

Hovedoppgave i sivilingeniørstudiet

**Vurdering av  
kostnadseffekter ved  
forsinkelser innenfor  
godstrafikk**

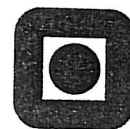
**Gro Spets Firing**



Institutt for industriell økonomi og  
teknologiledelse

Norges teknisk-naturvitenskapelige  
universitet

Våren 2003



Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

HOVEDOPPGAVE  
for  
STUD.TECHN. GRO SPETS FIRING

|                 |   |
|-----------------|---|
| Fagområde       | Bedriftsøkonomi<br>Managerial Economics   |
| Utleveringsdato | 15.01.2003  |
| Tittel          | <b>Vurdering av kostnadseffekter ved forsinkelser innenfor godstrafikk</b><br>Evaluation of the cost effects of delays in railway freight traffic   |
| Formål          | Jernbaneverkets metodehåndbok, JD 205, "Samfunnsøkonomisk analyser for jernbanen" inneholder retningslinjer for gjennomføring av kost-nytteanalyser. Investeringer i et bedre jernbanetilbud vil normalt ha positive konsekvenser for trafikkantene på jernbanen, eksempelvis gjennom redusert reisetid og forbedret punktlighet. For godstrafikken er det i enda større grad enn for persontrafikken viktig at punktligheten blir overholdt. Dette skyldes at frakt av gods på jernbanen kun er en del av transporten, og at forsinkelser derfor forplanter seg videre i transportkjeden. Metodehåndbokens tabeller <i>Vestfaktorer for reisetidskomponenter</i> og <i>Satser for reisetid om bord</i> viser henholdsvis hvordan forsinkelser per dags dato vektet med hensyn på type reise og hvordan verdsettingen av kjøretid differensieres for ulike reiseformer. Formålet med denne oppgaven er å undersøke hvorvidt satsene som fremkommer for godstrafikken i de ovennevnte tabeller synes rimelige. |

Følgende hovedpunkter skal behandles:

1. Beskrivelse av teori for kost-nytteanalyse med fokus på relevans innenfor infrastrukturinvesteringer i jernbanesektoren.
2. Kategorisering av komponenter som er relevante for analyse, det vil si ulike former for godstrafikk, hvilke bransjer som benytter de forskjellige formene for godstrafikk, hvilke krav bransjene stiller til godstrafikken, samt hvilke konsekvenser forsinkelser har for ulike bransjer og former for godstrafikk.
3. Evaluering av satsene for godstrafikk i tabellene *Vekstfaktorer for reisetidskomponenter* og *Satser for reisetid om bord* fra JD 205 i forhold til de faktiske konsekvensene av forsinkelser.

Olav Fagerlid  
prodekan

Asgeir Tomåsgard  
faglærer



# HOVEDOPPGAVE

Vår-semester 2003

Student Gro Spets Firing  
Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse

## ERKLÆRING

Jeg erklærer herved på ære og samvittighet at jeg har utført ovennevnte hovedoppgave selv og uten noen som helst ulovlig hjelp

Oslo  
Sted

16. juni 2003  
dato

Gro Spets Firing  
Signatur

Besvarelsen med tegninger m.v. blir i henhold til Forskrifter om eksamen § 3.5, NTNU's eiendom. Arbeidene - eller resultater fra disse - kan derfor ikke utnyttes til andre formål uten etter avtale med de interesserte parter.

## Forord

Denne oppgaven er resultatet av avsluttende prosjekt i sivilingeniørstudiet ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse på Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Arbeidet har blitt utført over 20 uker i vårsemesteret 2003.

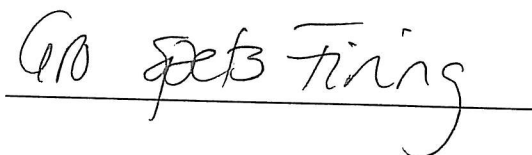
Oppgaven har vært utført med Jernbaneverket som samarbeidsbedrift. Målsetningen har vært å evaluere verdiene for redusert transporttid og forsinkelse som benyttes i Jernbaneverkets nyttekostnadsanalyser.

