert for alle tog og alle datoer. Det maksimale antallet er 28 observasjoner.



Figur 18 – Kvalitet av datamaterialet – antall observasjoner oppholdstid

I Figur 19 er det vist den samme fordelingen som i Figur 19, men denne gangen i prosentandeler av 28 observasjoner.



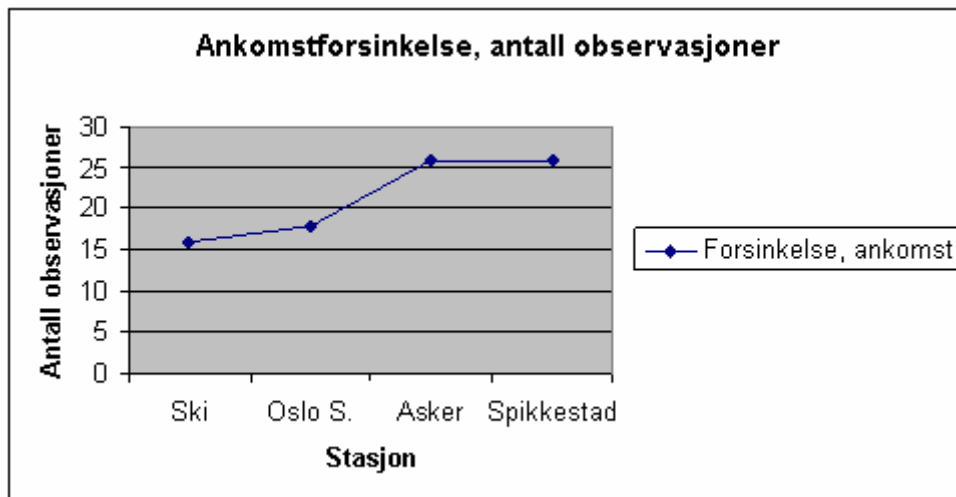
Figur 19 – Kvalitet av datamaterialet – prosentandel observasjoner oppholdstid

Som man kan se eksisterer det ikke er likt antall observasjoner for alle stasjonene. Dette kan gi utslag når man beregner gjennomsnittsverdier fordi datagrunnlaget er for lite. Samtidig må man være oppmerksom på at en eventuell direkte sammenligning av dataene ikke nødvendigvis er gyldig av samme grunn.

Årsaken til at det ikke finnes et likt antall observasjoner er ukjent, men det er kjent at toget i denne pendelen kun stopper på Hallenskog og Åsaker ved behov.

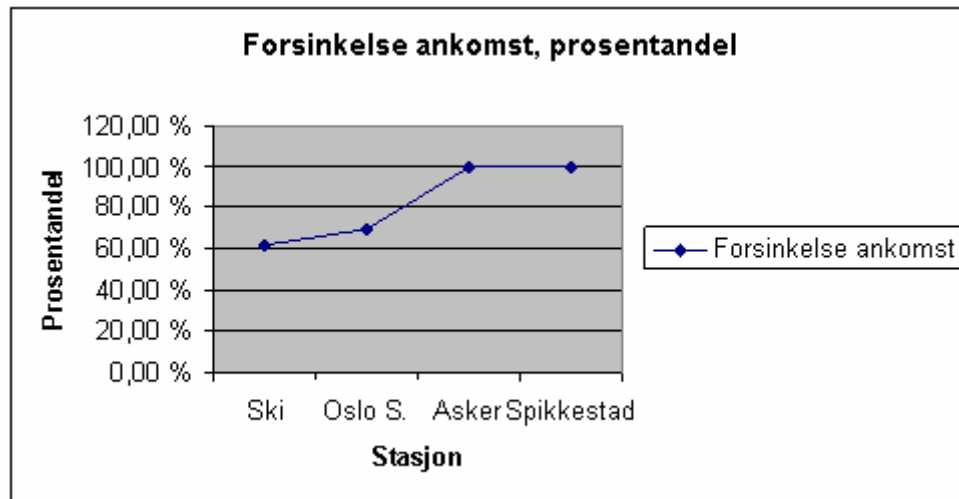
#### 4.1.3 Ankomstforsinkelse

I Figur 20 er det vist på samme måte som for oppholdstida, antall observasjoner for ankomstforsinkelsen fordelt på de fire ulike stasjonene de eksisterer data for summert for alle togtyper og datoer. Det maksimale antallet er 26.



Figur 20 – Kvalitet av datamaterialet – antall observasjoner ankomstforsinkelse

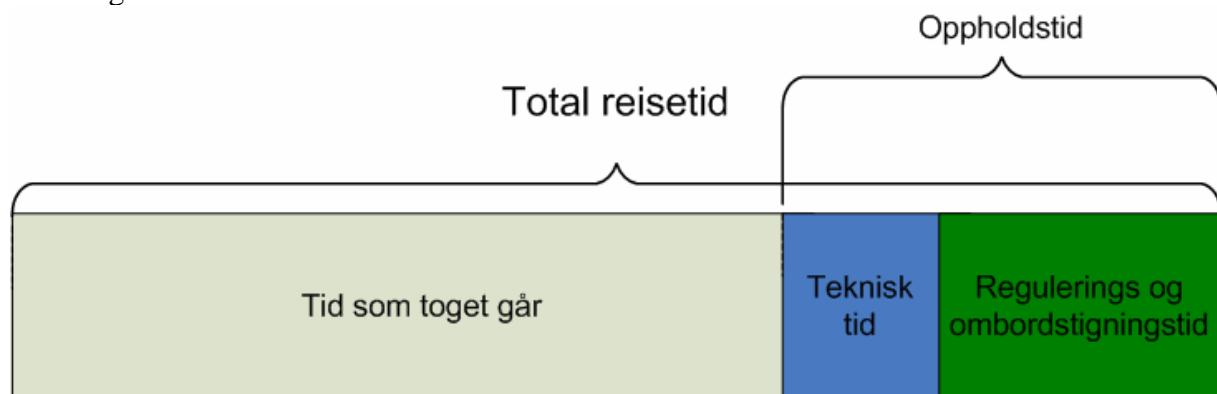
I Figur 21 ser man den samme illustrasjonen som i Figur 20, men denne gangen angitt som en prosentandel av det totale andel observasjoner.



Figur 21 – Kvalitet av datamaterialet – prosentandel observasjoner ankomstforsinkelse

## 4.2 Oppholdstid

Heinz (2003) definerer den totale reisetid for et tog som en komponent som igjen består av ”tid som toget går”, ”teknisk tid” og ”regulerings- og ombordstigningstid”, der de to siste komponentene danner det som kan kalles ”oppholdstid”. De forskjellige tidskomponentene er vist i Figur 22.



Figur 22 – Total reisetid og oppholdstid

Denne oppholdstiden kan i følge Heinz(2003) igjen deles opp i 7 forskjellige komponenter:

1. Tog stopper
2. Kontroll prosedyre (kan for eksempel være en kontroll for om hele toget er inne på plattformen)
3. Dørene åpner
4. Av- og påstigning
5. Eventuell ventetid før avgang i henhold til rutetabellen
6. Kontroll prosedyre (for eksempel å forsikre seg om at ingen dører er blokkert)
7. Dørene stenger
8. Endelig klarering og avgang

Dataene som er tilgjengelig fra kjøreløgen i denne analysen omfatter alle tidskomponenter fra punkt 1 til 8, eller fra motoren er slått av til den er slått på igjen. Et mer korrekt mål for oppholdstiden kunne være fra punkt 3 til punkt 7, altså fra dørene åpner til de stenger, siden dataene fra kjøreløgen ikke nødvendigvis gir et nøyaktig bilde av hvor lang tid det tar å få passasjerer av og på toget. På den måten kan det videre ligge en feilmargin i det følgende der

man sammenligner rush/ikkerush og vanlige datoer/røde dager siden man ikke har den nøyaktige tidsdifferansen fra når dørene åpner til de stenger.

#### 4.2.1 Gjennomsnitt og standardavvik

Tabellen under viser gjennomsnittet for alle tog ved alle datoer med tilhørende standardavvik. Planlagt oppholdstid er vist ved siden av. Som man kan se ligger ingen av de gjennomsnittlige oppholdstidene innenfor de planlagte oppholdstidene for de ulike stasjonene.

Stasjon	Gjennomsnitt (observert material)	Standardavvik (observert materiale)	Planlagt opphold
<b>Moss</b>			
Kambo	31,4	6,4	30
Sonsveien	37,3	8,7	20
Vestby	58,6	28,2	30
Ås	52	14,2	20
Ski	91,7	47,3	60
Kolbotn	58,9	27,8	30
Oslo S	139,6	61,2	120
Nationaltheateret	48,1	11,7	30
Skøyen	52	20	30
Lysaker	48,9	26,2	30
Sandvika	41,3	13,8	30
Asker	55,1	19,4	120
Bondivatn	29,7	7,7	20
Gulhella	29	7,5	20
Heggedal	38,3	12,4	180
Hallenskog	33,1	11,1	20
Røyken	33,7	10,6	20
Åsåker	31,4	6,3	20
<b>Spikkestad</b>			

Tabell 11 – Gjennomsnitt, standardavvik og planlagt oppholdstid for alle stasjoner i pendelen

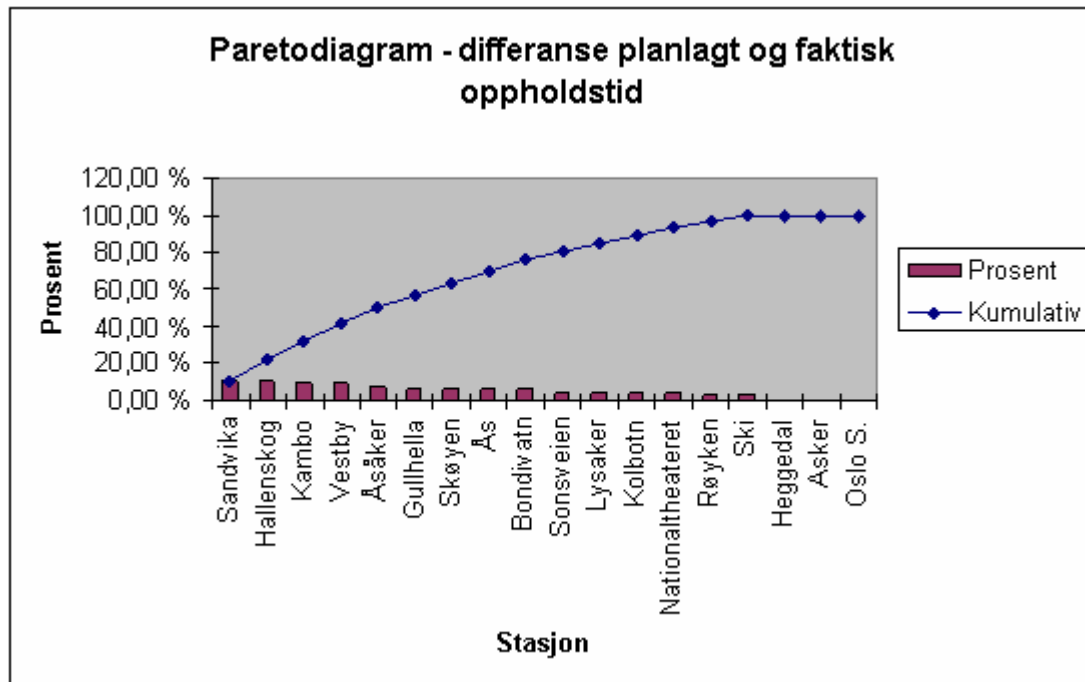
#### 4.2.2 Planlagt oppholdstid mot faktisk oppholdstid

I dette avsnittet presenteres den faktiske oppholdstiden mot den planlagte oppholdstiden i form av Pareto diagram og histogram. Hensikten med å vise oppholdstiden i et Pareto diagram er for å forsøke å finne om noen stasjoner er ”problemstasjoner”, med andre ord om de står for en uforholdsmessig stor del av stasjonsoppholdene i forhold til det som er planlagt. Histogrammene viser fordelingen av stasjonsoppholdene i forhold til det som var planlagt.

##### a) Pareto diagram

I Figur 23 har man forsøkt å identifisere en eventuell ”problemstasjon” med et Pareto diagram. De stasjonene der den gjennomsnittlige oppholdstida ligger under den planlagte er

dette indikert som null i diagrammet. Pareto diagrammet indikerer ikke at det finnes noen stasjon som utmerker seg store avvik fra den planlagte oppholdstida sett i forhold til de andre stasjonene.



Figur 23 - Paretodigram - differanse faktisk og planlagt opphold

Et annet interessant moment som kunne vært undersøkt nærmere er om det går an å identifisere et "problemtog" hvis man sammenligner de faktiske oppholdstidene sortert på tognummer med de planlagte.

## b) Histogram

I dette avsnittet har man sortert de observerte oppholdstidene på hver stasjon i intervaller på 10 sekunder. Den planlagte oppholdstiden er også tatt med. Hensikten med å utarbeide disse histogrammene er todelt. For det første ønsker man å se om oppholdstidene fordeler seg normalt rundt en middelværdi. For det andre er det ønskelig å illustrere forholdet mellom det planlagte oppholdet og det faktiske oppholdet grafisk. Gjennomsnitt og standardavvik for oppholdstidene er vist i Tabell 11. Histogrammene er vist i Vedlegg F.

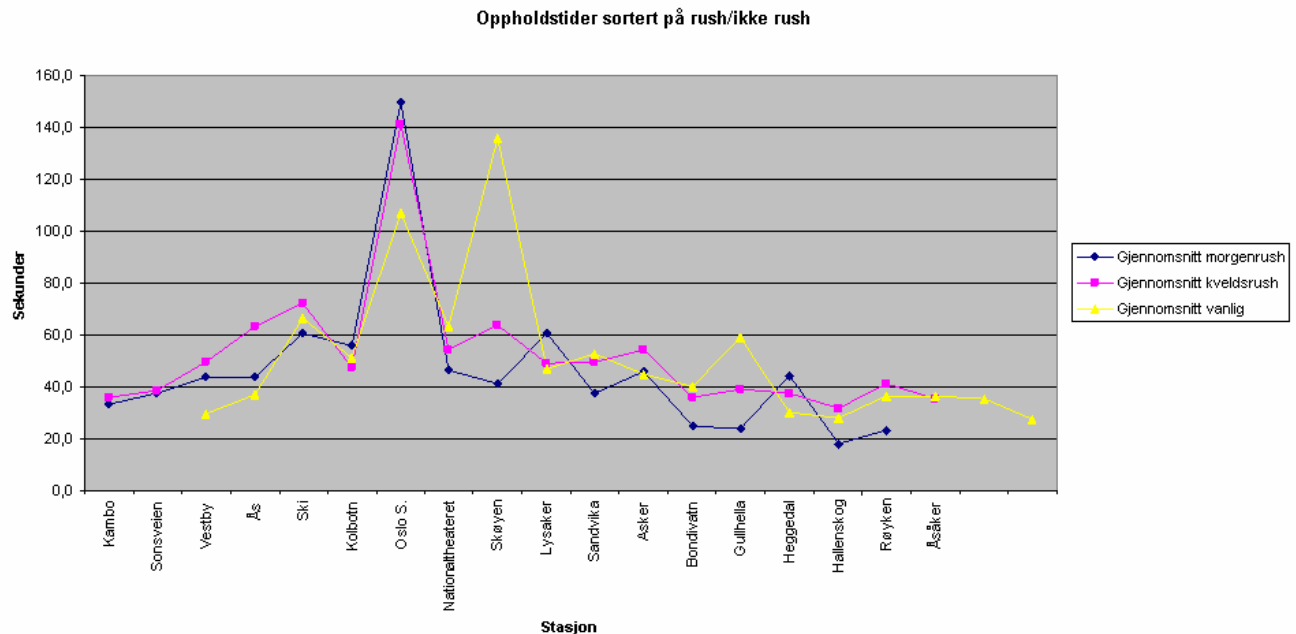
Som man kan se av histogrammene i Vedlegg F er det naturlig å trekke den slutning at de faktiske oppholdstidene generelt ligger over de planlagte oppholdstidene. Denne slutningen kan i alle fall sies å være gyldig for planlagte oppholdstider på mindre enn 120 sekunder. Når man da har sett at det finnes en generell trend til at oppholdstidene er for høye i forhold til det som er planlagt, vil det være interessant å søke svar på spørsmålet: "Hva har det å si for ankomstforsinkelsen at man har lang oppholdstid ved en foregående stasjon?" Dette spørsmålet kan man prøve å få svar på ved undersøke korrelasjonsfaktorer mellom variablene "oppholdstid" og "ankomstforsinkelse".

### 4.2.3 Trender

I dette avsnittet blir det presentert to ulike trenddiagrammer for å vise eventuelle trender i dataene for oppholdstid.

### a) Forskjell i oppholdstid i rush/ikke rush

I Figur 24 er det vist utviklingen i oppholdstid for de ulike stasjonene sortert på *rush*, *kveldsrush* og *ikkerush*. Med morgenrush menes i denne oppgaven alle tog som har avgang fra Oslo S. innen intervallet 06.00 – 08.30, med kveldsrush menes de togene som har avgang fra Oslo S. innen intervallet 15.00 – 18.00. Ikkersuh er alle tog som faller utenfor denne kategorien. Grunnen til at det er valgt en oppdeling i morgenrush og kveldsrush er at observasjonene ikke er like på disse to tidspunktene. Det vil si at det ikke finnes et likt antall observasjoner. Det fører igjen til at det ikke er korrekt å slå sammen de to gruppene med observasjoner.



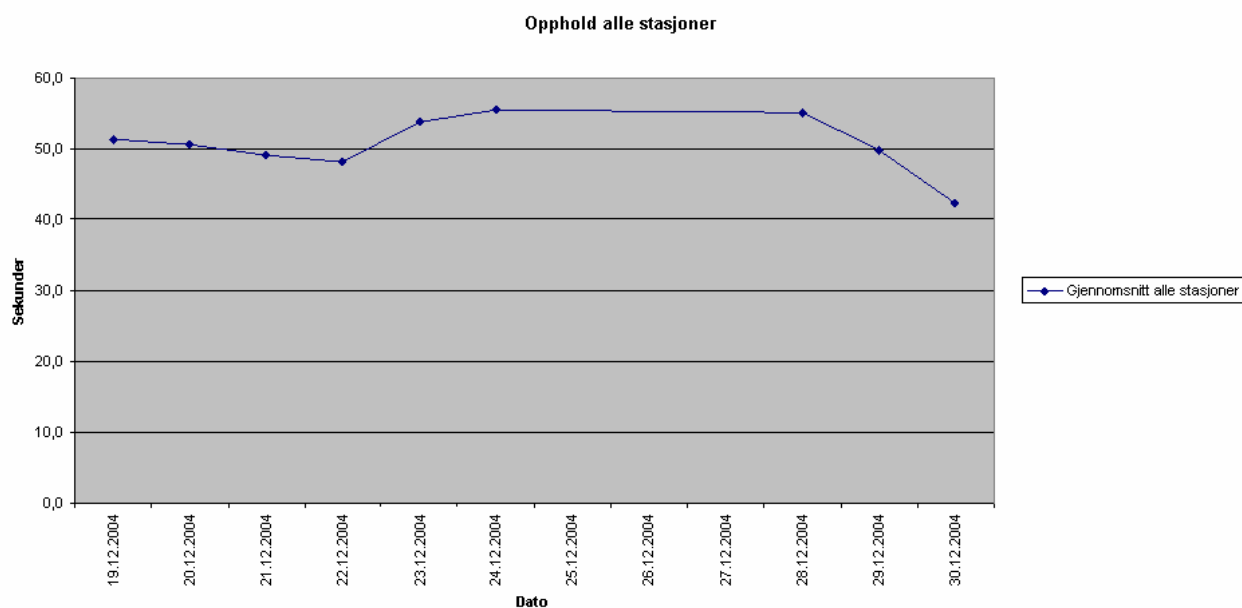
**Figur 24 – Oppholdstider sortert på rush/ikkerush**

Det er vanskelig på bakgrunn av trenddiagrammet i Figur 24 å se noen generell tendens, med unntak av for Oslo S., til at oppholdstid ligger generelt høyere i rush enn ikkerush.