Jeg ønsker å takke ansatte ved Plankontoret ved Region Øst for at de har tatt godt i mot meg det halvåret jeg har vært her. En spesiell takk går til Hans Petter Krane som har vært min kontaktperson i Jernbaneverket og til Anne Siri Haugen for hjelp med regnearkene.

Takk til veilederne mine Hans Otto Hauger og Annelene Holden Hoff ved Langtidsplan- og utredningsavdelingen på Hovedkontoret som hadde ideen til oppgaven, og takk til veilederen min ved NTNU, Asgeir Tomasgard. Jeg vil også rette en takk til Nils Olsson ved SINTEF Teknologiledelse for ideer og innspill underveis i oppgaven.

Til slutt vil jeg takke min kjære Ole for tålmodige svar og god oppmuntring underveis!

Oslo, 16. juni 2003



Gro Spets Firing

## Sammendrag

Jernbaneløstaket benytter seg av nyttekostnadsanalyser for å beregne den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av investeringer i jernbaneinfrastrukturen. I nyttekostnadsanalysen er tidsbesparinger en av de viktigste komponentene. Hovedhensikten med denne oppgaven har vært å evaluere verdiene for redusert fremføringstid og forsinkelse for godstransport, som finnes i metodehåndboken JD 205, *Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen*.

Verdiene for redusert fremføringstid og forsinkelse av gods er basert på det svenske Banverkets verdier, som igjen bygger sine verdier på en hypotetisk betalingsvillighetsundersøkelse fra 1990. Mye tyder på at disse verdiene er foreldet og bør endres. Dette skyldes at forrige tiår innebar nye produksjonsmønstre med mindre lagerbeholdning og økt fokus på kortere leveransetider, som igjen medførte strengere krav til transportaktørene. Derfor har betalingsvilligheten trolig endret seg siden undersøkelsen ble foretatt. Dessuten er hypotetiske betalingsvillighetsundersøkelser i utgangspunktet beheftet med en del metodiske usikkerheter og har derfor en tendens til å feilestimere betalingsvilligheten. Et annet poeng er at de nåværende verdiene ikke er differensierte og derfor ikke skiller mellom ulike typer gods.

Studier utført i Sverige viser at tidsverdien for gods er proporsjonal med kapitalverdien av godset, men at tidsverdien bør oppjusteres med en faktor for å ta hensyn til for eksempel sekundære og logistiske tidsgevinster som det ikke tas høyde for i kapitalverdiregningene. Et annet viktig poeng i nyttekostnadsanalyser er at konsumentenes verdsettinger bør baseres på markedspriser. Tidsverdier beregnet med utgangspunkt i godsets kapitalverdi vil i større grad imøtekomme dette. Det anbefales derfor at verdier for fremføringstid baseres på kapitalverdien til godset.

Betalingsvillighetsundersøkelsen fra 1990 resulterte i en verdi for redusert forsinkelse som ikke tar hensyn til varigheten av forsinkelsen. Av den grunn bør forsinkelsesverdiene endres. Dette kan gjøres ved å gjennomføre en ny betalingsvillighetsundersøkelse som tar i betraktning lengde på forsinkelsen når forsinkelsesverdiene beregnes. En annen mulighet er å gå over til en vurdering av forsinkelsesrisiko, men dette krever at det utledes verdier for risikoreduksjonen som oppstår ved ulike forbedringstiltak i jernbanens infrastruktur. Begge disse tilnæringsmåtene krever at det gjennomføres omfattende analyser.

# Innholdsfortegnelse

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning</b> .....                                      | <b>1</b>  |
| 1.1      | Oppgavens formål.....  | 1         |
| 1.2      | Rammebetingelser og avgrensninger.....                       | 1         |
| 1.3      | Oppbygning av oppgaven.....                                  | 2         |
| <b>2</b> | <b>Godstrafikk på norsk jernbane</b> .....                   | <b>4</b>  |
| 2.1      | Jernbaneverket.....  | 4         |
| 2.2      | Transportselskapene.....                                     | 4         |
| 2.3      | Type godstransporter.....                                    | 5         |
| 2.3.1    | <i>Systemtog</i> .....                                       | 5         |
| 2.3.2    | <i>Kombitog</i> .....  | 5         |
| 2.3.3    | <i>Vognlasttog</i> .....                                     | 7         |
| 2.4      | Godsmarkedene.....   | 8         |
| 2.4.1    | <i>Massegoods</i> .....                                      | 8         |
| 2.4.2    | <i>Andre råvarer</i> .....                                   | 8         |
| 2.4.3    | <i>Produktvarer</i> .....                                    | 9         |
| 2.4.4    | <i>Servicevarer</i> .....                                    | 9         |
| 2.5      | Kundekrav og jernbanens tilbud.....                          | 9         |
| <b>3</b> | <b>Teorien bak nyttekostnadsanalyser</b> .....               | <b>12</b> |
| 3.1      | Innledning.....  | 12        |
| 3.2      | Kriterier for effektiv ressursutnyttelse.....                | 12        |
| 3.3      | Pareto-optimalitet.....                                      | 15        |
| 3.4      | Fullkommen konkurranse og effektiv ressursutnyttelse.....    | 16        |
| 3.5      | Betalingsvillighet, etterspørsel og konsumentoverskudd.....  | 16        |
| 3.6      | Alternativkostnader, tilbud og produsentoverskudd.....       | 19        |
| 3.7      | Samfunnsøkonomisk overskudd ved fullkommen konkurranse.....  | 21        |
| 3.8      | Markedssvikt.....  | 23        |
| 3.9      | Inntekts- og substitusjonsvirkningen.....                    | 24        |
| 3.10     | Kompensert etterspørselskurve.....                           | 25        |
| 3.11     | Kompensert og ekvivalent variasjon.....                      | 26        |
| 3.12     | Konsumentoverskuddets utilstrekkelighet.....                 | 30        |
| 3.13     | Fra konsumentoverskudd til generaliserte reisekostnader..... | 31        |
| 3.14     | Nåverdiberegning.....  | 36        |
| 3.15     | Skyggeprisen på offentlige midler.....                       | 39        |
| 3.16     | Oppsummering.....  | 39        |
| <b>4</b> | <b>Empirisk evaluering av tid</b> .....                      | <b>41</b> |
| 4.1      | RP-metoden.....  | 41        |
| 4.2      | SP-metoden.....  | 41        |
| 4.2.1    | <i>Fellestrekk ved SP-undersøkelser</i> .....                | 42        |
| 4.2.2    | <i>Betinget verdsetting</i> .....                            | 42        |
| 4.2.3    | <i>Samvalgsanalyse</i> .....                                 | 43        |
| 4.2.4    | <i>Likeverdprismetoden</i> .....                             | 44        |
| 4.3      | Metodeproblem ved bruk av SP-undersøkelser.....              | 45        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.3.1    | <i>Validitetsproblemet</i> .....   | 47        |
| 4.3.2    | <i>Fokuseringseffekten</i> .....   | 48        |
| 4.3.3    | <i>Manglende budsjetthensyn</i> .....  | 49        |
| 4.3.4    | <i>Rasjonelle valg</i> .....   | 50        |
| 4.3.5    | <i>Prediksjon av faktisk betalingsvillighet</i> .....                        | 50        |
| 4.3.6    | <i>Aggregering av preferanser</i> .....                                      | 50        |
| 4.4      | Konsekvenser av metodeproblemene .....                                       | 51        |
| <b>5</b> | <b>Analytisk evaluering av tid</b> .....                                     | <b>53</b> |
| 5.1      | Problemstillingen.....   | 53        |
| 5.2      | Lagerstyring ved usikkerhet i ledetiden og etterspørselen .....              | 55        |
| 5.3      | Verdien av raskere og mer pålitelig transport.....                           | 55        |
| 5.4      | Kapitalverdimetoden.....   | 57        |
| 5.5      | Vurdering av sekundære tidsgevinster.....                                    | 58        |
| 5.6      | Vurdering av logistiske tidsgevinster .....                                  | 58        |
| 5.6.1    | <i>Tidligere konsum eller videreforedling</i> .....                          | 60        |