### b) Forskjell i oppholdstid med hensyn på dato

I Figur 25 er alle observasjonene for oppholdstid samlet og sortert på dato. For å prøve å vise en eventuell tendens til om oppholdstidene øker på spesielle datoer har man regnet ut ett gjennomsnitt for alle tog, og plottet de med hensyn på dato. Kalenderen for den aktuelle

perioden er vist i Vedlegg E.



**Figur 25 – Gjennomsnittlig opphold alle stasjoner etter dato**  
Oppholdstidene viser en tendens til å øke for datoene 23.12, 24.12 og 28.12.

### 4.3 Ankomstforsinkelse

Det er også mulig å hente ut ankomstforsinkelse for fire stasjoner fra datamaterialet siden disse fire stasjonene har en angitt ankomsttid i rutetabellen. Ankomstforsinkelsen er angitt i sekunder ved differansen i oppgitt ankomsttid i rutetabellen med faktisk ankomsttid.

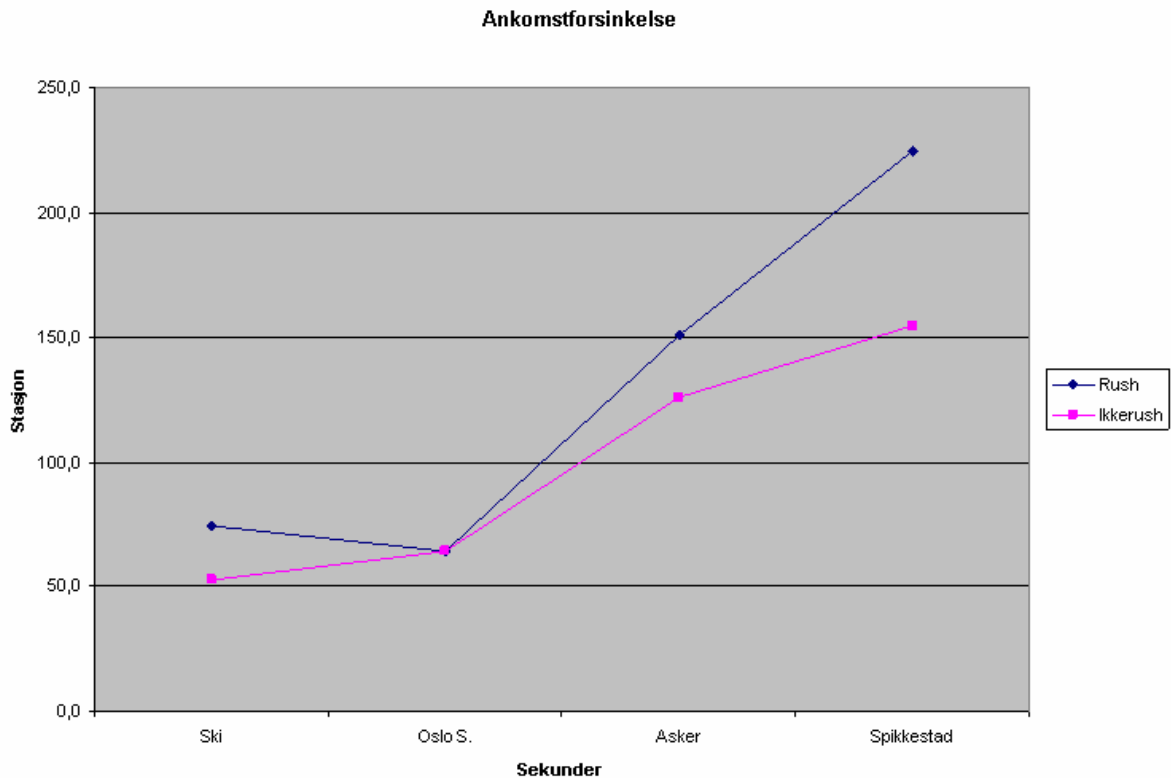
#### 4.3.1 Gjennomsnitt og standardavvik

Stasjon	Gjennomsnitt	Standardavvik
Ski	37,1	57,1
Oslo S.	39,0	73,8
Asker	126,8	114,2
Spikkestad	146,5	125,3

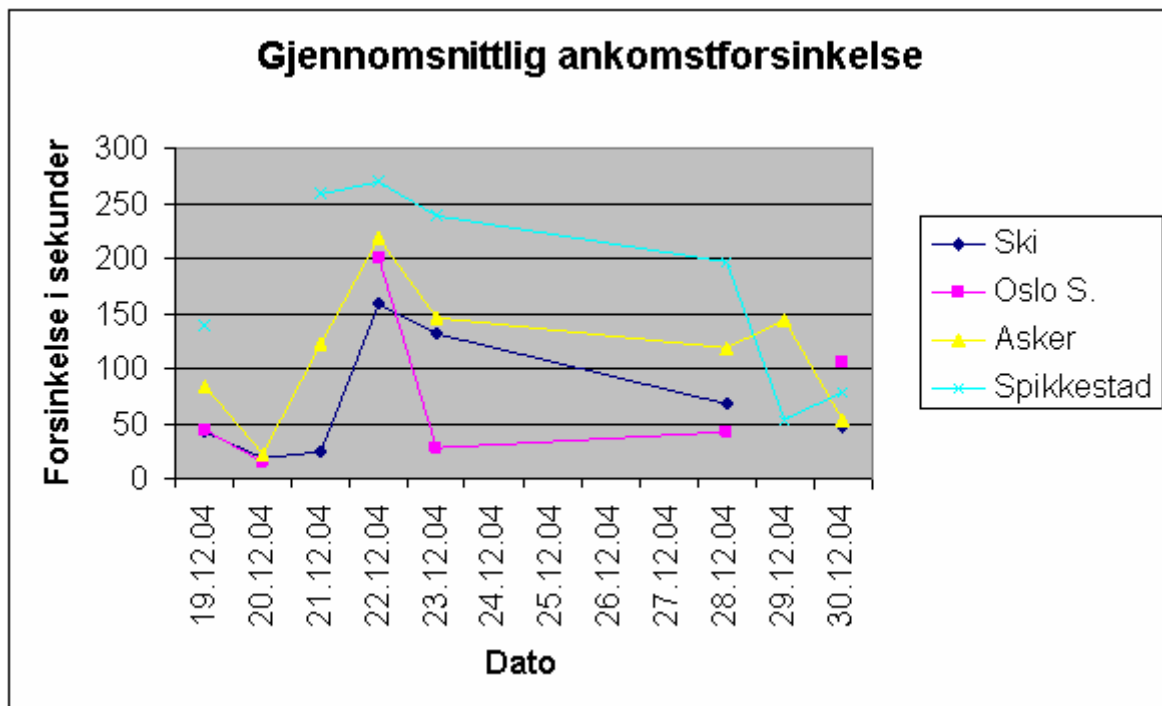
**Tabell 12 – Gjennomsnitt og standardavvik, ankomstforsinkelse**

Tabellen viser at alle fire stasjoner har en gjennomsnittlig ankomstforsinkelse som ligger innenfor det aksepterte 3 minutters intervallet. For alle stasjoner har man likevel et relativt stort standardavvik. Det tyder på at prosessen varierer mye og at gjennomsnittet ikke er noe godt mål.

I Figur 26 og Figur 27 er den gjennomsnittlige ankomstforsinkelsen vist henholdsvis for rush/ikkerush og over tidsperioden.



Figur 26 – Gjennomsnittlig ankomstforsinkelse for alle tog og alle dager



Figur 27 – Gjennomsnittlig ankomstforsinkelse, datoer

Den gjennomsnittlige ankomstforsinkelsen ser ut til å være høyere i rush enn i ikke-rush og det ser ut som den når sin topp 22.12.2004 for alle stasjoner.

#### 4.4 Korrelasjon mellom ankomstforsinkelse og oppholdstid

For å prøve å finne en sammenheng mellom ankomstforsinkelse for de fire ulike stasjonene nevnt under punkt 4.1.3 Ankomstforsinkelse, har man regnet ut den lineære

korrelasjonsfaktoren for de to variablene ”Ankomstforsinkelse” og ”Oppholdstid”. Resultatet er vist i tabellform i Vedlegg G. Korrelasjonskoeffisientene er beregnet i Microsoft Excel

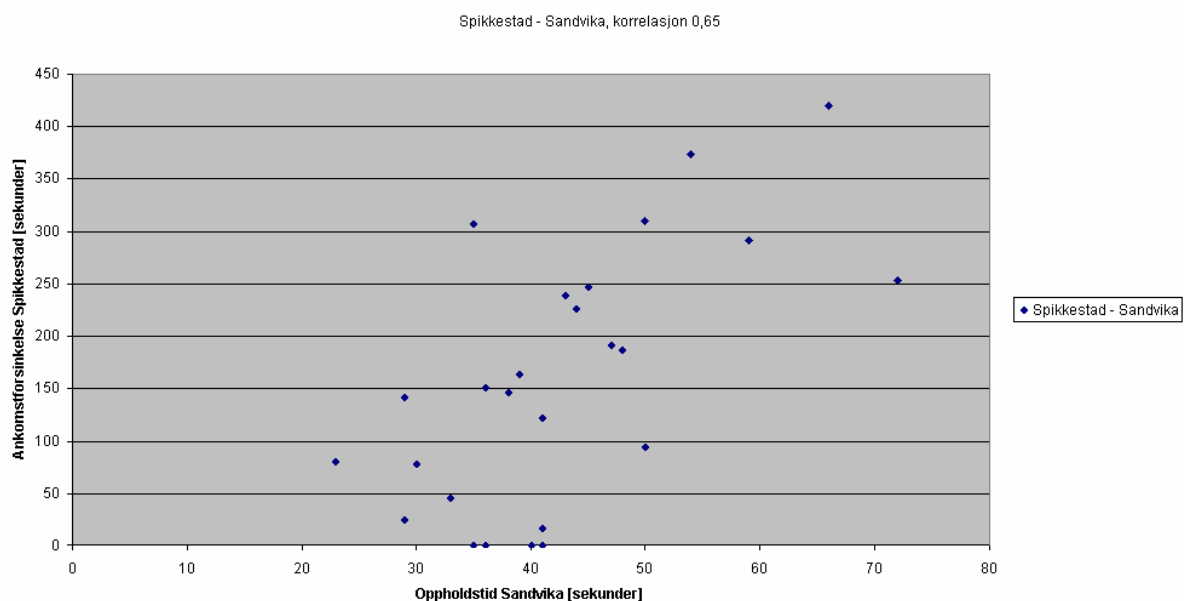
etter følgende formel: 
$$Korrelasjon(X, Y) = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}} \quad (1.8)$$

Det som er interessant å merke seg er de som viser en eventuell signifikant positivt lineær korrelasjon. Det kan for disse i tilfelle være snakk om en sammenheng mellom ankomstforsinkelsen og oppholdstiden. I Tabell 4 ble korrelasjonsverdier over 0,8 definert som en sterk korrelasjon, mens verdier mellom 0,2 og 0,8 som en mulig korrelasjon. Vi er i dette tilfellet kun interessert i positive korrelasjoner.

Kryssplott for alle ankomstforsinkelser og oppholdstider som viste en positiv lineær korrelasjonsfaktor på over 0,3 er vist i Vedlegg H.

### 4.5 Lineær regresjonsanalyse

Korrelasjonsanalysen og kryssplottene viser at det kan finnes en mulig lineær sammenheng mellom ankomstforsinkelse endestasjon, Spikkestad, og oppholdstid ved Sandvika stasjon på grunn av en relativt høy lineær korrelasjonsfaktor på 0,65. For å undersøke dette forholdet nærmere er det mulig å bruke lineær regresjonsanalyse. Microsoft Excel gir oss muligheten til å utføre en lineær regresjonsanalyse. Merk her at man antar at dataene er normalfordelt før man kan utføre en lineær regresjonsanalyse. Denne antagelsen er ikke nødvendigvis gyldig.

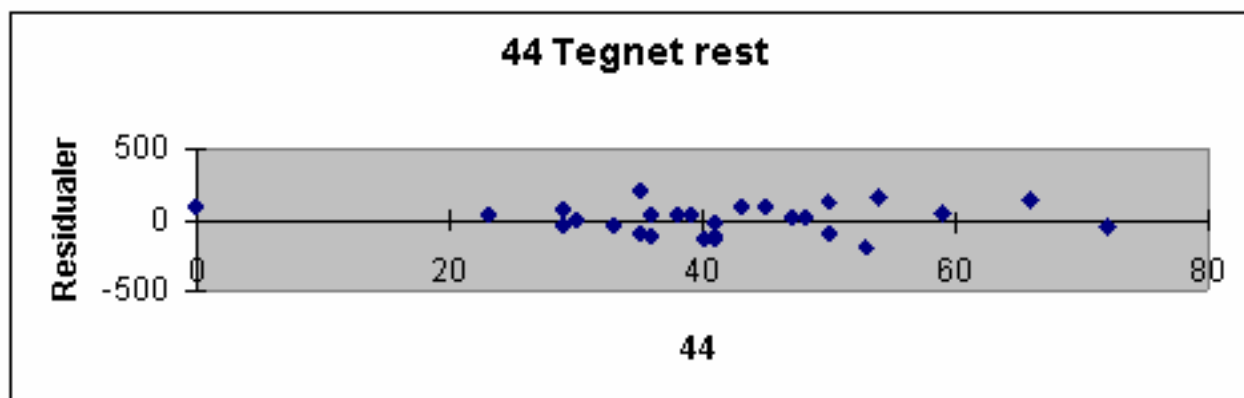


Figur 28 – Kryssplott ankomstforsinkelse Spikkestad og oppholdstid Sandvika

I Figur 28 er det vist kryssplottet for de to variablene ”Oppholdstid Sandvika” og ”Ankomstforsinkelse Spikkestad”. Det man altså ønsker å undersøke nærmere er om det finnes en sammenheng mellom ankomstforsinkelsen Spikkestad og oppholdstida på Sandvika stasjon.

Før man starter regresjonsanalysen er det nødvendig å se på det såkalte *residualplottet* for datamaterialet. En residual er forskjellen på en y – verdi og den verdien regresjonslinja

predikerer. Hvis man plotter disse residualene på y – akse mot de på x – akse i et spredningsdiagram får man det som kalles er residualplott. Residualplottet hjelper oss å se hvor godt regresjonslinja beskriver data.



Figur 29 - Residualplott

Residualplottet for denne regresjonsanalysen er vist i Figur 29. Som man kan se av Figur 29 ligger 13 over regresjonslinja og 9 under. Resten ligger omtrent på regresjonslinja, men det virker som om flere ligger over en under. Dette kan tyde på at det ikke nødvendigvis eksisterer en lineær sammenheng mellom variablene.

Oppsummeringen av regresjonsanalysen utført i Microsoft Excel resulterer i det følgende gjengitt i Tabell 13.

	Koeffisienter	Standardfeil	t-Stat	P-verdi	Nederste 9 %	Øverste 95%	Nedre 95,0%	Øverste 95,0%
Skjæringspunkt	-74,8237666	62,7712379	-1,19200719	0,24402519	-203,8518928	54,2043595	-203,851893	54,20435952
X-variabel 1	5,35614993	1,44388929	3,70952951	0,00099252	2,388193017	8,32410684	2,38819302	8,324106837

Tabell 13 – Excel resultat fra lineær regresjon

I første kolonne ser man henholdsvis skjæringspunktet for regresjonslinja med y – akse og stigningsforholdet til regresjonslinja. Den fjerde kolonnen viser signifikansnivået, hvor stor er sannsynligheten for at koeffisienten er så stor som man har beregnet viss det er bare tilfeldigheter man observerer.

I Tabell 14 vises regresjonsstatistikken fra Excel. Det som er viktig å legg merke til er den justerte R-kvadrat verdien. Den er korrigert for antall parametere siden multippel R kvadrat alltid vil øke hvis man legger til flere parametere i modellen. Dette er fordi en modell vil alltid en bedre tilpasning til observasjonene dess flere parametere man benytter.

Regresjonsstatistikk	
Multippel R	0,58854097
R-kvadrat	0,34638047
Justert R-kvadrat	0,32023569
Standardfeil	104,419524
Observasjoner	27

Tabell 14 – Regresjonsstatistikk fra Excel

#### 4.5.1 Fortolkning av resultater

Fra Tabell 13 kan man se koeffisientene for den lineære modellen i kolonne 2. Middelverdiene for disse koeffisientene er henholdsvis -74,82 og 5,36. Signifikansnivået er 24 % for skjæringspunktet og 0,1 % for stigningskoeffisienten. Det betyr at *viss* man hevder det er en lineær sammenheng mellom "Ankomstforsinkelse Spikkestad" og "Oppholdstid Sandvika", er det  $100\% - 0,1\% = 99,9\%$  sannsynlighet for at det stemmer etter modellen.

Fra Tabell 14 finner man Justert R – kvadrat til å være lik 0,32. Det betyr at man i modellen har tatt med eller forklart, 32 % av all variasjon i "Ankomstforsinkelse Spikkestad" med "Oppholdstid Sandvika". En rimelig tolkning er derfor at det finnes andre forhold som er viktig for ankomstforsinkelsen på Spikkestad stasjon enn oppholdstida på Sandvika stasjon.

Residualplottet tyder på at feilene fordeler seg relativt jevnt over og under regresjonslinja; 13 over, 9 under og resten omtrent på regresjonslinja. Det betyr at det er ingen grunn til å forkaste den lineære regresjonsmodellen.

#### 4.5.2 Feilkilder

Først og fremst er alle analyser som dette avhengig av kvaliteten på dataene som kommer inn. I denne regresjonsanalysen er dataene for oppholdstid og ankomsttid slått sammen for alle datoer, tid på døgnet og type tog. Det betyr at det kan finnes en lineær sammenheng mellom enkelte datapunkter for eksempel for en viss tidsperiode, mens for en annen tidsperiode finnes det ikke en lineær sammenheng. Denne feilkilden skyldes i stor grad antall observasjoner. Det finnes ikke nok antall observasjoner til å gjøre denne oppdelingen av dataene i ulike grupper eller kategorier.

Videre finnes det selvfølgelig en feilkilde i å skille mellom det som Aune (2001) kaller tilfeldig og systematisk variasjon. En mulig måte å bli kvitt den tilfeldige variasjonen på er å gjenta målingene mange ganger for så å ta middelverdien av alle målingene.

Datapunkter som ikke passer inn er også tatt med i regresjonsanalysen; det vil si at det ikke er gjort noen form for granskning for å se på de datapunktene som eventuelt ikke passer inn med den generelle trenden.

#### 4.5.3 Diskusjon av modellen

Regresjonsmodellen viser at det kan finnes en lineær sammenheng mellom ankomstforsinkelsen til Spikkestad stasjon og oppholdstida ved Sandvika stasjon. Likevel viser analysen også at det er rimelig og anta at det finnes andre forhold, eller variabler, som kan forklare variasjonen i ankomstforsinkelsen til Spikkestad stasjon enn oppholdstida ved Sandvika stasjon. For eksempel kan det være nyttig å merke seg at man i Vedlegg G kan se at "oppholdstid Sandvika" og "ankomstforsinkelse Asker" viser en mye svakere korrelasjon (0,31) enn "oppholdstid Sandvika" og "ankomstforsinkelse Spikkestad" (0,65). Det er da ikke noen rimelig grunn til å tro at oppholdstida ved Sandvika stasjon skal påvirke ankomstforsinkelsen til Spikkestad stasjon i større grad.

Residualplottet tyder på den lineære modellen er rimelig bra.

Man bør gå tilbake til kryssplottet for "Ankomstforsinkelse Spikkestad" og "Oppholdstid Sandvika" for å se på datapunkter som ikke passer inn med de andre. Først og fremst er det viktig å se på hva som kjennetegner disse dataene. Finner man ingen kjennetegn ved disse

dataene som avviker fra de andre kan det være mulig å forkaste de slik at den lineære modellen kan eventuelt passe bedre. Kryssplottet bør undersøkes for datapunkter som kan grupperes. Det er ikke rimelig å anta en slik gruppering vil være særlig hensiktsmessig i dette tilfellet siden det eksisterer så få observasjoner, men det kan likevel være interessant å se på ”bak” målingene for å finne ut hva som kjennetegner de. En eventuell gruppering kunne resultere at det ville være mulig å konstruere separate regresjonsmodeller for grupper av data.