| 5.6.2    | <i>Redusert aldring eller forringelse av godset</i> .....                    | 60        |
| 5.6.3    | <i>Tidligere oppretting av feil i produksjons- og serviceprosesser</i> ..... | 61        |
| 5.6.4    | <i>Skalafordele i lagerbeholdning og produksjon</i> .....                    | 61        |
| 5.7      | Vurdering av punktlighet.....  | 63        |
| 5.8      | Flaskehalsproblemer i forskningen.....                                       | 64        |
| 5.9      | Kritikk og anbefalinger.....   | 65        |
| <b>6</b> | <b>Grunnlaget for Jernbaneverkets verdier</b> .....                          | <b>67</b> |
| 6.1      | SP-undersøkelse fra 1990 .....   | 67        |
| 6.2      | Banverkets metodehåndbok før 2001 .....                                      | 69        |
| 6.3      | Norsk SP-undersøkelse.....   | 71        |
| 6.3.1    | <i>Kostnader og punktlighet er viktig</i> .....                              | 71        |
| 6.3.2    | <i>Verdien av redusert transporttid</i> .....                                | 72        |
| 6.3.3    | <i>Bedriftsøkonomiske kontra samfunnsøkonomiske verdier</i> .....            | 73        |
| 6.4      | Jernbaneverkets metodehåndbok fra 2001.....                                  | 74        |
| <b>7</b> | <b>Grunnlaget for Banverkets verdier</b> .....                               | <b>77</b> |
| 7.1      | SP-undersøkelse fra 1999 .....   | 77        |
| 7.1.1    | <i>Bakgrunn for undersøkelsen</i> .....                                      | 77        |
| 7.1.2    | <i>Variabler og avgrensninger</i> .....                                      | 78        |
| 7.1.3    | <i>Estimering og modellvalg</i> .....  | 79        |
| 7.1.4    | <i>Evaluering av resultatet</i> .....  | 83        |
| 7.2      | Nye kalkulasjonsverdier .....  | 84        |
| 7.2.1    | <i>Verdien av redusert fremføringstid</i> .....                              | 84        |
| 7.2.2    | <i>Verdien av redusert forsinkelse</i> .....                                 | 87        |
| 7.3      | Banverkets metodehåndbok, 2001-utgaven.....                                  | 88        |
| 7.3.1    | <i>Tidsverdiene</i> .....  | 88        |
| 7.3.2    | <i>Forsinkelsesrisiko</i> .....  | 89        |
| <b>8</b> | <b>Evaluering av verdiene for fremføringstid og forsinkelse</b> .....        | <b>90</b> |
| 8.1      | Verdiene basert på SP-undersøkelsen fra 1990 .....                           | 90        |
| 8.2      | Evaluering av tidsverdier bygd på kapitalverdimetoden .....                  | 92        |
| 8.2.1    | <i>Bedriftsøkonomiske kalkulasjonsrenten</i> .....                           | 93        |
| 8.2.2    | <i>Oppjusteringsfaktoren</i> .....   | 94        |
| 8.2.3    | <i>Tidskorrigeringsfaktoren</i> .....  | 94        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 8.2.4     | Overestimerte verdier? .....                                      | 94         |
| 8.3       | Ny varegruppeinndeling .....                                      | 96         |
| 8.4       | Verdier for endret forsinkelsesrisiko .....                       | 96         |
| <b>9</b>  | <b>Andre betalingsvillighetsundersøkelser .....</b>               | <b>99</b>  |
| 9.1       | Verdier for fremføringstid .....                                  | 99         |
| 9.2       | Verdier for redusert forsinkelse .....                            | 100        |
| <b>10</b> | <b>Norske verdier for fremføringstid .....</b>                    | <b>102</b> |
| 10.1      | NEMO.....   | 102        |
| 10.2      | Kort innføring om nettverksmodeller .....                         | 103        |
| 10.3      | Vareverdier beregnet av TØI.....                                  | 104        |
| 10.4      | Usikkerhet i analysene .....                                      | 105        |
| 10.5      | Vurdering av tidsverdiene.....                                    | 105        |
| <b>11</b> | <b>Testing av verdier for fremføringstid og forsinkelse .....</b> | <b>107</b> |
| 11.1      | Forutsetninger i testingen .....                                  | 107        |
| 11.2      | Eksemplet fjernstyring på Nordlandsbanen.....                     | 108        |
| 11.3      | Eksemplet dobbeltsporparsell på Østfoldbanen.....                 | 110        |
| <b>12</b> | <b>Vurdering av oppgaven .....</b>                                | <b>113</b> |
| <b>13</b> | <b>Konklusjon.....</b>  | <b>117</b> |
| <b>14</b> | <b>Forslag til videre arbeid.....</b>                             | <b>118</b> |
|           | <b>Referanser.....</b>  | <b>119</b> |