#### ***4.6 Oppsummering***

- Alle faktiske gjennomsnittlige oppholdstider ligger over planlagt med unntak av Heggedal.
- Det er ikke mulig å identifisere en spesiell ”problemstasjon” på grunnlag av det tegnede Pareto diagrammet.
- Histogrammene for oppholdstid tyder på at de er noenlunde normalfordelt, men er skeivfordelt i forhold til planlagt oppholdstid.
- Det er ikke mulig å se noen generell tendens til at tog i rushtid har lengre oppholdstid enn de som går utenom rushtid.
- Oppholdstidene for datoene 23.12, 24.12 og 28.12 tenderer til å være høyere enn for de andre dagene.
- Ankomstforsinkelsen øker utover i pendelen mot endestasjon. Ankomstforsinkelsen har et relativt stort standardavvik.
- Ankomstforsinkelsen i rushtid ser ut til å være høyere enn i ikke-rush.
- Ankomstforsinkelsen når sin topp den 22.12.2004 for alle stasjoner.
- Den lineære regresjonsmodellen tyder på at det kan finnes en sammenheng mellom ankomstforsinkelsen til Spikkestad stasjon og oppholdstida ved Sandvika stasjon, men den viser også at kan være andre variabler som spiller inn.

#### ***4.7 Konklusjon***

I det følgende blir det diskutert om det går an å trekke noen konklusjoner ut fra datamaterialet.

En generell tendens som går igjen i hele datamaterialet er at de planlagte oppholdstidene sammenfaller i liten grad med de faktiske oppholdstidene. Dette kan tyde på at de planlagte er urealistiske, eller de blir brukt mer veiledende enn som norm. En annen grunn kan også være at eventuelle forsinkelser hentes inn på oppholdstidene. Andre funn som støtter opp om dette er histogrammene for oppholdstid som viser at de fordeler seg skeivt i forhold til det som er planlagt.

Perioden for datamaterialet er for kort til å vise noen *generell tendens* til om oppholdstiden øker for såkalte ”røde dager”, men man kan se en tendens til at de gjør det for den perioden dette materialet er hentet fra.

Ankomstforsinkelsen har store standardavvik i forhold til gjennomsnittet. Det kan tyde på at prosessen er ute av kontroll, men det kan også skyldes at gjennomsnittet er et dårlig mål på grunn av få observasjoner.

Det er vanskelig å trekke noen entydig konklusjon ut fra korrelasjonsanalysen. Noen av verdiene antyder at det kan finnes en sterk lineær korrelasjon mellom noen av ankomstforsinkelsene og oppholdstidene, men disse verdiene bør kun brukes som en indikasjon. På grunnlag av denne indikasjonen kan man da eventuelt undersøke om denne

sammenhengen virkelig eksisterer, eller det for eksempel skyldes en tredje variabel som ikke er undersøkt.

En mulig forklaring på at ankomstforsinkelsen på Spikkestad stasjon viser en generell tendens til positiv korrelasjon med noen oppholdstider kan være at det man måler med oppholdstid er antall passasjerer. Olsson & Haugland (2004) peker på antall passasjerer er en faktor som påvirker punktligheten. Det kan være rimelig å anta at mange passasjerer gir lange oppholdstider, som igjen gir høy ankomstforsinkelse. Dette datamaterialet inkluderer observasjoner fra såkalte "røde dager", tradisjonelt dager med et høyt antall passasjerer. Men det finnes også dager der man ikke skulle forvente et høyt antall reisende. Å direkte sammenligne disse to periodene er ikke nødvendigvis en god sammenligning.

#### ***4.8 Forslag til videre analyser***

De planlagte oppholdstidene bør undersøkes og verifiseres nærmere, særlig om de er korrekte og i hvilken grad de benyttes. Videre er det interessant å se på hvor mye slakk det finnes i kjøretiden mellom stasjonene.

For å eventuelt kunne trekke ytterlige konklusjoner bør det jobbes mer med kategorisering av dataene. Observasjonene bør kategoriseres etter for eksempel rush, ikkerush, røde dager etc. før man igjen undersøker korrelasjonen mellom ankomstforsinkelse og oppholdstid. På den måten kan man sikre at man sammenligner homogene data og forhåpentligvis komme fram til entydige resultater. Datamaterialet som er brukt i denne analysen er ikke nødvendigvis stort nok til å kunne en gjøre en slik kategorisering og fortsatt kunne trekke konklusjoner ut fra materialet. Man kunne da tenke seg et større antall observasjoner som spenner over en lengre tidsperiode.

Å måle antall passasjerer for så å knytte dette opp til hver enkel observasjon, kunne også vist seg svært nyttig. For det første kunne man eventuelt ha avdekket en sammenheng mellom økt oppholdstid og antall passasjerer. For det andre en eventuell sammenheng mellom antall passasjerer og tidsperiode. Disse sammenhengene kunne igjen rettfærdiggjort en kategorisering av dataene man ønsker å korrelere.

## Kapittel 5: Konklusjon

I det følgende blir det gjort et forsøk på å trekke eventuelle konklusjoner ut fra arbeidet med denne oppgaven.

Litteraturstudiet i kapittel 2 har vist at kvalitetsledelse i jernbanedrift, som i mange andre bransjer, i mange tilfeller handler om å kjenne behovet til kunden. Først når man kjenner forventning og behov til kunde er det mulig å nå målet om å produsere det samme som blir etterspurt. Spesielt for jernbanedrift er at det man benevner som produkt, er en tjeneste. Dette kompliserer på mange måter hva som er det virkelige behovet til kunden siden det kan være avhengig av et stort antall variabler. NSB bør forsøke å identifisere nærmere den relative viktigheten av kvalitetsfaktorene innenfor jernbanedrift sett i forhold til sine ulike produkter. Noen kvalitetsfaktorer innen jernbanedrift ble identifisert til å være: informasjon, sikkerhet, regularitet og punktlighet.

Et mer langsiktig og kontinuerlig fokus på punktlighetsarbeidet i NSB i tråd med TKL konseptet kunne vist seg å gi større avkastning på lengre sikt enn punktlighetsprosjekter. Det har blitt nevnt i denne oppgaven at det generelle fokuset rundt punktlighetsarbeidet som et punktlighetsprosjekt har hatt, har vist seg å gi positive ringvirkninger. Ved å jobbe mer med kontinuerlige modeller for punktlighetsoppfølging og å involvere hele organisasjonen, kan man kanskje holde dette fokuset til enhver tid. Noe som igjen kunne gi *kontinuerlige* positive effekter, ikke bare kortvarige.

Bruk av statistiske metoder er viktige først og fremst for å kunne verifisere og kvalitetssikre resultater. Derfor er det nødvendig at personellet som arbeider med forbedringsprosesser kjenner til både bruk, begrensninger og hvilke verktøy som er tilgjengelige. Men det er ikke metoden, eller verktøyet, som avgjør om resultatet blir bra. Det som kommer ut blir aldri bedre enn det som kommer inn. Mest mulig kvalitetsdata bør være tilgjengelig før man i det hele tatt starter en forbedringsprosess og i tråd med TKL konseptet bør man lytte til den som kjenner prosessen best. Erfaringsdata er minst like viktig som kontinuerlig måling av ankomstforsinkelser. For NSB kunne det vært interessant å etablere flere momenter som grunnlag for kontinuerlig oppfølging av punktligheten enn trenddiagrammer. De fleste verktøyene nevnt i denne oppgaven lar seg relativt enkelt ”automatisere”, slik at man bruker data som input og får ut det forhåndsdefinerte forholdet man ønsker å se på som output. Man snakker her om å automatisere analyse delen av verktøyet. Dette gjelder for eksempel Pareto diagram og histogrammer. Et tenkt scenario kunne være man at man automatisk plottet ulike typer Pareto diagrammer på samme måte som for trenddiagrammene som brukes i dag. Dette forutsetter at man har et bearbejdet datamateriale som grunnlag, noen som igjen forutsetter at man leter etter et bedre datagrunnlag. For verktøy som årsak / virkning analyse, vil det ikke være mulig å gjøre en slik automatisering siden selve analysen involverer personer.

De fleste metodene og verktøyene som er eksemplifisert i denne oppgaven, er eller har vært, brukt i punktlighetsarbeidet i NSB. Trenddiagrammer er identifisert brukt i nesten samtlige rapporter som er beskrevet i kapittel 3, i de fleste tilfeller som bakgrunnsmateriale for analyse. Det har også blitt nevnt at trenddiagrammer over tid brukes i det kontinuerlige punktlighetsarbeidet i NSB. Generelt kan det virke som om trenddiagrammer, Paretodiagrammer, XmR styringsdiagrammer og Årsak / Virkning analyse i form av fiskebeinsdiagram, har vært de hyppigste brukte verktøyene i punktlighetsprosjekter i NSB. En mulig forklaring på at disse verktøyene og metodene har vært hyppig brukt i NSBs punktlighetsprosjekter, er Birger Kvaaviks introduksjon av *faktabasert styring*.

Det kan virke som om det ligger en utfordring i å lete etter alternative måter å bruke de verktøyene og metodene identifisert i kapittel 2 på. Dataanalysen av pendelen Moss – Spikkestad viste at det ofte finnes mange årsaker til et problem og at man i mange tilfeller ikke kan finne årsaken uten å ha målt alle variablene. I den sammenheng er det viktig at man har et fullstendig og kategorisert datamateriale før man starter en analyse. Videre er det viktig at man måler de riktige dataene.

I kapittel 4 har man brukt histogrammer til å se at de faktiske oppholdstidene viser en tendens til å være lengre enn de planlagte, men oppholdstidene viser likevel ikke alt for store avvik og fordeler seg rundt en middelvei for de fleste stasjonene. Det har ikke vært mulig å vise at tog i rush har lengre oppholdstid enn de som går utenfor rush, men man fant en tendens til at den gjennomsnittlige oppholdstida gikk opp for noen såkalte ”røde” dager. Gjennomsnittsverdien for ankomstforsinkelsen viste at den ikke var noe særlig bra mål siden standardavviket var relativt stort. Det kan tyde på at prosessen er ute av kontroll, eller at gjennomsnittet ikke er et godt mål på grunn av få målinger. Ankomstforsinkelsen ser ut til å ”legge på seg” utover i pendelen og den ser ut til å være høyere i rushtid enn i ikkerush.

Den lineære regresjonsanalysen prøvde å bevise at det finnes en lineær sammenheng mellom de to variablene ”oppholdstid Sandvika” og ”ankomstforsinkelse Spikkestad”. Modellen som ble lagd viste seg å være bra, men modellen kan kun forklare at 32 % av variasjonen i den ene variabelen skyldes den andre. Det er derfor rimelig å anta at det finnes andre variabler som spiller inn på dette forholdet også.

Noen andre erfaringer som kom ut av analysearbeidet i kapittel 4 var at rutinene for oppholdstider på stasjoner bør, hvis det skal brukes systematisk, systematiseres bedre. Med det mener man å si at hvis man skal bruke avviket mellom planlagt og faktisk oppholdstid, bør man også bruke den planlagte oppholdstida mer aktivt. Videre bør oppholdstid relateres til andre variabler som antall passasjerer, tid på dagen, type tog, dato etc.

Det er også mulig å si at slakk i rutetabellen bør systematiseres og defineres bedre. Dette er selvfølgelig et kompleks tema som man i denne oppgaven ikke går nærmere inn, men det er viktig i prosessen med å bruke faktabasert styring at man har *fakta* å gå ut fra. Erfaringer er generelt vanskelig å måle og kan derfor sies å være vanskelig å styre med statistiske metoder.

Avslutningsvis kan man si at hensikten med denne oppgaven var først og fremst å kartlegge verktøy innen TKL. I litteraturstudiet i kapittel 2 har en del verktøy inne TKL blitt presentert, i kapittel 3 har man identifisert slike verktøy brukt i tidligere punktlighetsprosjekter før man til slutt gjennomførte en dataanalyse i kapittel 4 på pendelen Moss – Spikkestad, og tok i bruk Histogram, Pareto diagram, trenddiagram, kryssplott og lineær korrelasjonsanalyse.

## Kapittel 6: Referanser

### Bøker

Andersen, B. 1999: *Business Process Improvement Toolbox*, ASQ Quality Press, Milwaukee

Andersen, B. & Fagerhaug, T. 2000a: *Root cause Analysis: simplified tools and techniques*, ASQ Quality Press books, Milwaukee

Andersen, B. & Fagerhaug, T. 2002b: *Performance measurement explained: designing and implementing your state – of – the – art – system*, ASQ Quality Press, Milwaukee

Andersen, B. & Pettersen, Per – Gaute 1995: *Benchmarking: en praktisk håndbok*, TANO, Oslo

Aune, A. 2001: *Kvalitetsdrevet ledelse kvalitetsstyrte bedrifter*, Gyldendal, Oslo

Bissell, D. 1994: *Statistical methods for SPC and TQM*, Chapman & Hall, London

Deming, W. Edwards 1982: *Quality, productivity, and competitive position*, Cambridge, Massachusetts Institute of Technology

Draper, N. R. & Smith, H. 1966: *Applied Regression Analysis*, Wiley, New York

Holme, I. M. & Solvang, B. K. 1998: *Metodevalg og metodebruk*, TANO Aschehoug, Oslo.

Karlöf, B. 1993a: *Benchmarking: veiviser til forbedret produktivitet og kvalitet*, Gyldendal, Oslo

Kvalfors, T. 1998: *Kvalitetsutvikling i Bedrifter*, Cappelen Akademiske Forlag, Oslo

Rothery, B. 1992: *ISO 9000*, Universitetsforlaget AS, Oslo

Rosander, A. C. 1985: *Applications of Quality Control in the Service Industries*, MARCEL DEKKER, INC., ASQC Quality Press, New York

Sandholm, L. 1995: *Kvalitetsstyrning med total kvalitet*, Studentlitteratur, Lund

Sjöstrand, H. 1999: *Värdering av kvalitet i lokal kollektivtrafik med Stated Preference – Metoden*, Institutionen för teknikk och samhälle, Lunds tekniska, Lund

Sjöstrand, H. 2001: *Passenger assesment of quality in local public transport – measurement, variability and planning implications*, Institutionen för teknikk och samhälle, Lunds tekniska, Lund

Smith, G. N. 1986: *Probability and statistics in civil engineering: An introduction*, Collins, London

Williams, R.L. 1994: *Essentials of Total Quality Management*, AMACOM, New York

Zeithaml, A.V., Parasuraman, A., Berry, L. 1990: *Delivering quality service: balancing customer perceptions and expectations*, The Free Press, New York

### **Doktoravhandling/Masteroppgaver/Rapporter**

Christiansen, T. & Berntsen & Jørgenstuen, H. 2003: *Punktlighetsprosjekt Østfoldbanen*, Et samarbeidsprosjekt mellom JBV og NSB AS

Eliasson, J. 2002: *Förseningar, restidsosäkerhet och trängsel i samhällsekonomiska kalkyler*, Transek AB

Heinz, W. 2000: *Pasagerutbyte i tåg. Mätningar av av-och påstigningstider samt ansats til modell för att beskriva samband*, TRITA IP AR 00-86. Royal Institute of Technology, Stockholm.

Kjeldstad, O. J. 2005: *Punktlighetsoppfølging i jernbaneinvesteringer*, Hovedoppgave, Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk, NTNU.

Lindh, C. & Widlert, S. 1989: *SJ – RESENÄRERS KVALITETSVÄRDERING*, Inst. för Trafikplanering, KTH, Stockholm

Olsson, N., Røstad, C. Ch., Veiseth, M. 2002a: *Nordlandsbanen – fortsatte analyser*, SINTEF Teknologiledelse

Olsson, O. E. Nils & Sætermo, F. Inger – Anne & Røstad, C. Ch. 2002b: SINTEF Rapport: *Konsekvensvurdering av anleggsarbeid i Vestkorridoren*, SINTEF Teknologiledelse

Riksrevisionsverket, 1987: *Tågtrafikens Punktlighet: Revisionsrapport*, Riksrevisionsverket, Stockholm

Røstad, C. Ch. & Gjerstad, T. B. 1998: SINTEF Rapport: *Produksjon og vedlikehold i norsk næringsmiddelindustri – Datamaterale og grafer*, SINTEF Teknologiledelse

SINTEF Teknologiledelse 2003a, *PONDUS: Punktlighets Og uNDerveis UnderSøkelse: Oppsummering av punktlighetsarbeid utført av Jernbaneverket og SINTEF Teknologiledelse våren 2003*, JBV & SINTEF Teknologiledelse

SINTEF Teknologiledelse 2003b: *PONDUS – resultater fra regionene: Punktlighetsanalyser utført av Jernbaneverket og SINTEF Teknologiledelse våren 2003*, JBV & SINTEF Teknologiledelse

Skagestad, R. 2004: *Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift*, Hovedoppgave, Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk, NTNU.

Skjønberg, S. 2003: *Kartlegging av hvordan punktlighetsinformasjon blir benyttet i planprosessen i utvalgte land*, Hovedoppgave, Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk, NTNU.

Utengen, K. A, Sagen, G., Jørgenstuen, H., Teigen, H. 2002: *Avgangspunktighet Oslo S / Lodalen*, NSB

Utengen, K. A. 2002a: *Forbedring av punktlighet for togtrafikk på Drammensbanen – Pilotprosjektet mai 2002, NSB*

Utengen, K. A. 2002b: *Punktlighetsprosjekt – Drammensområdet, NSB*

Utengen, K. A. 2003c: *Punktlighetsprosjekt – Drammensbanen, NSB*

Veiseth, M., Indbryn, M., Olsson, N., Sætermo, F. Inger – Anne 2003: SINTEF Rapport: *Punktlighet og antall reisende (åpen rapport) – Hvordan punktlighet påvirker antall reisende, SINTEF Teknologiledelse*

Veiseth, M. 2002: *Punktlighet i Jernbanedrift, Hovedoppgave, IPK, NTNU*

### **Artikler**

Bustinduy, J. 1995: "More quality in regional transport", *Public Transport '95, 51st International Congress Paris 1995*, International Commission on Regional Transport

Chen, Fang – Yuan, Chang, Yu – Hern 2005: "Examining airline service quality from a process perspective", *Journal of Air Transport Management*, nr. 11, ELSEVIER

Fearnley, N. 2004: "Benchmarking European Sustainable Transport – Dokumentasjon av prosjektene BOB og BEST samt TØIs deltakelse", Transportøkonomisk institutt, Oslo

Gilbert, D & Wong, K. C. Robin 2003: "Passenger expectations and airline services: a Hong Kong based study", *Tourism Management*, nr 24, PERGAMON

Hensher, D. A., Stopher, P., Bullock, P. 2002: Service Quality – developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts", *Transportation Research Part A*, PERGAMON

Ieda, H., Kanayama, Y., Ota, M., Yamazaki, T., Okamura, T. 2001: "How can the quality of rail services in Tokyo be further improved?", *Transport Policy*, nr. 8, PERGAMON

Mellitt, B.1997: "The new rail performance regime", *Modern Railways*, s. 433-437.

Milan, J. 1996: "The Trans European Railway Network – three levels of service for the passengers", *Transport policy*, vol. 3, No. 3, s. 99-104, ELSEVIER

Olsson, O. E. Nils & Haugland, H. 2004: "Influencing Factors on Train Punctuality – results from some Norwegian Studies", *Transport Policy*, nr 11, ELSEVIER

Park, Jin – Woo, Robertson, R., Wu, Cheng – Lung 2004: "The effect of airline service quality on passengers' behavioural intentions: a Korean case study", *Journal of Air Transport Management*, nr. 10, ELSEVIER

Rudnicki, A. 1997: "Measures of Regularity and Punctuality in Public Transport Operation", *A Proceedings volume from the IFAC Symposium*, Chania, Hellas

Tam, C M & Hui, Y T M: "Total Quality Management in a Public Transport Organisation in Hong Kong", *International Journal of Project Management*, vol. 14, nr. 5, s 311-315.

Tavish Mc, A.D. & Maidment, M. 1989: "Quality monitoring in British Rail" *Rail International*, nr. 4, vol. 20, s. 17- 22, Brussel

Vansteenwegen, P., Oudheusden, Van D. 2004: "Developing railway timetables which guarantee a better service", *European Journal of Operational Research*, ELSEVIER

Vromans, J.C.M. Michiel, Dekker, R., Kroon, G. Leo 2004: "Reliability and heterogeneity of railway services", *European Journal of Operational Research*, ELSEVIER

Wardman, M. 2001: "A review of British evidence on time and service quality valuations", *Transportation Research*, part E 37, s 107 – 128, ELSEVIER

West, A, Ramagge, F., West, J. & Jones, H. 1973: "The quality of railway carriage environments", *Applied Ergonomics*, s 194 – 198.

### Nett

Jernbaneverket, Punktlighetsrapport 2003a, februar 2004, [Online], Jernbaneverket, <  
[http://www.jernbaneverket.no/multimedia/archive/01517/Punktighetsrapport\\_1517941a.pdf](http://www.jernbaneverket.no/multimedia/archive/01517/Punktighetsrapport_1517941a.pdf)> [30 januar 2005]

Jernbaneverket, Jernbanestatistikk 2003b, 31. desember 2003, [Online], Jernbaneverket, <  
[http://www.jernbaneverket.no/multimedia/archive/01518/Jernbanestatistikk\\_1518544a.pdf](http://www.jernbaneverket.no/multimedia/archive/01518/Jernbanestatistikk_1518544a.pdf)> [30. januar 2005]

NSB, NSB BA Årsrapport 2001, 5. april 2002, [Online], NSB, <<http://ar2001.nsb.no/>> [28. februar 2005]

NSB, NSB BA Årsrapport 2003, 16. april 2004, [Online], NSB, <<http://ar2003.nsb.no/>> [28. februar 2005]

SPIQ, Bruk av enkle statistiske metoder i prosessforbedring, 11. september 1998, [Online], SPIQ, <<http://www.idi.ntnu.no/~stalhane/tdt4235/SPIQ%20tenk%20rapp/stat-met.DOC>> [15. april 2005]

Transportetaten, Transportetatens forslag til Nasjonal Transportplan 2006 – 2005, 19. november 2003, [Online], Transportetaten, <  
[http://www.vegvesen.no/ntp/rapporterbla/20030602\\_NTP\\_hele.pdf](http://www.vegvesen.no/ntp/rapporterbla/20030602_NTP_hele.pdf)> [30. januar 2005]

### Annet

Kvaavik, B, 2004: *Forbedringsarbeid – Bruksanvisning – V 2.0 – for NSB drift*

Alkadi, A.: *Anvendelse av spillteori på transport på bane i Norge.*

Alkadi, A.: *DEA: Data Envelopment Analysis*

Comreco Rail Ltd.: *Railplan: Getting started manual*

NSB/Gemini Conslling, 1996: *An Introduction to Statistical Process Control (SPC): Results from the pilot at NSB*

NS – EN ISO 2000:9000

## Kapittel 7: Vedlegg

*Vedlegg A: Forstudierapport*



FORSTUDIERAPPORT

FAKTABASERT STYRING I  
JERNBANEDRIFT  
(Punctuality Analysis in Railways Operations)  
Våren 2005

Stud. Tech. Øystein Luktvaslimo

## Forord

Dette er en forstudierapport til prosjektet gitt i fordypningen i TPK4700 produksjons- og kvalitetsteknikk ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, institutt for produksjon- og kvalitetsteknikk.

Tittelen på prosjektet er *Faktabasert styring i jernbanedrift* og utføres i samarbeid med SINTEF og NSB.

Takk til veileder Nils Olsson ved SINTEF for god oppfølging og veiledning under forstudiearbeidet.

Trondheim, 07.02.2005

---

Øystein Luktvaslimo

1	Prosjektbeskrivelse.....	4
1.1	Bakgrunn for prosjektet.....	4
1.2	Prosjektbeskrivelse.....	4
1.3	Målsetting og leveranser .....	5
1.4	Presisering .....	5
2	Prosjektstyring.....	7
3	Vedlegg .....	8
3.1	KTR skjemaer .....	8
3.2	Gant diagram .....	18
3.3	Tidslinje.....	19
3.4	WBS .....	20

## 1 Prosjektbeskrivelse

### 1.1 Bakgrunn for prosjektet

Som et ledd i sivilingeniørutdannelsen ved NTNU, Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk, skal det i femte årskurs gjennomføres et prosjekt som en del av fordypningen i TPK4700 produksjons- og kvalitetsteknikk. Prosjektets omfang er satt til 15 studiepoeng. Fordypningen støttes opp av to emnemoduler hver på 3,75 studiepoeng. Dette betyr at fordypningen i TPK4700 til sammen utgjør en belastning på 22,5 studiepoeng.

Da dette kun er en forstudierapport som utføres tidlig i prosjektperioden tas det høyde for at den endelige rapporten kan avvike noe fra det som er omtalt her. I denne forstudierapporten vil det utarbeides en detaljert aktivitetsplan med anslag over arbeidsmengde i dager, for gjennomføringen av prosjektoppgaven. Videre legges det vekt på en analyse av oppgavens problemstillinger og en presisering av disse samt en nærmere beskrivelse av de arbeidsoppgaver som må gjennomføres for løsning av oppgaven. Det vil i tillegg bli definert et antall milepæler.

### 1.2 Problembeskrivelse

Fra et kundeperspektiv er punktligheten den viktigste indikatoren på kvaliteten i transport. Flere transportbedrifter offentliggjør punktligheten sin (se eks. Widerøe, Gardermoen/OSL og Jernbaneverket/NSB). Der er imidlertid forsket lite rundt punktlighet, årsaker til manglende punktlighet og hvordan punktlighet kan forbedres. Oppgaven er i hovedsak rettet mot oppfølging av punktlighet. Det tas utgangspunkt i analyseverktøy fra faget kvalitetsledelse.

Oppgaven utføres i samarbeid med NSB og SINTEF Teknologiledelse.

1. Gjennomføre et litteraturstudium rundt temaene kvalitetsledelse og punktlighet i jernbanedrift. Et kort sammendrag av dette skal presenteres.
2. Gjøre en oppsummering av tidligere punktlighetsanalyser, med fokus på hvilke metoder som er brukt.
3. Teste om noen utvalgte analysemetoder er egnede til overvåking og stadig (inkrementell) forbedring av punktligheten for viktige tog. En eller flere av følgende faktorer kan inkluderes i analysene:
  - Banestrekke- lengde, antall stasjoner
  - Kjøremonster/lokfører
  - Antall passasjerer
  - Antall planlagte stopp/start
  - Klima/årstid
  - Teknisk tilstand av rullende materiell
  - Teknisk tilstand av banelegemet
  - Adferd ombordpersonal

### **1.3 Målsetting og leveranser**

Målet med denne oppgaven er å se på temaene kvalitetsledelse og punktlighet i jernbanedrift, og gjøre en oppsummering av tidligere punktlighetsanalyser for å vurdere hvordan metodene brukt i disse analysene er egnet til overvåkning og stadig (inkrementell) forbedring av punktligheten for viktige tog. Det vil bli lagt vekt på sammenhengen mellom type data og metode brukt i punktlighetsanalyser.

Dette prosjektet vil danne et grunnlag for et videre arbeid med masteroppgave innenfor temaene kvalitetsledelse og punktlighet i jernbanedrift.

Arbeidet skal føre fram til en fullstendig ferdig prosjektrapport innen 27. mai 2005 til Institutt for Produksjons- og Kvalitetsteknikk. Videre skal det leveres et eksemplar på CD og i innbundet versjon til NSB.

### **1.4 Presisering**

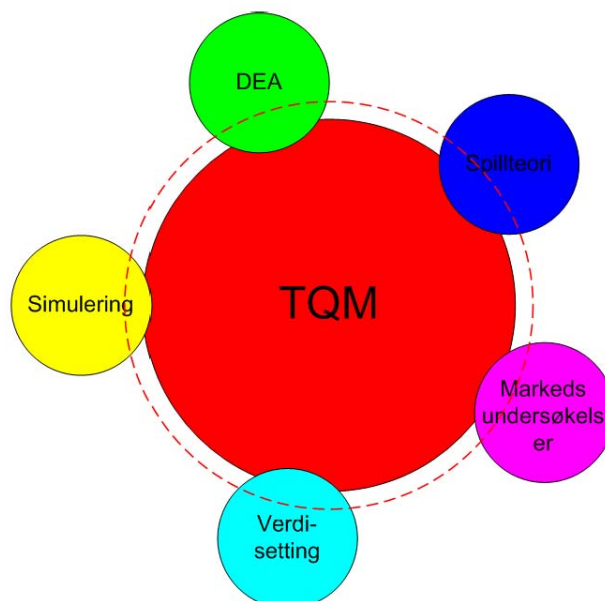
- 1 Gjennomføre et litteraturstudium rundt temaene kvalitetsledelse og punktlighet i jernbanedrift. Et kort sammendrag av dette skal presenteres.

Arbeidsoppgaver:

- 1.1 Presentasjon av faget kvalitetsledelse
- 1.2 Diskusjon rundt begrepet TKL(TQM)
  - Fokus på metoder som inngår i TQM-begrepet
- 1.3 Se på begrepet punktlighet
  - Punktlighet i jernbanebransjen med fokus på hvordan den defineres, presenteres, og måles.
  - Undersøke hvordan punktlighet presenteres i andre bransjer.
- 2 Gjøre en oppsummering av tidligere punktlighetsanalyser, med fokus på hvilke metoder som er brukt.

Arbeidsoppgaver:

- 2.1 Skaffe oversikt over tidligere prosjekt- diplomoppgaver
- 2.2 Vurdering av SINTEF rapporter, Gemini Consulting Rapport
- 2.3 Knytte TQM begrepet til de ulike områdene. Forslag til nedslagsområde vist med stripet rød linje i figur 1.
  - DEA
  - Spillteori
  - Simulering
  - Markedsundersøkelser
  - Verdisetting



Figur 1 Et utvidet TQM begrep

- 3 Teste om noen utvalgte analysemetoder er egnede til overvåking og stadig (inkrementell) forbedring av punktligheten for viktige tog.

Arbeidsoppgaver:

- 3.1 Gjøre et informasjonssøk på hvilke metoder som er tidligere brukt til forbedring av punktligheten for tog.
- 3.2 Gjøre et informasjonssøk på hvilken type data som er tilgjengelig for måling av punktlighet hos NSB.
- 3.3 Vurdere type data mot type metode brukt. Forslag til oppsett vist i figur 2.
- 3.4 Foreslå en eventuell forbedring i måten data blir brukt opp mot metode.

		METODE		
DATA		X		
			X	

Figur 2 Korrelasjon mellom type data og metode

KTR skjemaer for disse arbeidsoppgavene nevnt over er vist i vedlegg 1.

## 2 Prosjektstyring

I tillegg til arbeidet med selve problemstillingen skal det også gjennomføres en prosjektstyringsdel parallelt med oppgaven.

Som man kan se av problembeskrivelsen er oppgaven tredelt. I arbeidet med oppgaven vil det falle naturlig å følge disse punktene kronologisk. Det vil si at oppgaven angripes slik at hovedfokuset vil ligge på punkt 1 først i tid, etterfulgt av punkt 2, og til slutt i punkt 3. Naturlig nok vil det til tider skje parallelt arbeid med de tre hoveddelene, men som man ser av problembeskrivelsen er det en naturlig oppbygging av kunnskapsnivået hos studenten gjennom arbeid med punkt 1 og 2 frem til punkt 3.

I figur 3 er det vist en tabell som viser fordeling av arbeidsoppgavene basert på presiseringen under punkt 1.4 samt et antall milepæler, og beregnet varighet. Et Gant diagram kan finnes i vedlegg 2.

Navn	Varighet	Start	Ferdig
Forstudierapport	16,d	17.01.2005	07.02.2005
Arbeidsoppgave 1.1	22,d	20.01.2005	18.02.2005
Arbeidsoppgave 1.2	22,d	20.01.2005	18.02.2005
Arbeidsoppgave 1.3	27,d	20.01.2005	25.02.2005
Arbeidsoppgave 2.1	22,d	27.01.2005	25.02.2005
Utkast del 1, milepæl 2	,d	25.02.2005	25.02.2005
Arbeidsoppgave 2.2	30,d	07.02.2005	18.03.2005
Arbeidsoppgave 2.3	37,d	27.01.2005	18.03.2005
Utkast del 2, milepæl 2, avrapportering	,d	18.03.2005	18.03.2005
Arbeidsoppgave 3.1	12,d	18.03.2005	04.04.2005
Arbeidsoppgave 3.2	12,d	18.03.2005	04.04.2005
Arbeidsoppgave 3.3	24,d	05.04.2005	06.05.2005
Arbeidsoppgave 3.4	24,d	05.04.2005	06.05.2005
Utkast del 3, milepæl 3	,d	06.05.2005	06.05.2005
Ferdigstilling -redigering	16,d	06.05.2005	27.05.2005
Innlevering	,d	27.05.2005	27.05.2005

Figur 3 Arbeidsoppgaver og milepæler

### 3 Vedlegg

#### 3.1 KTR skjemaer

<b>Aktivitet</b> 1.1
-------------------------

<b>Oppgave:</b>
-----------------

Presentasjon av faget kvalitetsledelse

<b>Målsetning:</b>
--------------------

Å gi en kort innføring i faget kvalitetsledelse

<b>Innhold:</b>
-----------------

- Presentere aktuell litteratur
- Fokuserer på metoder

<b>Litteratur:</b>
--------------------

- Aune, Asbjørn (2000), *Kvalitetsdrevet Ledelse. Kvalitetstyrte Bedrifter*, 3. utgave, Gyldendal Akademiske Forlag.
- Andersen, Bjørn (1999), *Business Improvement Toolbox*, 1. edition, ASQ Quality Press
- Andersen Bjørn and Fagerhaug Tom(2002), *Performance Measurement Explained*, 1. edition, ASQ Quality Press

<b>Arbeidsmetode:</b>
-----------------------

- Søkemotorer på internett
- Bibsys
- Fagbøker

<b>Utfordringer/vanskeligheter:</b>
-------------------------------------

- Plukke ut det essensielle av faget kvalitetsledelse med relevans til problembeskrivelsen

<b>Resultat:</b>
------------------

Presentasjonen av faget kvalitetsledelse vil danne et teoretisk bakteppe for videre arbeid med oppgaven.

<b>Varighet:</b>
------------------

Start: 20.01.05  
Slutt: 18.02.05

**Aktivitet**  
1.2

**Oppgave:**  
Diskusjon rundt begrepet TKL(TQM)

**Målsetning:**  
Å gi en kort innføring i begrepet TKL(TQM)

**Innhold:**  
- Hva er TKL  
- Hva slags metoder inngår i TKL konseptet

**Litteratur:**  
- Aune, Asbjørn (2000), *Kvalitetsdrevet Ledelse. Kvalitetstyrte Bedrifter*, 3. utgave, Gyldendal Akademiske Forlag.  
- Andersen, Bjørn (1999), *Business Improvement Toolbox*, 1.edition, ASQ Quality Press  
- Andersen Bjørn and Fagerhaug Tom(2002), *Performance Measurement Explained*, 1. edition, ASQ Quality Press

**Arbeidsmetode:**  
- Søkemotorer på internett  
- Bibsys  
- Fagbøker

**Utfordringer/vanskeligheter:**  
- Begrense presentasjonen av TKL begrepet til å inkludere det viktigste i henhold til problembeskrivelsen

**Resultat:**  
En oversikt og forståelse for TKL og hvilke metoder det inneholder

**Varighet:**  
Start: 20.01.05  
Slutt: 18.02.05

**Aktivitet**  
1.3

<b>Oppgave:</b> Undersøke hva begrepet punktlighet betyr.
<b>Målsetning:</b> Gi en definisjon og innsikt i begrepet punktlighet, da spesielt innen jernbanedrift.
<b>Innhold:</b> - Punktlighet i jernbanedrift med fokus på hvordan den defineres, presenteres, og måles. - Undersøke hvordan punktlighet presenteres i andre bransjer.
<b>Litteratur:</b> - Nils O.E. Olsson and Haugland Hans (2004), Influencing factors on train punctuality- results from some norwegian studies, 11 edition, Transport Policy - Riksrevisionsverket (1987), Tågtrafikens punktlighet. Revisionsrapport - Rudnicki, Andrzej, Measures of Punctuality in Public Transport Operation, Cracow University of Technology
<b>Arbeidsmetode:</b> - Søkemotorer på internett - Bibsys - Fagbøker
<b>Utfordringer/vanskeligheter:</b> -
<b>Resultat:</b> En oversikt over punktlighet
<b>Varihet:</b> Start: 20.01.05 Slutt: 25.02.05

**Aktivitet**  
2.1

**Oppgave:**

Skaffe seg en oversikt over tidligere prosjekt- og diplomoppgaver ved IPK som berører temaet punktlighet.

**Målsetning:**

Å gi en oversikt over hvilke aspekter av punktlighet som er vurdert i tidligere prosjekt- og diplomoppgaver ved IPK

**Innhold:**

**Litteratur:**

- Skagestad, R., (2004). Kritiske prestasjonsindikatorer i jernbanedrift, Masteroppgave, IPK, NTNU
- Veiseth, M. (2002), Punktlighet i Jernbanedrift, Masteroppgave, IPK, NTNU
- Skjønberg, S. (2003), Kartlegging av hvordan punktlighetsinformasjon blir benyttet i planprosessen i utvalgte land, masteroppgave, IPK, NTNU
- Kjeldstad, Ole Jørgen

**Arbeidsmetode:**

- Bibsys

**Utfordringer/vanskeligheter:**

**Resultat:**

En oversikt over tidligere studentarbeider innen temaet punktlighet

**Varighet:**

Start: 27.01.05

Slutt: 25.02.05

**Aktivitet**

2.2

**Oppgave:**

Å se på tidligere arbeid gjort internt og eksternt i NSB innen området punktlighet

**Målsetning:**

Å presentere en oversikt over tidligere arbeid gjort internt og eksternt i NSB innen punktlighet

**Innhold:**

- Internt punktlighetsarbeid
- Eksternt punktlighetsarbeid

**Litteratur:**

- Wood, B. (1996), An introduction to Statistical Process Control- Results from the Pilot at NSB, Gemini Consulting/Optimisation Ltd.
- Olsson N., Sætermo I. A. F., Røstad C. C. (2002), Konsekvensvurdering av anleggsarbeid i Vestkorridoren, SINTEF Rapport
- Veiseth, M., Olsson, N., Røstad, C.C. og Indbryn M. (2003), PONDUS, Punktlighets og underveis undersøkelse, SINTEF Rapport
- Hans Haugland, NSB
- Birger Kvaavik
- Nils Olsson, SINTEF

**Arbeidsmetode:**

- Personintervjuer
- Tidligere rapporter

**Utfordringer/vanskeligheter:**

- Skaffe en god oversikt

**Resultat:**

En forståelse av punktlighetsarbeid som har blitt gjort eksternt og internt, og som pågår i NSB

**Varighet:**

Start: 07.02.05  
Slutt: 18.03.05

**Aktivitet**  
2.3

**Oppgave:** Å se på de følgende områdene i sammenheng med jernbanedrift og punktlighet

- DEA
- Spillteori
- Simulering
- Markedsundersøkelser
- Verdisetting

**Målsetning:**

Å knytte disse områdene til punktlighet i jernbanedrift og TKL generelt.

**Innhold:**

DEA, Spillteori, Simulering, Markedsundersøkelser, Verdisetting

**Litteratur:**

- Railplan – Getting Started Manual, Comreco Rail Ltd.
- Alkadai, A., Anvendelse av spillteori på transport på bane i Norge,
- Mellitt, B. (1997), The new Rail Performance Regime, Modern Railways
- Lindth, C., Widlert, S. (1989), SJ-Resenärers Kvalitetsvurdering, Inst. För Trafikplanering, KTH
- Alkadai, A., DEA-Data Envelopment Analysis

**Arbeidsmetode:**

- Artikler

**Utfordringer/vanskeligheter:**

**Resultat:**

En forståelse for disse områdenes innfallsvinkel til punktlighet

**Varighet:**

Start: 27.01.05  
Slutt: 18.03.05

**Aktivitet**

3.1

**Oppgave:**

Gjøre et informasjonssøk på hvilke metoder som er tidligere brukt til forbedring av punktligheten for tog.

**Målsetning:**

Å få en oversikt over metoder brukt i punktlighetsarbeid

**Innhold:**

- Metoder innen punktlighetsarbeid

**Litteratur:**

- Rudnicki, Andrzej, Measures of Punctuality in Public Transport Operation, Cracow University of Technology  
- Nils O.E. Olsson and Haugland Hans (2004), Influencing factors on train punctuality- results from some norwegian studies, 11 edition, Transport Policy  
- Personer

**Arbeidsmetode:**

- Artikler  
- Intervjuer

**Utfordringer/vanskeligheter:**

**Resultat:**

En oversikt over metoder som brukes til å styre punktligheten og en forståelse av disse.