## Figurliste

|   |    |
|---|----|
| <i>Figur 1 CargoNets godstogtilbud</i> .....  | 7  |
| <i>Figur 2 Produksjonsmulighetskurve og indifferenskurver</i> .....                               | 13 |
| <i>Figur 3 Nyttmulighetskurve, Pareto-forbedring og -optimalitet</i> .....                        | 14 |
| <i>Figur 4 Optimal tilpasning for en konsument</i> .....  | 17 |
| <i>Figur 5 Betalingsvillighet og etterspørsel for et gode</i> .....                               | 18 |
| <i>Figur 6 Marginale alternativkostnader for en bedrift</i> .....                                 | 20 |
| <i>Figur 7 Markedsmekanismen og likevektsdannelse</i> .....                                       | 22 |
| <i>Figur 8 Substitusjons- og inntektsvirkninger av en prisøkning</i> .....                        | 25 |
| <i>Figur 9 Mål på velferdsendring ved bruk av vanlig og kompenserte etterspørselskurver</i> ..... | 26 |
| <i>Figur 10 Ekvivalent variasjon</i> .....  | 28 |
| <i>Figur 11 Kompensert variasjon</i> .....  | 29 |
| <i>Figur 12 Marginal betalingsvillighet og etterspørsel for et gode</i> .....                     | 32 |
| <i>Figur 13 KO gitt ved trapesberegning</i> .....   | 33 |
| <i>Figur 14 Skift i etterspørselskurven ved redusert reisetid</i> .....                           | 34 |
| <i>Figur 15 Skift i kostnadskurven ved redusert reisetid</i> .....                                | 35 |
| <i>Figur 16 Nytte- og kostnadsvirkninger ved et offentlig tiltak</i> .....                        | 37 |
| <i>Figur 17 Leveranseskjema</i> .....   | 78 |

## Tabelliste

|   |            |
|---|------------|
| <i>Tabell 1 Markeder, kundens krav og jernbanens muligheter .....</i>                     | <i>11</i>  |
| <i>Tabell 2 Banverkets (1992) oversikt over tidsverdier for godstransport.....</i>        | <i>69</i>  |
| <i>Tabell 3 Banverkets (1992) oversikt over verdier for redusert forsinkelse .....</i>    | <i>70</i>  |
| <i>Tabell 4 Vurdering av tid i godstrafikken for ulike transporter .....</i>              | <i>70</i>  |
| <i>Tabell 5 Vurdering av redusert forsinkelsestid.....</i>                                | <i>71</i>  |
| <i>Tabell 6 Satser for reisetid, kr per person og time; prisnivå 2000 .....</i>           | <i>74</i>  |
| <i>Tabell 7 Vektfaktorer for reisetidskomponenter .....</i>                               | <i>75</i>  |
| <i>Tabell 8 Inregias verdier .....</i>  | <i>83</i>  |
| <i>Tabell 9 Vurdering av tid for godstrafikk for ulike varegrupper.....</i>               | <i>86</i>  |
| <i>Tabell 10 Vurdering av risikoreduksjon av forsinkelse for ulike varegrupper.....</i>   | <i>87</i>  |
| <i>Tabell 11 Varegruppene i Beräkninghandedningen .....</i>                               | <i>88</i>  |
| <i>Tabell 12 Vurdering av tid i godstrafikken.....</i>                                    | <i>89</i>  |
| <i>Tabell 13 Varegruppeinndelingen i 1999 og 2002 .....</i>                               | <i>96</i>  |
| <i>Tabell 14 anbefalte verdier for risikoreduksjon per varegruppe .....</i>               | <i>97</i>  |
| <i>Tabell 15 Forsinkelsesrisiko per km og ved grensepassering .....</i>                   | <i>97</i>  |
| <i>Tabell 16 Resultater fra undersøkelser av tidsverdier for jernbane .....</i>           | <i>99</i>  |
| <i>Tabell 17 Resultater for risikoreduksjon på jernbane .....</i>                         | <i>101</i> |
| <i>Tabell 18 Vareverdier, kapitalkostnader og tidsverdier for ulike varegrupper .....</i> | <i>104</i> |
| <i>Tabell 19 Resultater fra testing på Nordlandsbanen.....</i>                            | <i>109</i> |
| <i>Tabell 20 Resultater fra testing på Østfoldbanen.....</i>                              | <i>111</i> |



# 1 Innledning

Kapittel 1 presenterer oppgavens formål, rammebetingelser, avgrensninger og oppbygning.

## 1.1 Oppgavens formål

Problemformuleringen på side II gjør rede for oppgavens formål. Hovedhensikten med oppgaven er å evaluere verdiene for fremføringstid og forsinkelse for gods som er gitt i Jernbaneverkets metodehåndbok JD 205, *Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen*. Disse verdiene benyttes når Jernbaneverket gjør nyttekostnadsanalyser av ulike infrastrukturinvesteringer for å beregne om et prosjekt er samfunnsøkonomisk lønnsomt. For å få en bedre forståelse for bakgrunnen til nyttekostnadsanalyser, gis det også en beskrivelse av teorien som ligger til grunn for slike analyser.

Dessuten skal godstrafikken på jernbane beskrives nærmere med utgangspunkt i hvilke former for godstrafikk som finnes, hvilke bransjer som benytter seg av jernbanen og hvilke krav disse bransjene stiller.

## 1.2 Rammebetingelser og avgrensninger

Hovedoppgaven for sivilingeniørstudenter er på 10 vekttall og skal gjennomføres innenfor et begrenset tidsrom på 20 uker i vårsemesteret i 5. klasse. Dette legger naturlige føringer for oppgavens omfang. En konsekvens av dette var at en eventuell spørreundersøkelse blant brukere av godstransport på jernbane var uaktuell, fordi det ville være for omfattende å planlegge, utføre og analysere resultatene av en slik undersøkelse innenfor de rammene som er gitt.

Oppgaven ble innledet med et bredt litteratursøk, men ikke overraskende viste det seg at resultatet ble nokså begrenset på tids- og punktlighetsstudier for *godstrafikk*. Persontrafikk har stort sett vært prioritert når det gjelder forskning og utvikling. Tilgjengelig litteratur stammer fra svenske undersøkelser, da Sverige har vært et foregangsland innen studier og implementering av verdier for forsinkelse og fremføringstid.

Et annen moment som viste seg vanskelig var å foreta en direkte sammenligning mellom samfunnsøkonomiske og bedriftsøkonomiske verdier. I utgangspunktet skulle verdiene for redusert forsinkelse og fremføringstid for godstrafikken evalueres i forhold til de faktiske

konsekvensene av forsinkelsene. Dessverre viste det seg svært vanskelig å få tak i bedriftsøkonomiske kostnadstall fra brukere av jernbanen, fordi bedriftene anså slike tall som konfidensielle, og ønsket å verne om dem av konkurransemessige hensyn. På grunn av dette har evalueringen av verdiene i forhold til de faktiske konsekvensene blitt noe begrenset.

### 1.3 Oppbygning av oppgaven

I kapittel 2 følger en innføringen i de ulike former for godstrafikk på norsk jernbane. Kapitlet beskriver også ulike typer marked som benytter godstrafikk på jernbane, og hvilke krav kundene setter til de ulike markeder og typer godstog. Dessuten gis det en kort presentasjon av Jernbaneverket og deres rolle i jernbanetransporten.

Kapittel 3 tar for seg teorien som ligger til grunn for nyttekostnadsanalyser. Det blir gjort rede for grunnleggende begreper som for eksempel *konsumentoverskudd*, *betalingsvillighet* og *generaliserte reisekostnader*, og utledningen av disse begrepene. Begrepene er viktige fordi de benyttes i utarbeidelsen av tidsverdiene, og fordi de er sentrale i bruken av nyttekostnadsanalyser.