**Varighet:**

Start: 18.03.05  
Slutt: 06.05.05

**Aktivitet**  
3.2

**Oppgave:**

Gjøre et informasjonssøk på hvilken type data som er tilgjengelig for måling av punktlighet hos NSB og hvordan den blir brukt

**Målsetning:**

Å ha en oversikt over og forstå data brukt i punktlighetsarbeid hos NSB

**Innhold:**

- Datatyper

**Litteratur:**

- Kontaktpersoner i NSB  
- Andre personer

**Arbeidsmetode:**

- Personintervjuer

**Utfordringer/vanskeligheter:**

**Resultat:**

En fullstendig oversikt over datamateriale tilgjengelig hos NSB

**Varighet:**

Start: 18.03.05  
Slutt: 06.05.2005

**Aktivitet**  
3.3

**Oppgave:**

Vurdere type data mot type metode brukt i punktlighetsarbeid. Utarbeide en korrelasjonstabell.

**Målsetning:**

Å lage en tabell som viser sammenhengen mellom type data og metode

**Innhold:**

- metoder
- datamateriale

**Litteratur:**

- tidligere tilegnet kunnskap i prosjektet

**Arbeidsmetode:**

**Utfordringer/vanskeligheter:**

- Finne sammenhenger mellom data metode. Klassifisere datatyper.

**Resultat:**

En tabell

**Varighet:**

Start: 18.03.05  
Slutt: 06.05.05

**Aktivitet**

3.4

**Oppgave:**

Foreslå en eventuell forbedring i måten data blir brukt opp mot metode.

**Målsetning:**

Å komme med forslag til forbedring av modeller brukt, eller eventuelt type data som blir brukt i metodene.

**Innhold:**

- Metoder
- Data

**Litteratur:**

- Kontaktpersoner i NSB
- Modell utarbeidet
- Metodelitteratur

**Arbeidsmetode:**

- Personintervjuer

**Utfordringer/vanskeligheter:**

- Å finne eventuelle forbedringer

**Resultat:**

Et forbedringsforslag

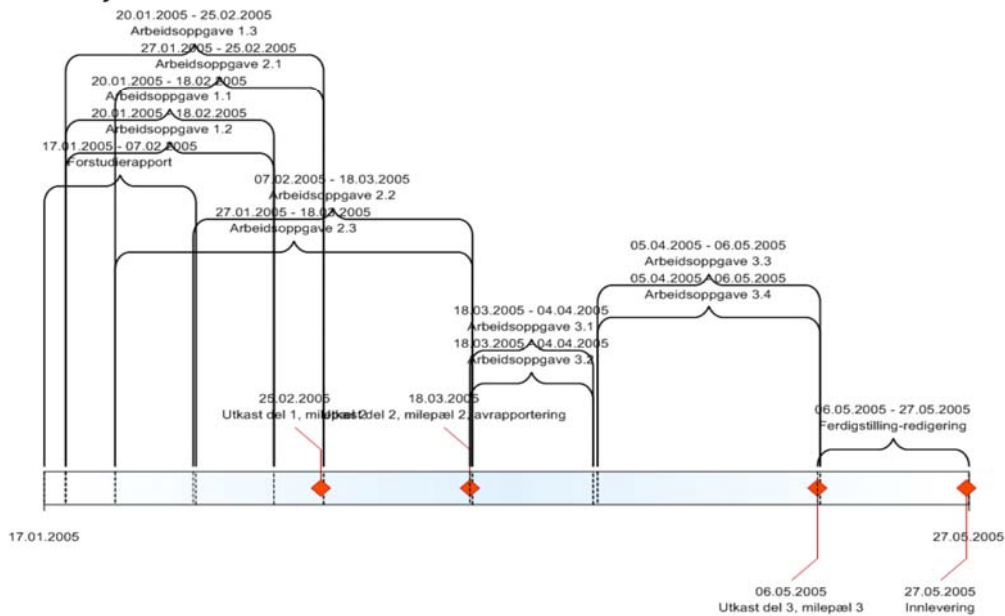
**Varighet:**

Start: 17.04.05  
Slutt: 06.05.05

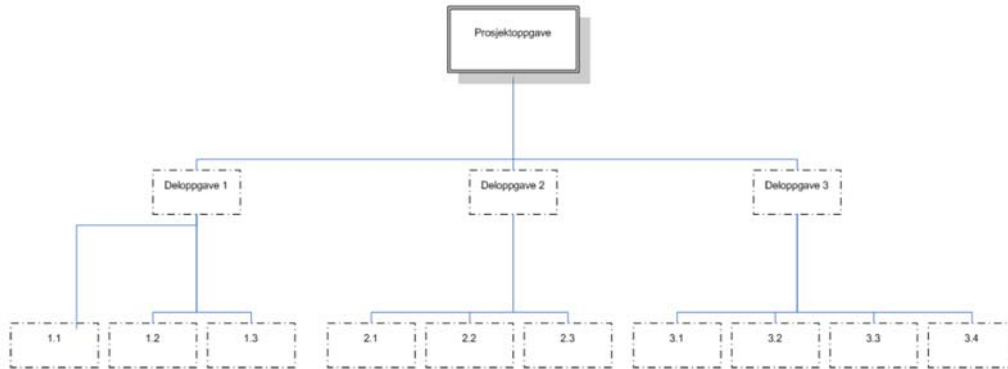
3.2 Gant diagram

ID	Task Name	Start	Finish	Duration	Jan 2005					Feb 2005					Mar 2005					Apr 2005					May 2005				
					16.1	23.1	30.1	6.2	13.2	20.2	27.2	6.3	13.3	20.3	27.3	3.4	10.4	17.4	24.4	1.5	8.5	15.5							
1	Forstudierapport	17.01.2005	07.02.2005	16d	[Bar]																								
2	Arbeidsoppgave 1.1	20.01.2005	18.02.2005	22d	[Bar]																								
3	Arbeidsoppgave 1.2	20.01.2005	18.02.2005	22d	[Bar]																								
4	Arbeidsoppgave 1.3	20.01.2005	25.02.2005	27d	[Bar]																								
5	Arbeidsoppgave 2.1	27.01.2005	25.02.2005	22d	[Bar]																								
6	Utkast del 1, milepæl 2	25.02.2005	25.02.2005	0d						◆																			
7	Arbeidsoppgave 2.2	07.02.2005	18.03.2005	30d	[Bar]																								
8	Arbeidsoppgave 2.3	27.01.2005	18.03.2005	37d	[Bar]																								
9	Utkast del 2, milepæl 2, avrapportering	18.03.2005	18.03.2005	0d						◆																			
10	Arbeidsoppgave 3.1	18.03.2005	04.04.2005	12d						[Bar]																			
11	Arbeidsoppgave 3.2	18.03.2005	04.04.2005	12d						[Bar]																			
12	Arbeidsoppgave 3.3	05.04.2005	06.05.2005	24d						[Bar]																			
13	Arbeidsoppgave 3.4	05.04.2005	06.05.2005	24d						[Bar]																			
14	Utkast del 3, milepæl 3	06.05.2005	06.05.2005	0d											◆														
15	Ferdigstilling-redigering	06.05.2005	27.05.2005	16d											[Bar]														
16	Innlevering	27.05.2005	27.05.2005	0d																◆									

3.3 Tidslinje

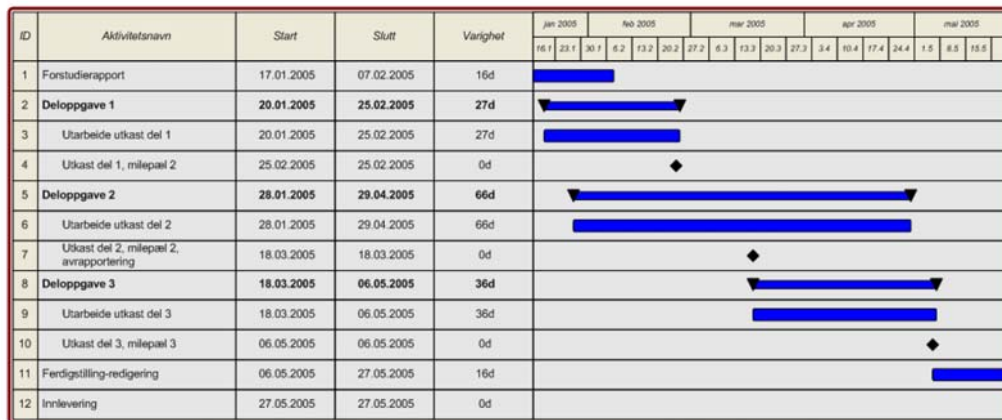


3.4 WBS



*Vedlegg B: Avrapportering pr 18. mars 2005*

Ny tidsplan



Figur 2 - ny tidsplan

## **Avrapportering 18.03.2005**

### **Planlagt fremdrift**

I forstudierapporten pr 7. februar 2005 ble det utarbeidet en foreløpig tidsplan for prosjektet. Denne planen er vist i figur 1. Som man kan se av figur 1 er det opprinnelig definert tre milepæler, henholdsvis 25. februar, 18. mars, og 6.mai, i tillegg til innleveringsdato for prosjektet som er 27. mai. Etter denne planen var målet å ha ferdig utkast til de tre forskjellige delene av prosjektet ved de tre forskjellige milepælene, for så å bruke de tre siste ukene av mai til å ferdigstille prosjektet. Denne tidsplanen ble gjort ut fra en rimelig grov skisse av hva som kom til å bli innholdet i de ulike delene av prosjektet, og med viten om at ting kom til å forandre seg etter hvert som prosjektet skred frem. Med bedre kvalitet på informasjonen vil også usikkerheten minske, men det er også vanskeligere å gjøre endringer i den opprinnelige planen dess lengre ut i tidslinjen man kommer.

I figur 1 er de opprinnelige definerte arbeidsoppgavene fjernet fra Gant diagrammet. Dette er fordi de arbeidsoppgavene definert i forstudierapporten var urealistiske.



Figur 1 – opprinnelig tidsplan

## Aktiviteter gjennomført

Dette har blitt gjort i perioden 17.1.2005 – 18.3.2005:

Forstudierapport:

- Levert forstudierapport 7. februar
- Fremdrift: 100 %

Deloppgave 1:

- Gjennomført litteratursøk
- Skrevet utkast på om lag 25 sider
- Utvidet kildematerialet etter råd fra veileder
- Fremdrift: 90 %
- Arbeid som gjenstår: redigere og komplettere teoridelen

Deloppgave 2:

- Startet arbeidet med intervjuguide
- Skrevet notater på de punktlighetsrapporter som jeg allerede har tilgjengelig
- Fremdrift: 15 %
- Arbeid som gjenstår: gjennomføre intervju med nøkkelpersoner, strukturere informasjon, utarbeide tabell for type metode mot rapport.

Deloppgave 3:

- Sett på sammenhenger mellom punktlighet og tidstap fra NSBs punktlighetsrapport
- Fremdrift: 10 %
- Arbeid som gjenstår: skaffe informasjon om tidstap(eventuelt slakk), prøve å finne sammenhenger, utvikle hypoteser, utvikle korrelasjonsdiagram.

Møter:

- Tre veiledningsmøter med Nils Olsson; henholdsvis 27.1, 10.2 og 8.3.
- Møte med Hans Haugland i NSB, Oslo 1.3

## Planlagte korreksjoner

I forhold til den opprinnelige tidsplanen kommer ferdigdato for utkast deloppgave 2 å flyttes til 27. april. Dette er fordi det ses som helt urealistisk å bli ferdig med denne delen innen 18. mars, som det var opprinnelig planlagt. Kvaliteten på denne delen av oppgaven kommer til å avhenge av hvor mye informasjon om tidligere punktlighetsarbeid i NSB det er mulig å fremskaffe. Det blir derfor satt av tid til å intervju noen nøkkelpersoner hos NSB, JBV, og andre eksterne aktører for å skaffe seg et mest mulig komplett bilde. En konsekvens av dette er at det må arbeides parallelt med del 2 og 3 av oppgaven fram mot 27. april.

Med unntak av denne korreksjon nevnt over vil det forsøkes å overholde den opprinnelige tidsplanen for å ha god tid til redigering og bearbeiding før endelig innlevering av prosjektet.

På grunnlag av denne korreksjon er det utarbeidet en ny tidsplan vist i figur 2.

## *Vedlegg C: Møte 25.4.2005*

Hensikt:

Hensikten med dette intervjuet er å gjennomgå punktlighetsanalyser/prosjekter som er blitt gjort i NSB etter 2001 og sortere de etter verktøy/metode anvendt. Videre ønsker man å få svar på hvordan bruken av disse verktøyene fungerte.

-----

Navn på prosjekt/banestrekning:

Oppstartdato/avslutningsdato:

Kort om motivasjonen for å starte opp prosjektet:

Deltakere:

Hvilken av disse metoder/verktøy ble benyttet:

- Pareto diagram
- Kritisk Hendelse
- Kontrollblad
- Flytskjema
- Årsak/virkningsdiagram(fiskebens diagram)
- Trendiagram
- Histogram
- Spredningsdiagram
  - o Korrelasjonsfaktorer?
- Styringsdiagram
  - o XMR
  - o R diagram
- Benchmarking
- Andre:
  - o Brainstorming(hjernedugnad)
  - o Intervju

Hvordan fungerte bruken av disse metodene?

Fikk man type svar man ønsket?

Hvilken type data ble brukt?

-----

## *Vedlegg D: E – post fra Birger Kvaavik*

Hei  
Her kommer respons på din e-post  
mvh Birger

----- Original Message ----- From: "Øystein Luktvaslimo" <[luktvas@stud.ntnu.no](mailto:luktvas@stud.ntnu.no)>  
To: "Birger Kvaavik" <[birger@kvaavik.com](mailto:birger@kvaavik.com)>  
Sent: Thursday, April 14, 2005 2:59 PM  
Subject: Re: Spesifisering

Hei igjen,

Skal forsøke å spesifisere litt bedre hva jeg er interessert i å vite.

Hvilke punktlighetsanalyser/prosjekter har du vært involvert i for NSB?  
- Hvordan vil du oppsummere de metoder/verktøy brukt i de forskjellige prosjektene (snakker her spesifikt om metoder/verktøy for analyse av punktlighetsdata)?  
- Hva har vært din rolle i disse prosjektene?

De første fire punktlighetsprosjekt jeg initierte var i regi av JBV. Målingene var forsinkelser til Oslo S. For å identifisere årsaker til forsinkelser brukte forbedringsgruppen styringsdiagram basert på XmR metoden, Pareto diagram og årsak/virkningsanalyse i form av fiskebeinsdiagram. For samtlige prosjekt ble fiorsinkelsene redusert med ca 50%  
Min rolle var trening av prosjektgruppen og styringsgruppen i praktisk bruk av diverse metoder i forbedringsarbeid, og som hjelp til prosjektleder

Har dere på disse prosjektene brukt fremgangsmåten beskrevet i "forbedringsarbeid i praksis (de 7 trinnene)"?  
- Er dette nå den etablerte metoden i NSB for å gjennomføre en punktlighetsanalyse på en banestrekning?

Jeg vet ikke hvilke 7 trinn du referer til????  
Vi referer til metoden som "Faktabasert styring" og brukes av NSB Drift i forbedringsarbeid

På hvilken måte er du nå involvert i arbeidet med punktlighetsforbedring

hos NSB?

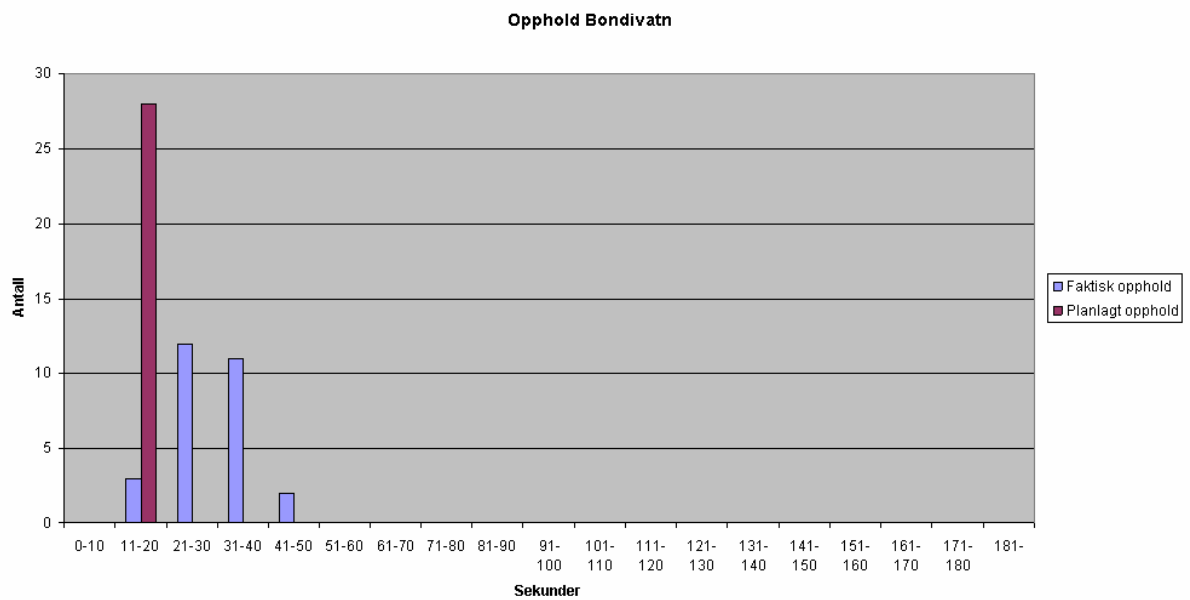
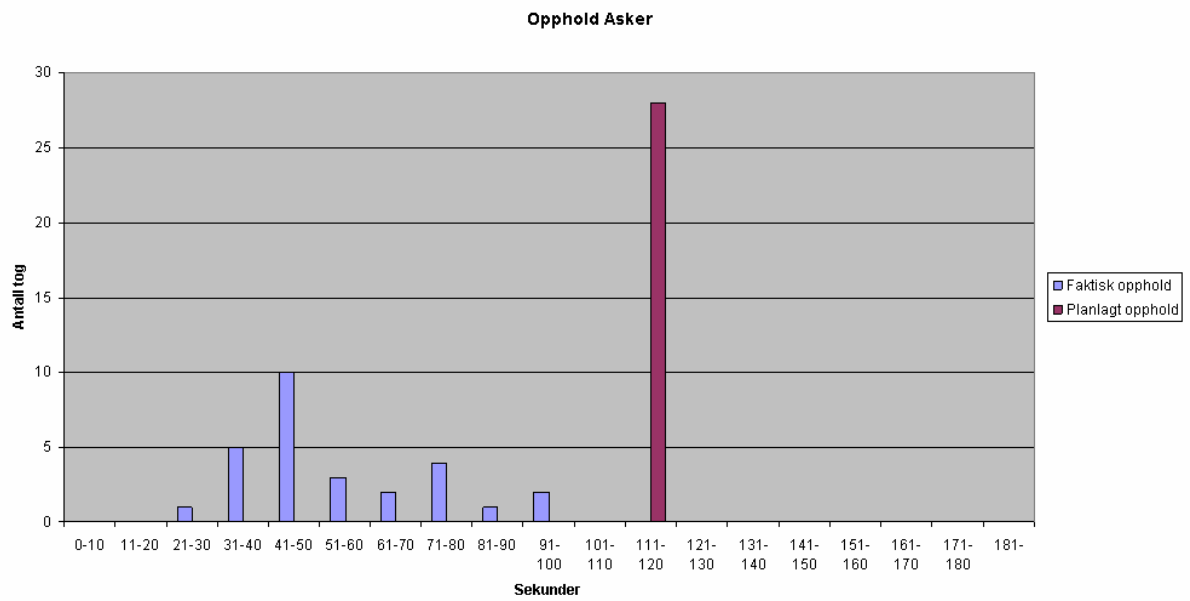
Jeg er konsulent i faktabasert styring for forbedringsarbeid med punktlighet på Vestfoldbanen, og i prosjekt med sikte på å redusere energiforbruk på Sørlandsbanen