Kapittel 4 og 5 beskriver hvordan *tid* kan evalueres, henholdsvis empirisk og analytisk. En *empirisk evaluering* er basert på faktiske eller hypotetiske betalingsvillighetsundersøkelser, og det er en hypotetisk betalingsvillighetsundersøkelse som ligger til grunn for verdiene for fremføringstid og forsinkelsestid som Jernbaneverket bruker i dag. *Analytisk evaluering* er i langt mindre grad anvendt i praktisk utledning av tidsverdier. Kapitlet beskriver mulige tilnæringsmåter for å beregne tidsverdier i et mer analytisk rammeverk. Det gjøres rede for hvilke gevinster og problemer en slik tilnærming fører med seg. Kapitlet tar også for seg den såkalte *kapitalverdimetoden*, som brukes av for eksempel det svenske Banverket.

Kapittel 6 gjør rede for bakgrunnen for verdiene for forsinkelse og fremføringstid som Jernbaneverket bruker i sin metodehåndbok av 2001. Disse verdiene er basert på en eldre utgave av Banverkets metodehåndbok for samfunnsøkonomiske analyser, som igjen er basert på en hypotetisk betalingsvillighetundersøkelse, en såkalt SP-undersøkelse, fra 1990. Kapitlet beskriver selve resultatene fra undersøkelsen, overgangen til verdiene i Banverkets metodehåndbok av 1992 og 1997, samt utledningen av verdiene i Jernbaneverkets metodehåndbok.

Kapittel 7 gjør rede for verdiene i siste utgaven av Banverkets håndbok fra 2001. Disse verdiene er hentet fra en nyere betalingsvillighetundersøkelse om tidsverdier fra 1999. Kapitlet tar for seg hva slags endringer som ble anbefalt av en gruppe nedsatt av den svenske regjering i 1999 og 2002, og hva dette førte til av endringer i verdiene for fremføringstid og forsinkelse hos Banverket.

I kapittel 8 blir tidsverdiene basert på SP-undersøkelsen fra 1990 evaluert. Dessuten blir verdien som den regjeringsnedsatte gruppen anbefalte, og som bygger på den såkalte kapitalverdimetoden, evaluert. Kapitlet tar også for seg hvilke andre anbefalinger denne gruppen foreslo, blant annet at forsinkelsesbegrepet bør endres fra *forsinkelsestid* til *forsinkelsesrisiko*.

Kapittel 9 tar for seg resultatene fra et begrenset utvalg andre betalingsvillighetundersøkelser for godstrafikk på jernbane, og kapitlet er ment som et sammenligningsgrunnlag for verdiene som er referert til ellers i oppgaven.

I kapittel 10 blir det utledet verdier for fremføringstid beregnet for norske forhold. Grunnlaget for verdiene er hentet fra en nettverksmodell benyttet av Transportøkonomisk Institutt (TØI), og det gjøres også kort rede for bruken av modeller av denne typen.

I kapittel 11 blir de norske verdiene for fremføringstid testet i to konkrete prosjekter fra Jernbaneverket. Hensikten er å illustrere hvilke faktiske virkninger endringene har i nyttekostnadsanalyser.

Kapittel 12 vurderer oppgavens resultater, mens kapittel 13 og 14 er henholdsvis konklusjon og forslag til videre arbeid.

## **2 Godstrafikk på norsk jernbane**

Godstrafikk på jernbane deles opp i ulike produkter etter hva slags transportløsning som tilbys. Da disse ulike formene for godstrafikk gir forskjellige transporttilbud med tanke på tid og kvalitet, er det viktig å kunne skille mellom dem. Dette kapittelet gir en presentasjon av godstransporttilbudet på jernbane i Norge, hvilke type sektorer som benytter hvilke produkter, samt hvilke krav som settes til de ulike produktene. Innledningsvis presenteres Jernbaneverket og hvilken rolle de spiller for norsk jernbanetransport.