*Vedlegg E: Kalender desember 2004*

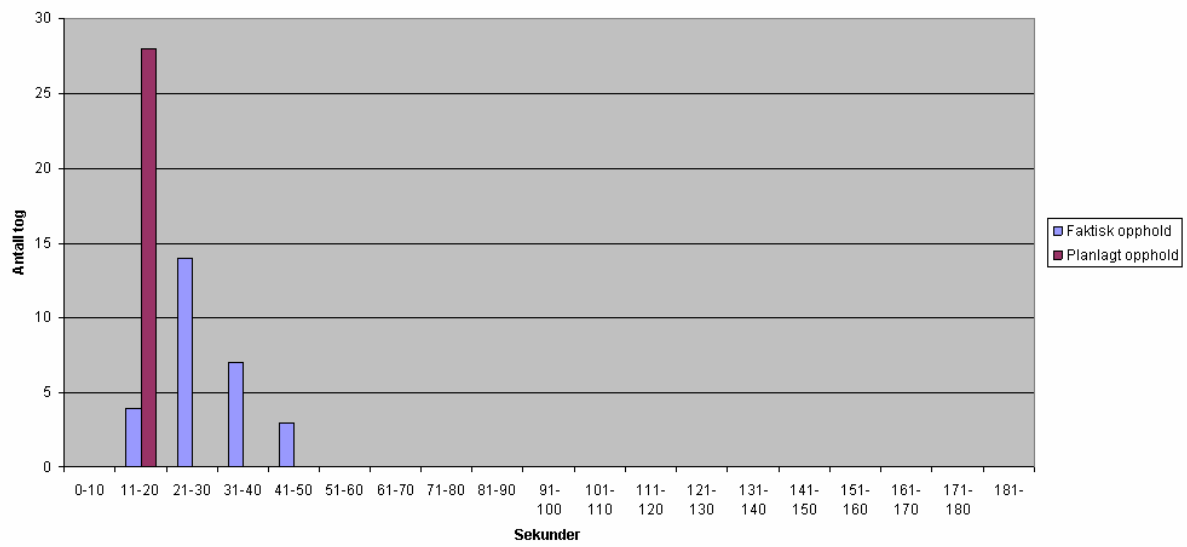
Desember 2004							
Uke	Ma	Ti	On	To	Fr	Lø	Sø
49			1	2	3	4	5
50	6	7	8	9	10	11	12
51	13	14	15	16	17	18	19
52	20	21	22	23	24	25	26
53	27	28	29	30	31		

5: ● 12: ● 18: ● 26: ○

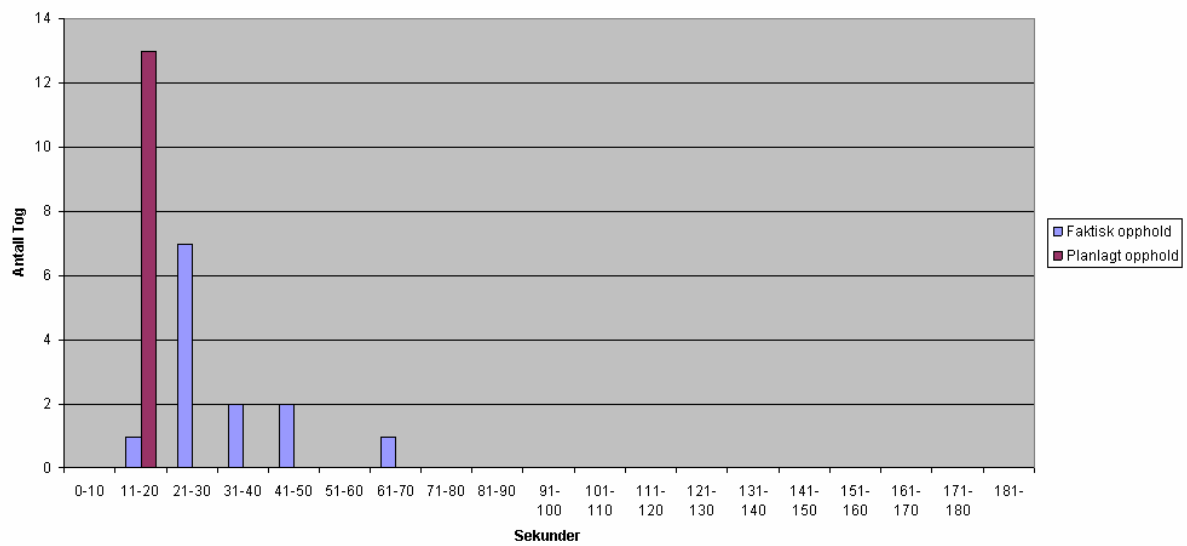
### Vedlegg F: Histogrammer

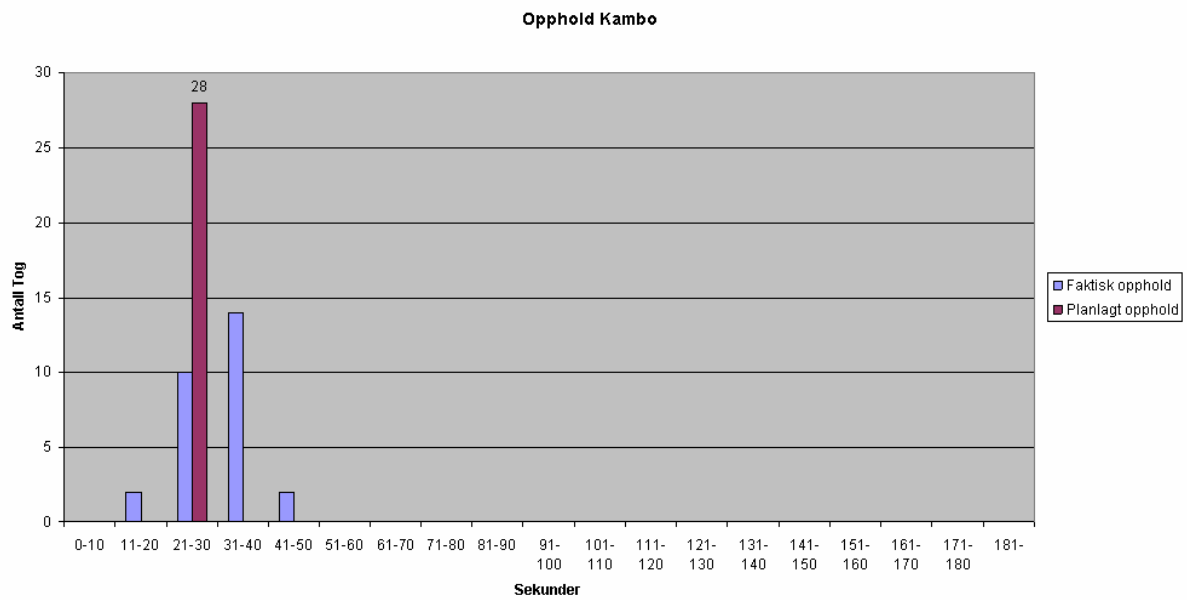
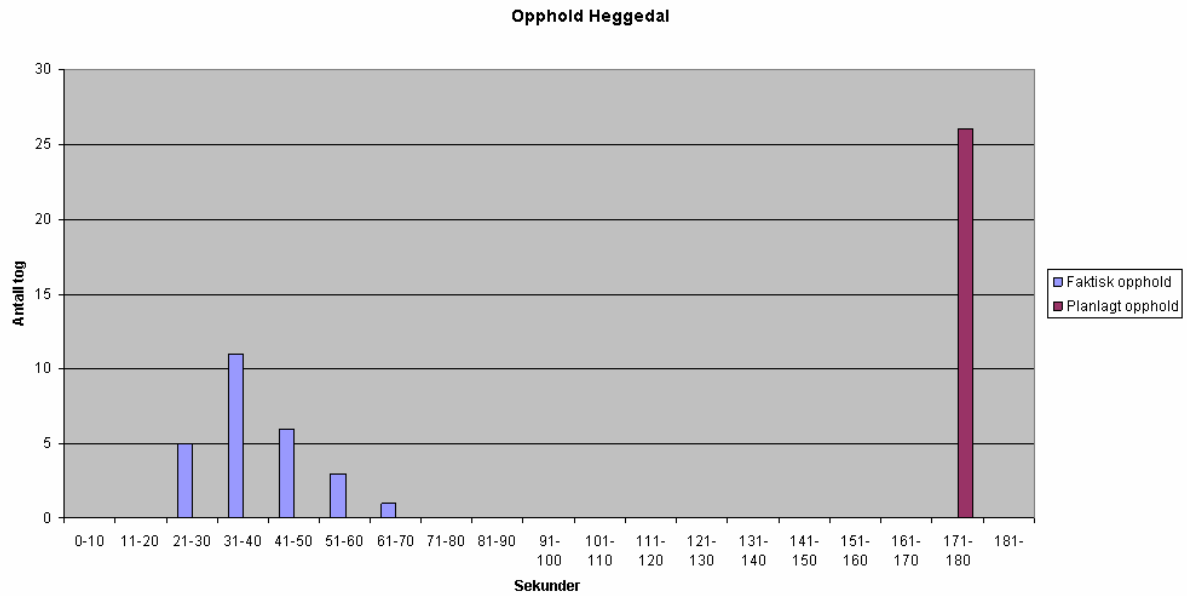


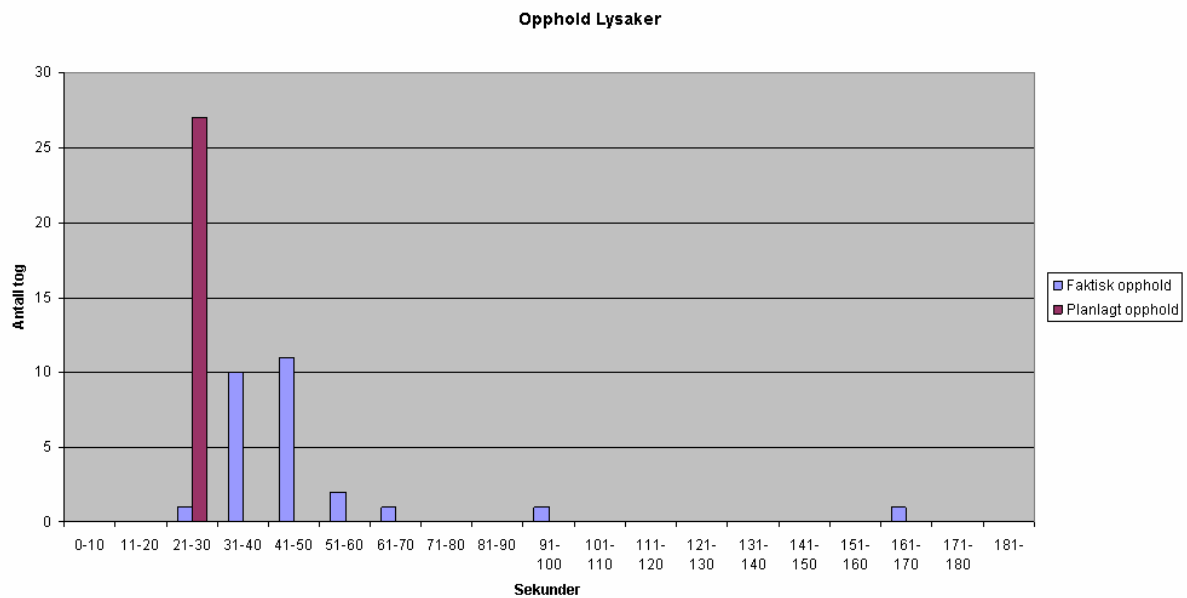
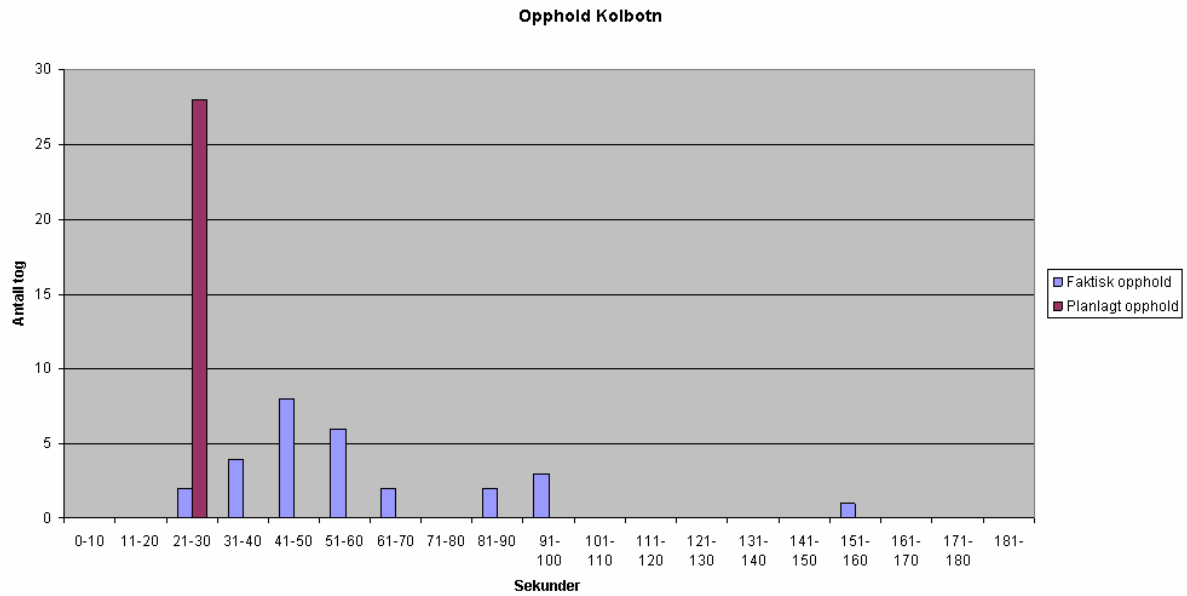
Opphold Gulhella

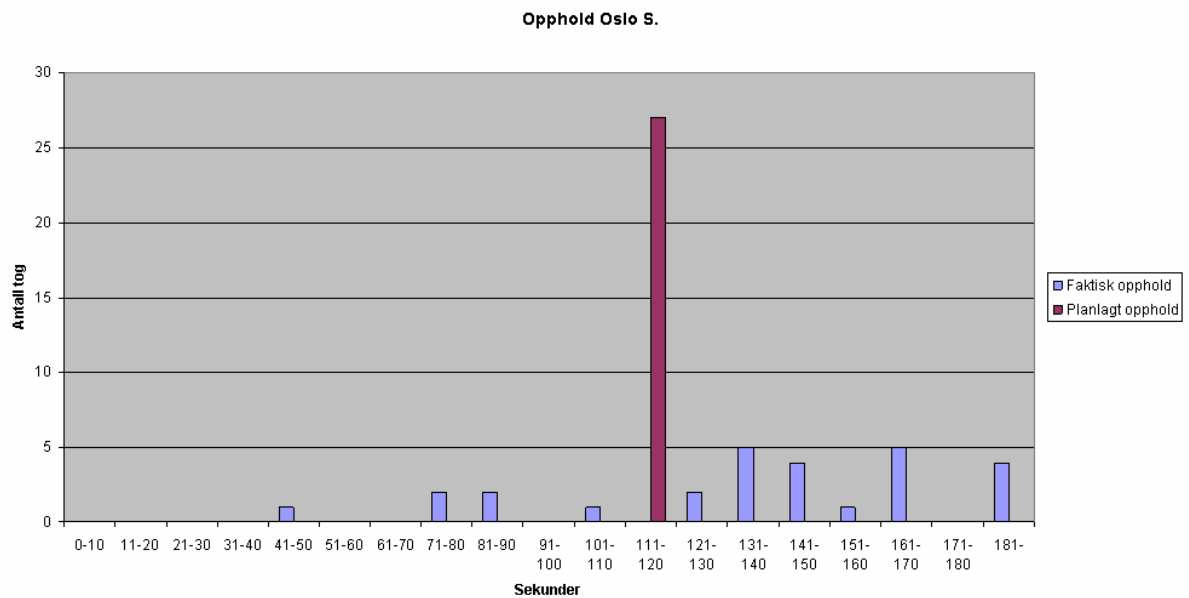
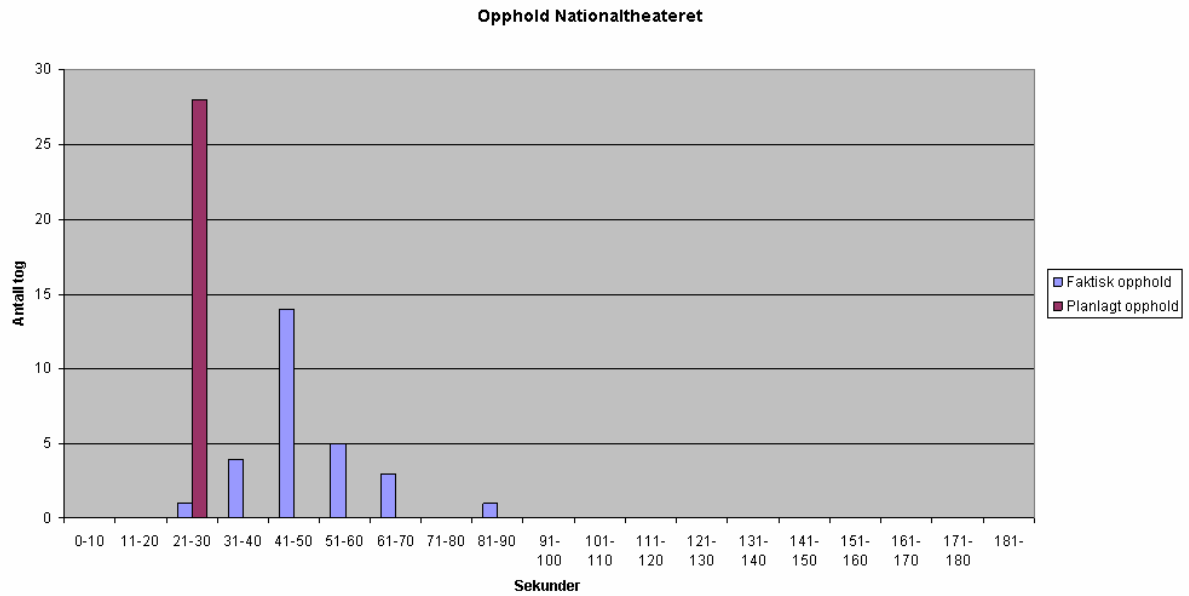


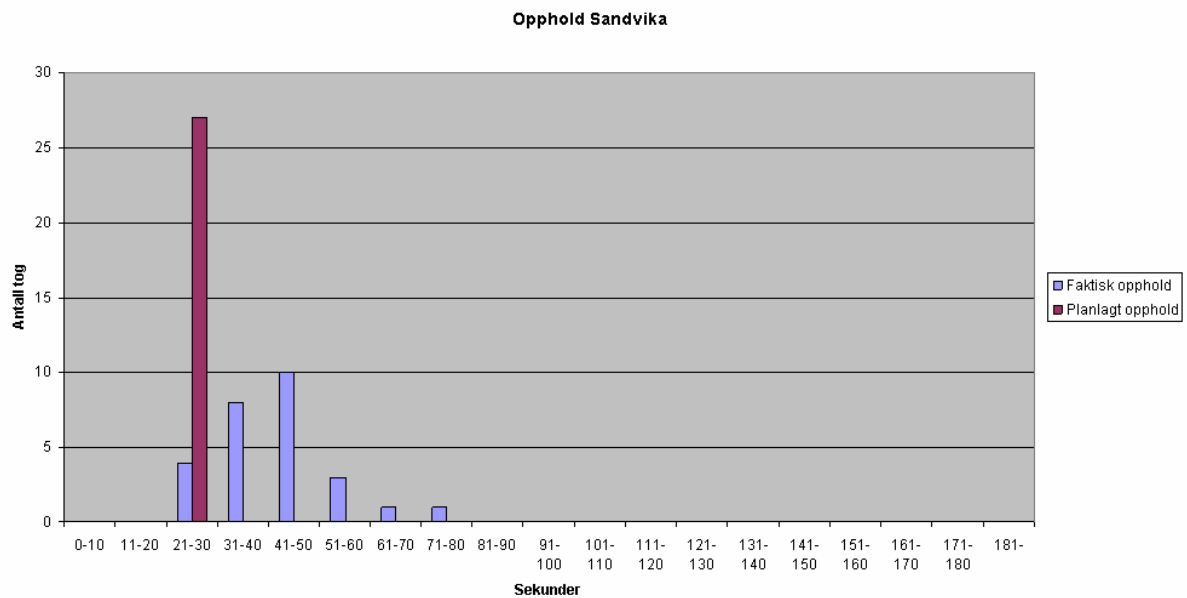
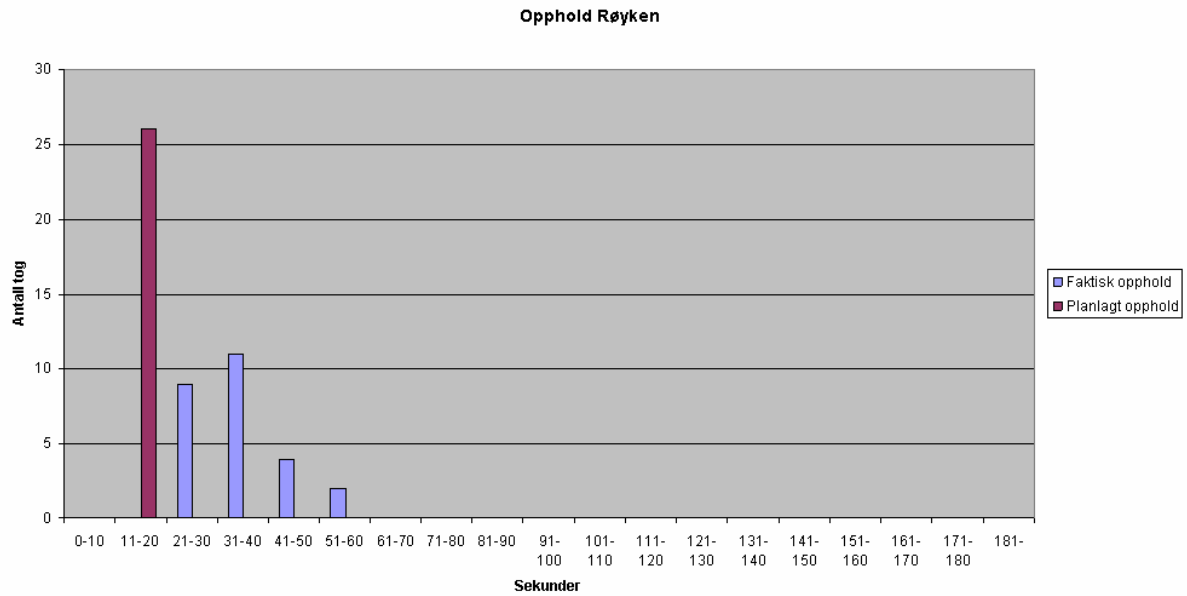
Opphold Hallenskog

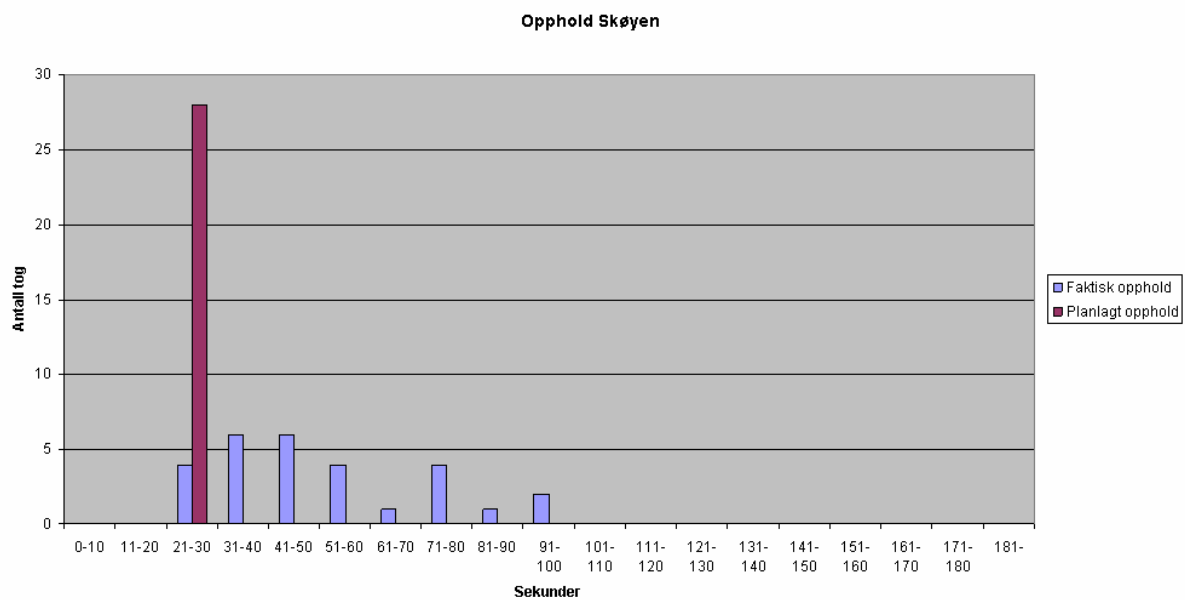
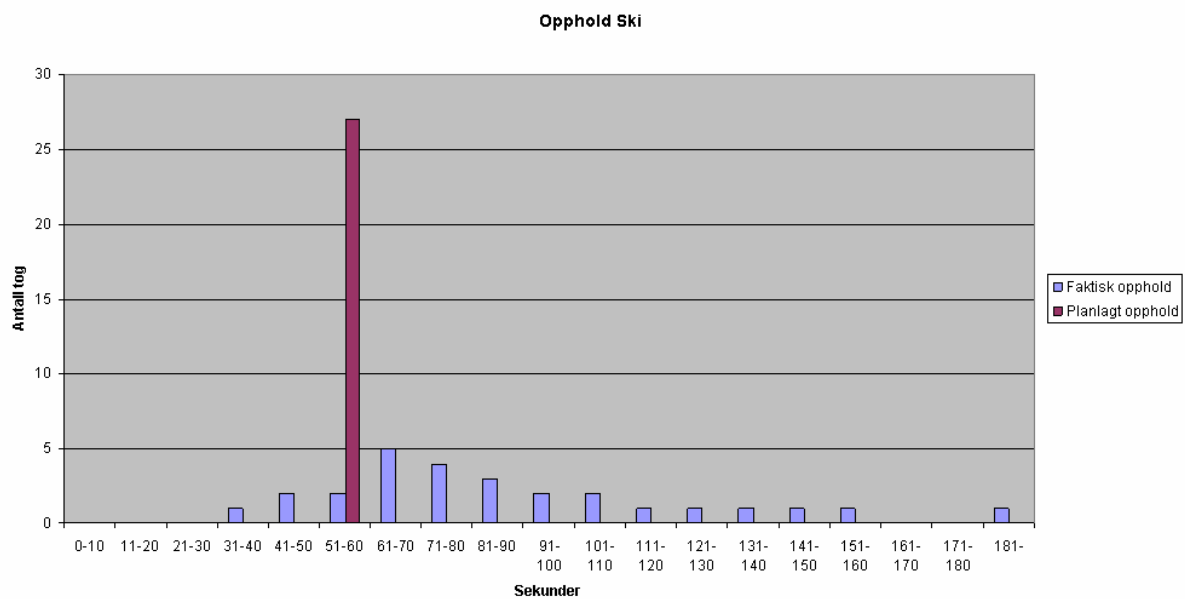


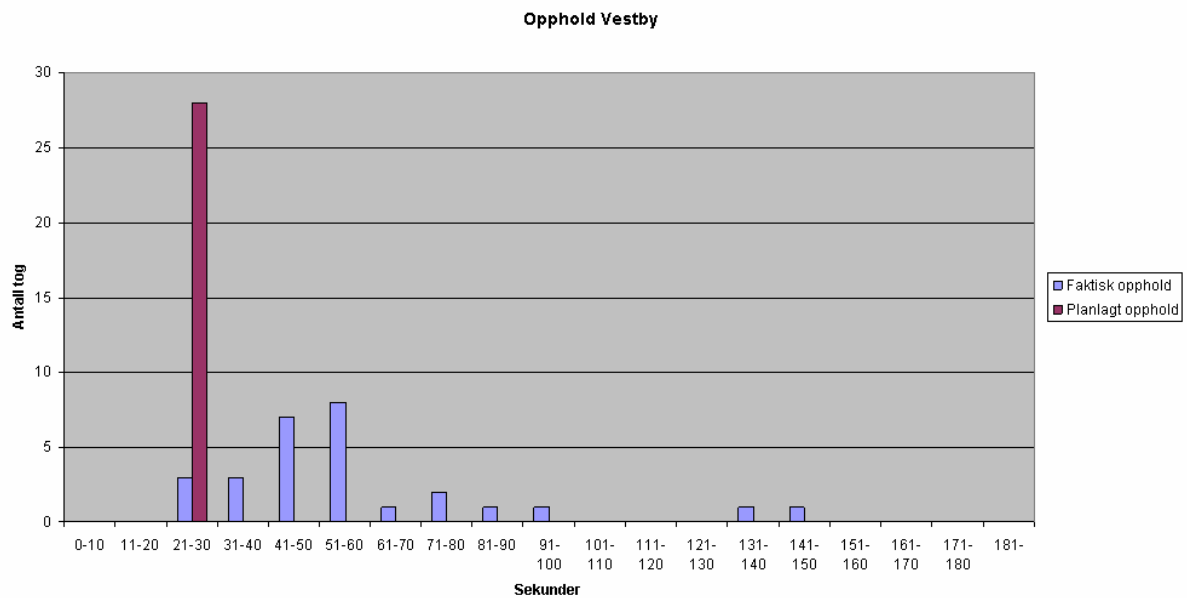
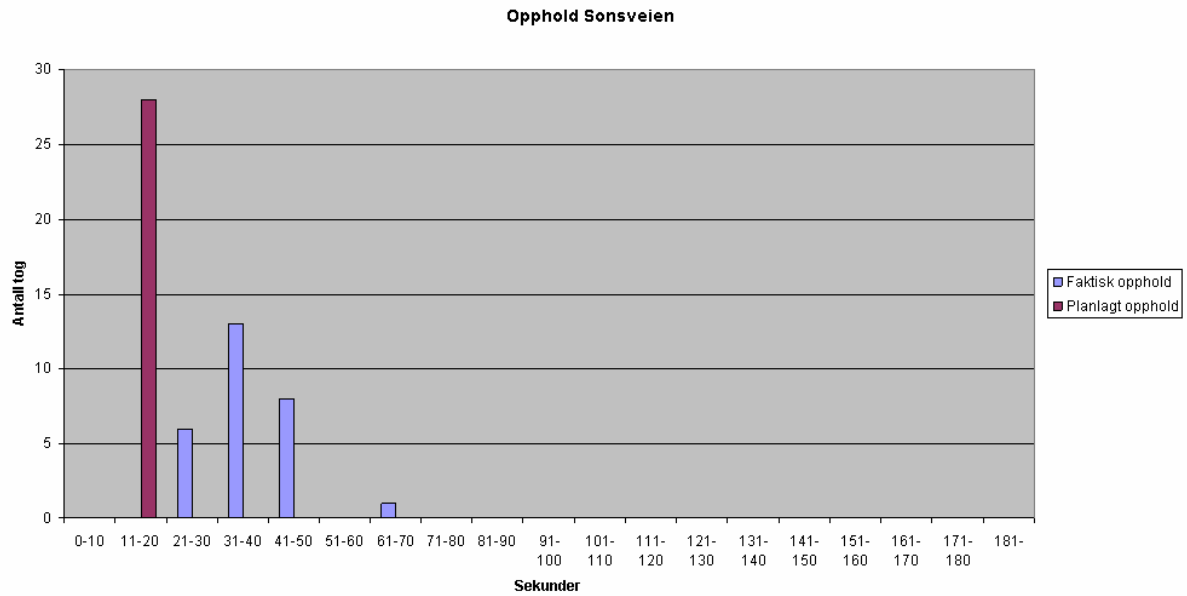


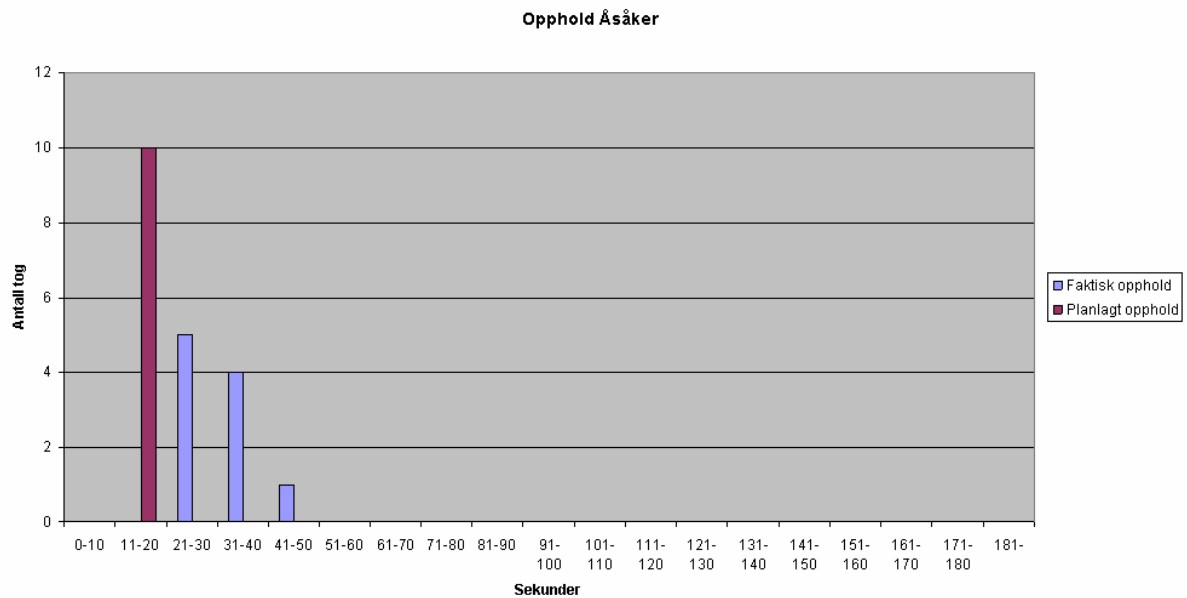
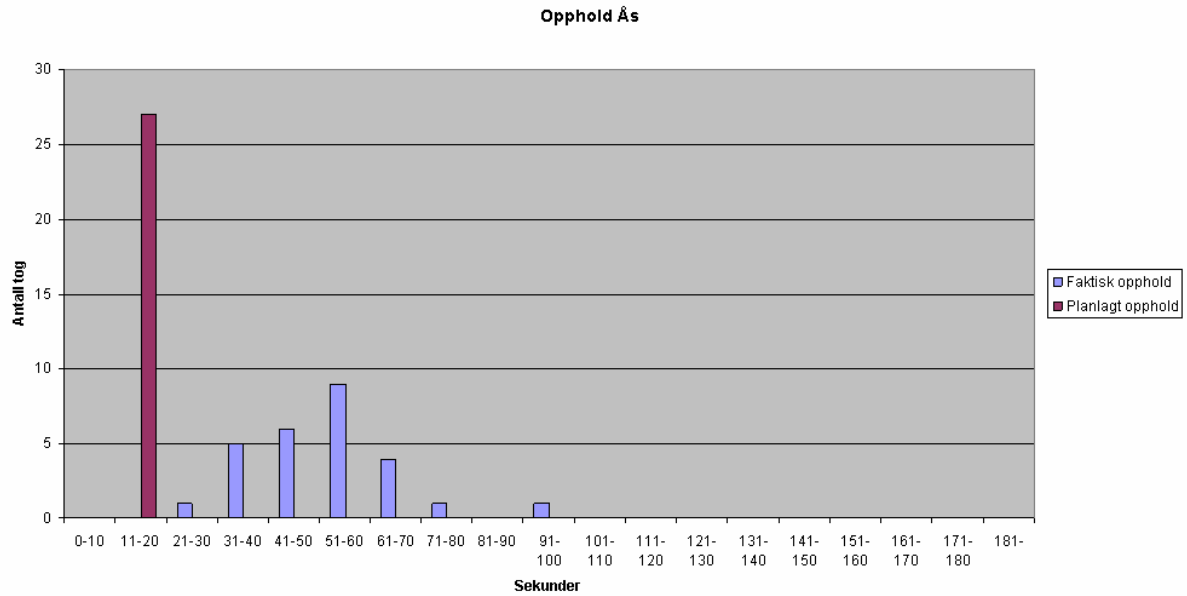










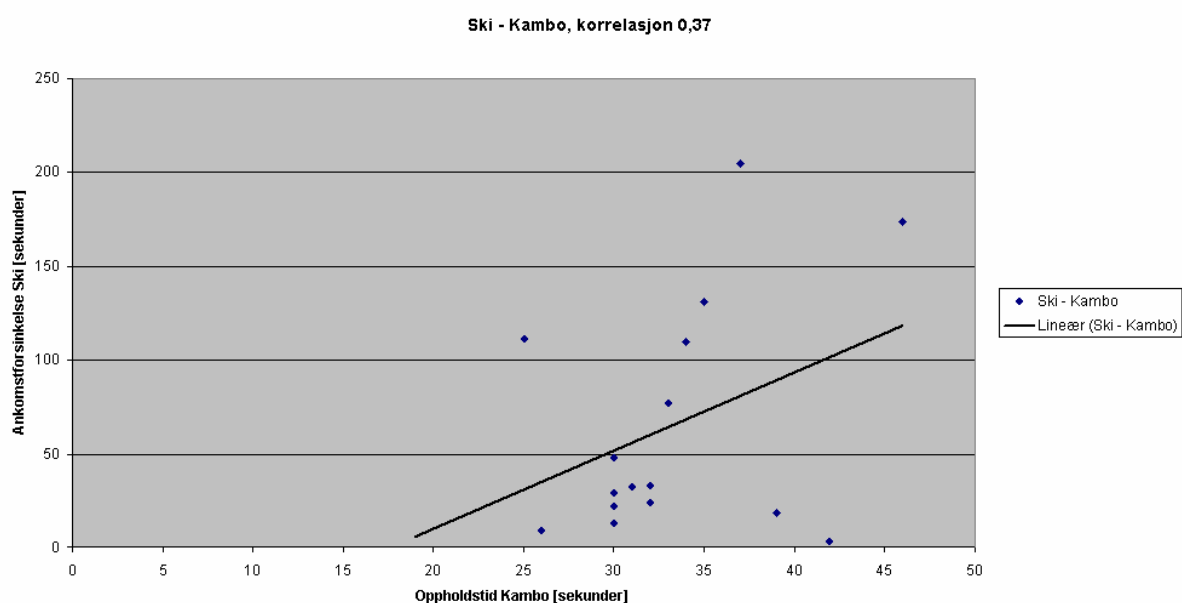
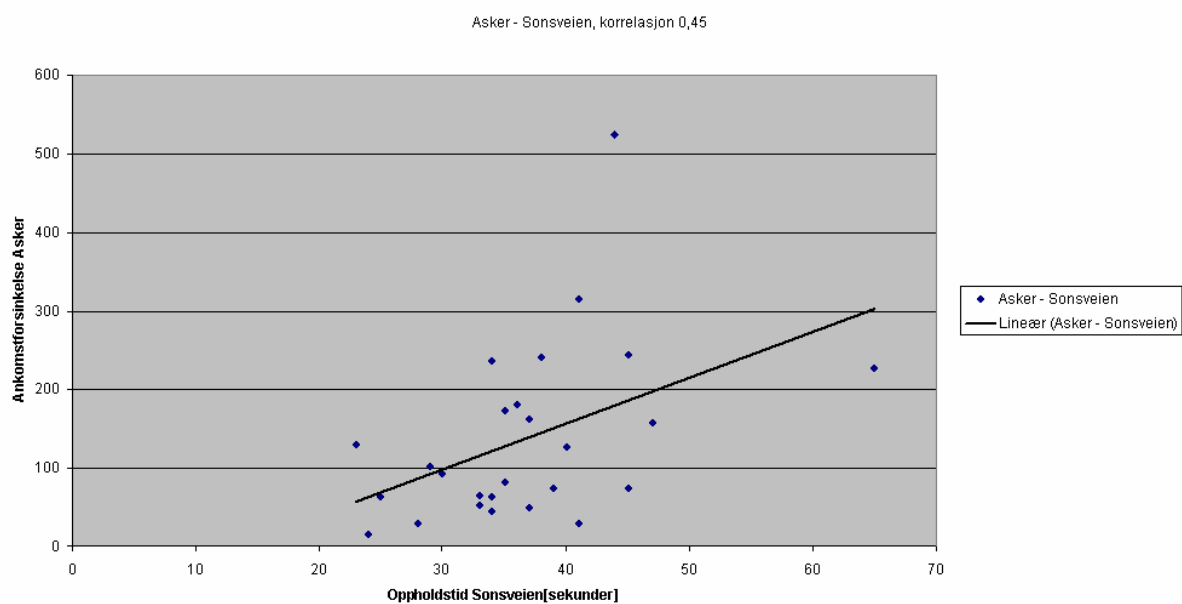


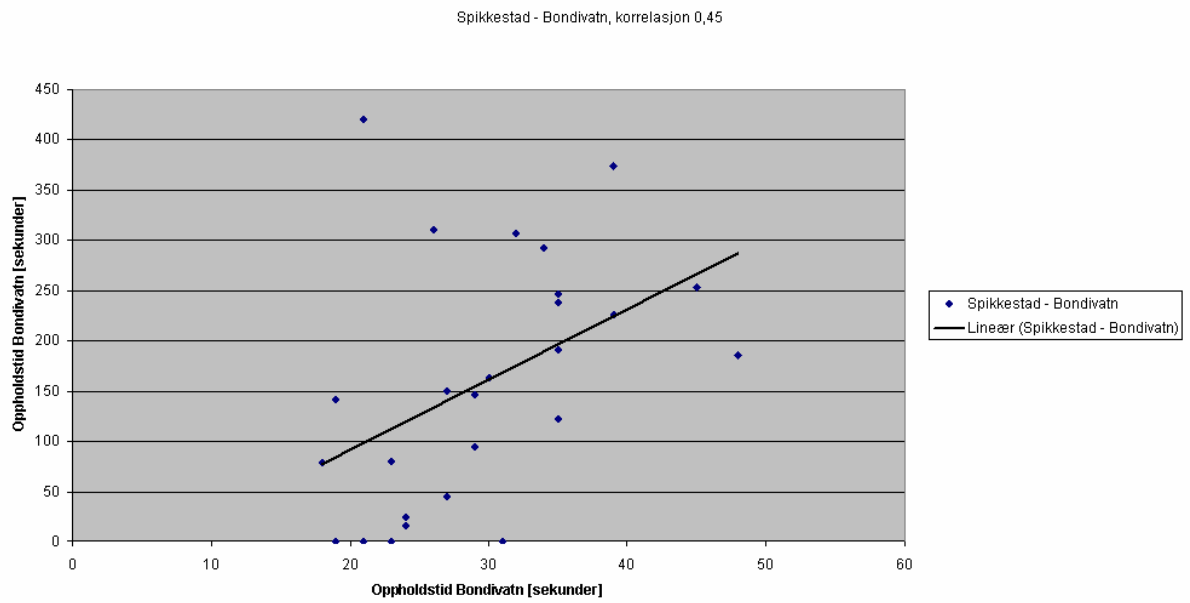
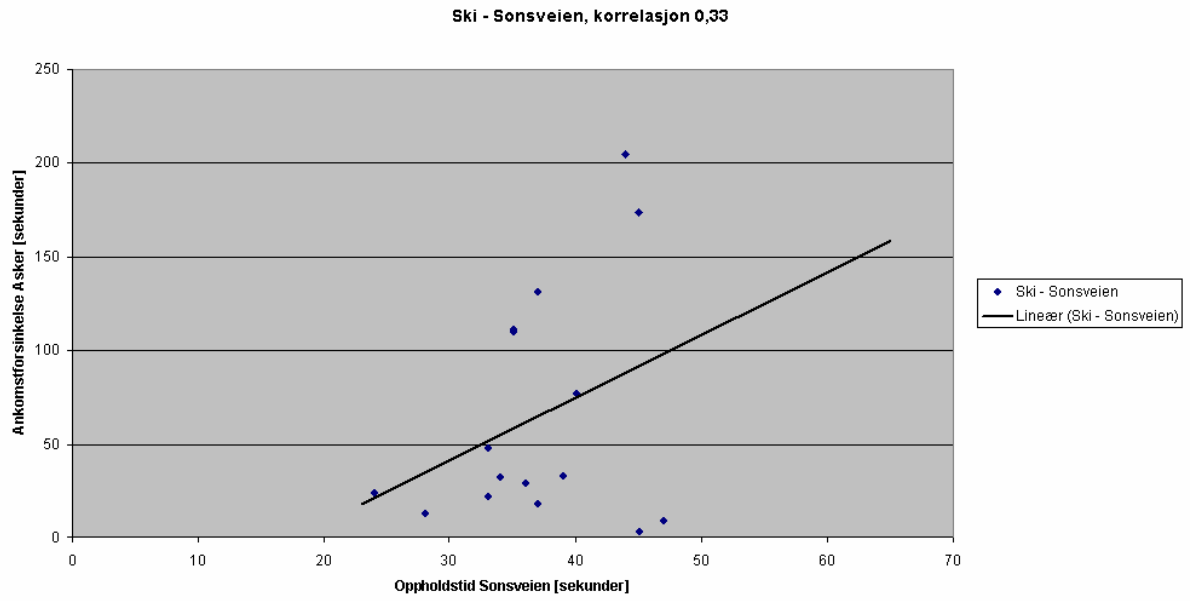
*Vedlegg G: Korrelasjoner*

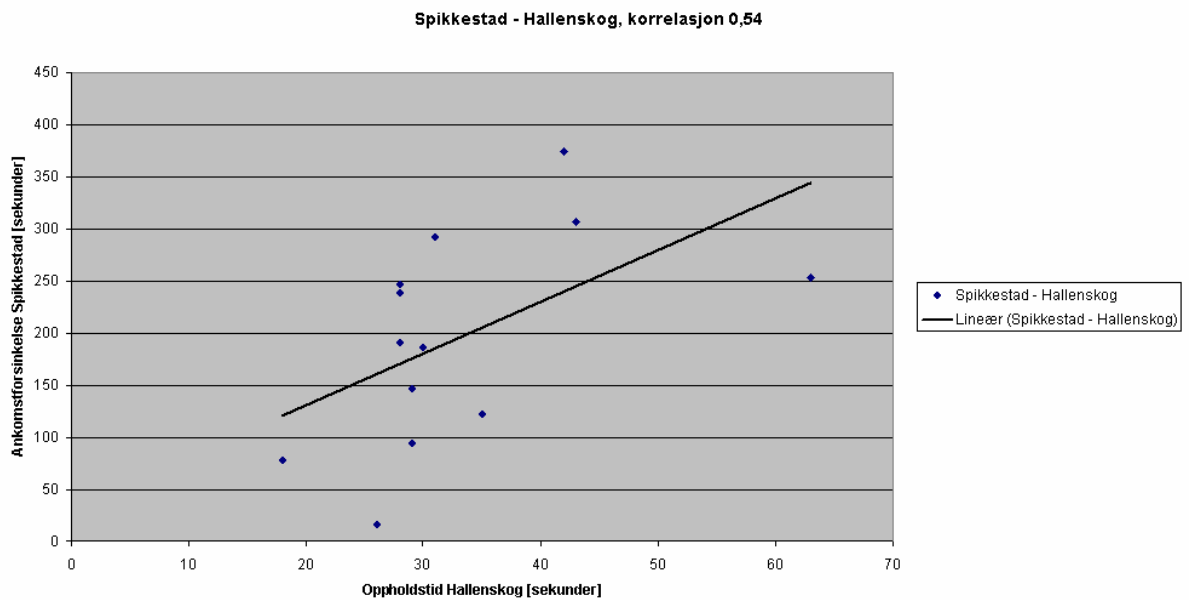
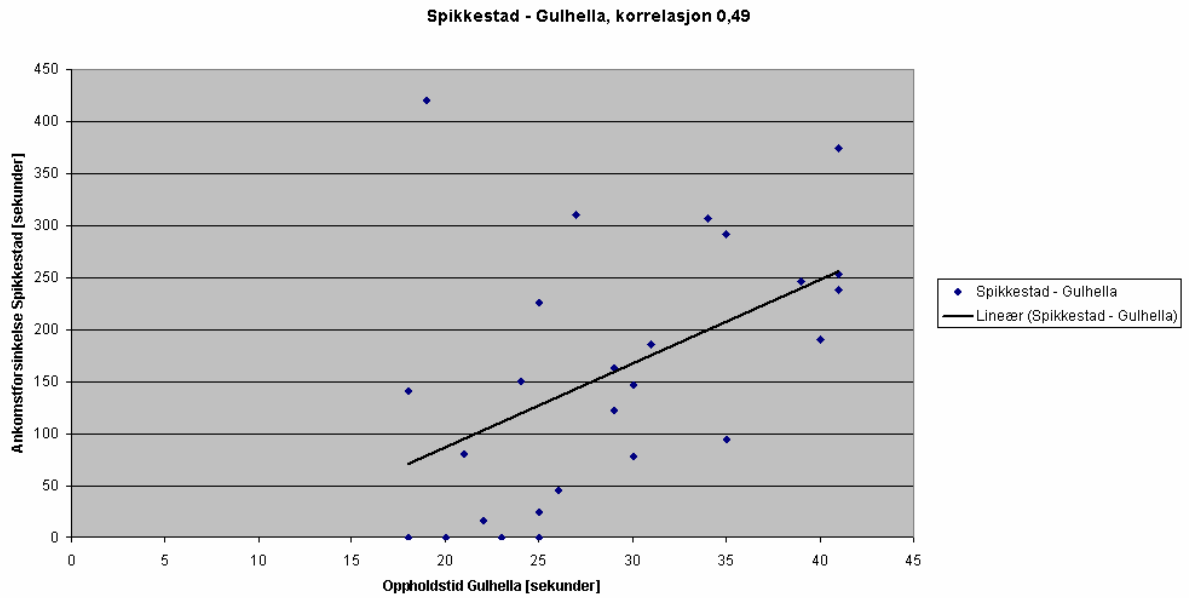
Stasjoner	Korrelasjon Ski	Stasjoner	Korrelasjon Oslo S	Stasjoner	Korrelasjon Asker	Stasjoner	Korrelasjon Spikkestad
Kambo	0,37	Kambo	0,20	Kambo	0,26	Kambo	0,37
Sonsveien	0,33	Sonsveien	0,07	Sonsveien	0,45	Sonsveien	0,44
Vestby	-0,09	Vestby	-0,06	Vestby	-0,08	Vestby	-0,21
Ås	-0,30	Ås	-0,08	Ås	-0,05	Ås	0,05
		Ski	-0,17	Ski	0,10	Ski	-0,28
		Kolbotn	-0,19	Kolbotn	0,05	Kolbotn	-0,17
				Oslo S.	0,05	Oslo S.	-0,09
				Nationaltheateret	0,14	Nationaltheateret	0,28
				Skøyen	-0,34	Skøyen	0,13
				Lysaker	0,12	Lysaker	0,02
				Sandvika	0,31	Sandvika	0,65
						Asker	0,17
						Bondivatn	0,45
						Gullhella	0,49
						Heggedal	0,24
						Hallenskog	0,54
						Røyken	0,30
						Åsåker	0,26

Tabell 15 – korrelasjoner ankomstforsinkelser – oppholdstid foregående stasjoner

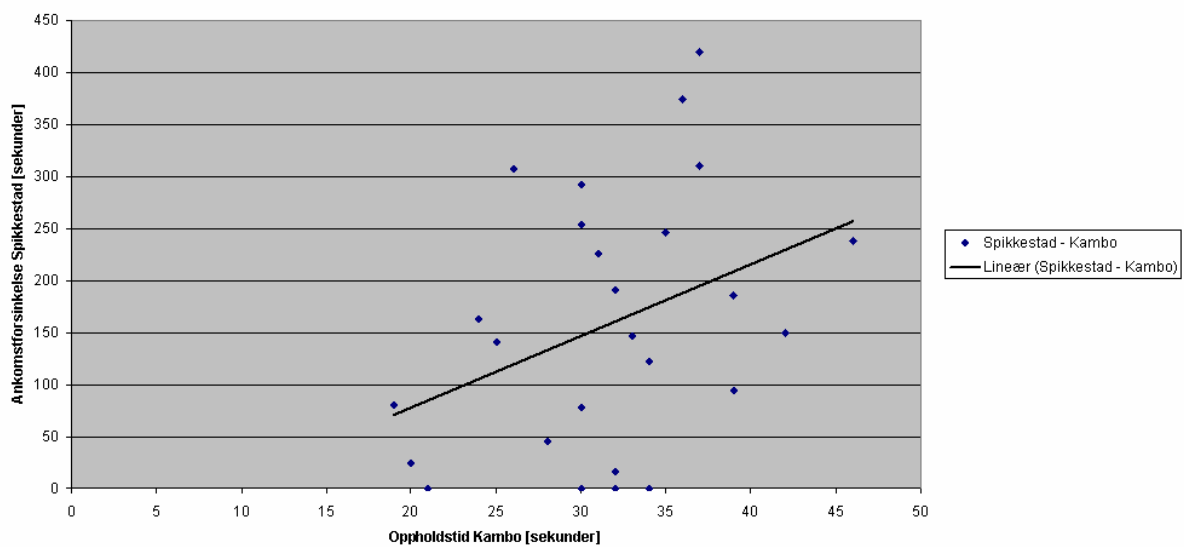
## Vedlegg H: Kryssplott



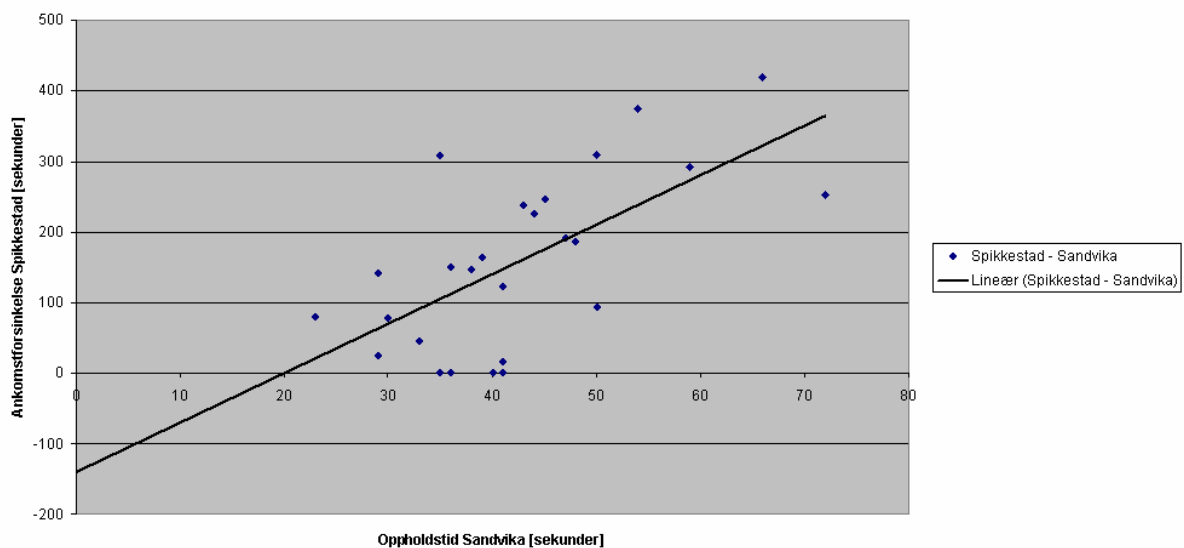


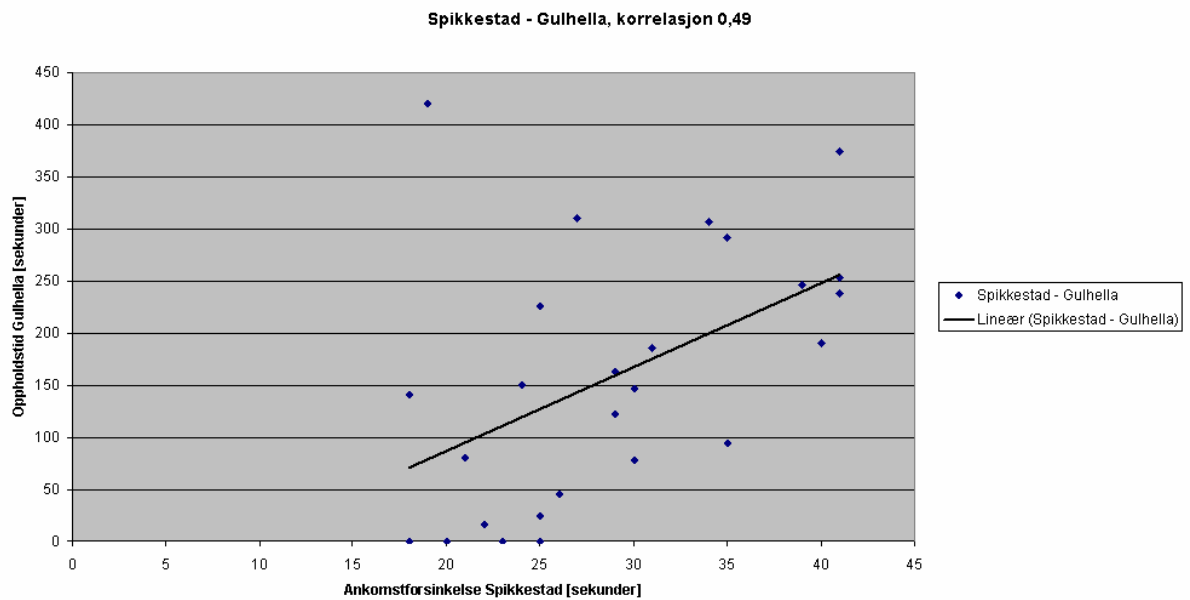
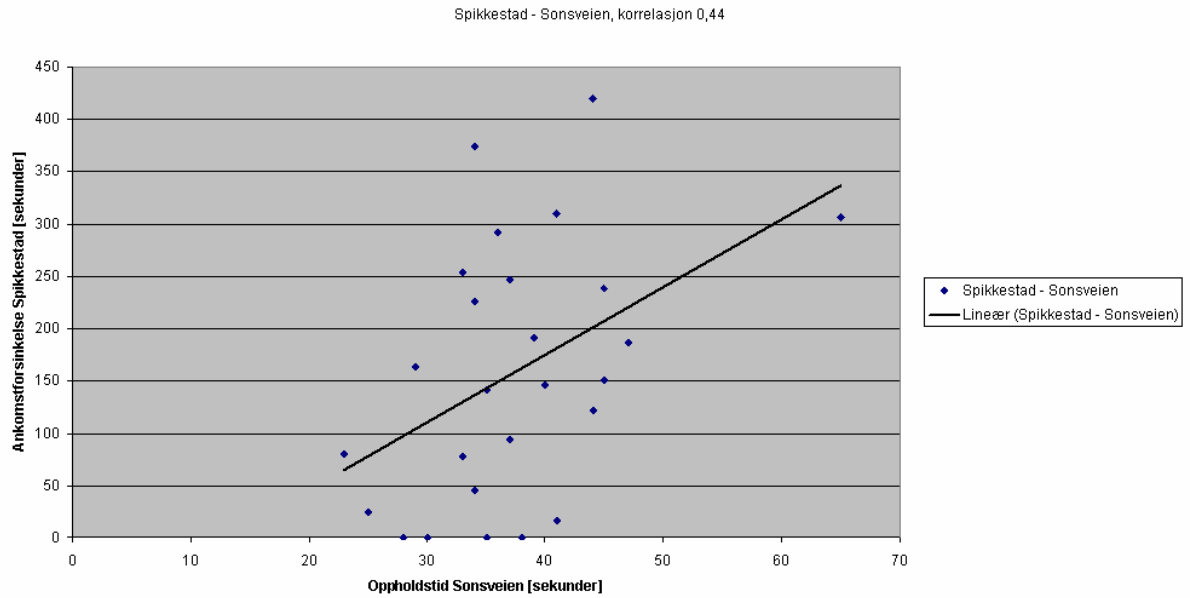


Spikkestad - Kambo, korrelasjon 0,37



Spikkestad - Sandvika, korrelasjon 0,65





*Vedlegg I: CD Rom*