### **2.1 Jernbaneverket**

Jernbaneverket er statens fagorgan for jernbanevirksomhet, og de har ansvaret for å forvalte og utvikle det offentlige jernbanenettet slik at trafikkutøverne får dekket sine behov for togtrafikken. NSB AS og CargoNet AS er viktigste trafikkutøverne, men etter at Stortinget åpnet for konkurranse på jernbanesporet, er det mulighet for flere trafikkutøvere.

Jernbaneverket er eier av jernbanestasjoner og terminaler, blant annet publikumsarealer, adkomster, parkeringsplasser og øvrige offentlige fasiliteter som er nødvendige for togbrukerne. En annen viktig oppgave for Jernbaneverket er ruteplanlegging i form av å tildele ruteleier for trafikkutøverne. Dessuten er Jernbaneverket ansvarlig for trafikkstyring gjennom operativ togledelse av trafikken på jernbanenettet.

Jernbaneverket foretar utredninger og planlegging innen jernbanesektoren, herunder nyttekostnadsanalyser av ulike tiltak. Det offentlige jernbanenettet er en viktig del av samfunnets infrastruktur, slik at Jernbaneverket bidrar til å hjelpe myndighetene med å nå deres transportpolitiske målsettinger ([www.jernbaneverket.no](http://www.jernbaneverket.no)).

### **2.2 Transportselskapene**

NSB Gods ble fra 1. januar 2002 omgjort til eget aksjeselskap, CargoNet AS, som er et datterselskap av NSB AS og det svenske jernbaneselskapet Green Cargo AB. CargoNet har en samlet omsetning på 1,5 milliarder NOK og ca 950 ansatte. Dette innbefatter også det svenske selskapet Rail Combi AB, som er et heleid datterselskap av CargoNet. Når det gjelder NSB AS, er det staten ved Samferdselsstatsråden som er eneste aksjeeier.

Foreløpig er CargoNet, foruten Malmtrafikk AS som opererer på Ofotbanen, enerådene på godstrafikk på jernbanen i Norge. Det norske jernbanenettet ble med virkning fra 15. mars 2003 åpnet for utenlandske selskaper som ønsker å kjøre godstog til eller fra Norge. Dette er i tråd med EUs *Jernbanepakke 1* som sikrer at utenlandske selskaper kan drive godstransport på hele det norske jernbanenettet. Også norske selskaper som ønsker å frakte gods i direkte konkurranse med CargoNet, kan nå søke om norsk godkjenning som jernbaneselskap ([www.cargonet.no](http://www.cargonet.no)).

## 2.3 Type godstransporter

I dag opereres det med tre ulike typer godstransport på jernbane i Norge: Systemtog, vognlasttog og kombitog. Følgende delkapittel er i hovedsak basert på Jernbaneverket (2002).

### 2.3.1 Systemtog

Systemtog betjener kunder med behov for transport av store volum med regelmessig frekvens. Hver av disse kundene får tilbud om egne heltogløsninger, og hvert systemtog kjøres til en bestemt kunde. Systemet baseres på industrielt samarbeid om lukkede transportsystemer, hvor dedikerte ressurser i form av lokomotiv, vogner og personell knyttes opp mot kunden. Slike typer tog går kun i trafikk mellom laste- og lossested, slik at det blir brukt minst mulig ressurser på skifting, det vil si flytting, skjøting og deling av togsett. Transportlengdene innenlands i Norge varierer mellom 5 og 300 km, og det er også muligheter for internasjonale transporter. Eksempler på systemtog er Malmtrafikks malmtransport fra de svenske gruvene i Kiruna til utskipningen i Narvik. For CargoNet sin del er hoveddelen av systemtog knyttet til flis- og tømmertransport på Østfoldbanen, Rørosbanen, Solørbanen, Kongsvingerbanen, Nordlandsbanen og Meråkerbanen, samt noe frakt av flybensin til Gardermoen og kjemikalier til NorCem i Brevik.

### 2.3.2 Kombitog

CargoNets kombitog kalles CombiXpress, og slike tog besørger transport av gods i løse, standardiserte lastebærere, for eksempel containere, vekselflak<sup>1</sup> eller semihengere<sup>2</sup>. Slike

---

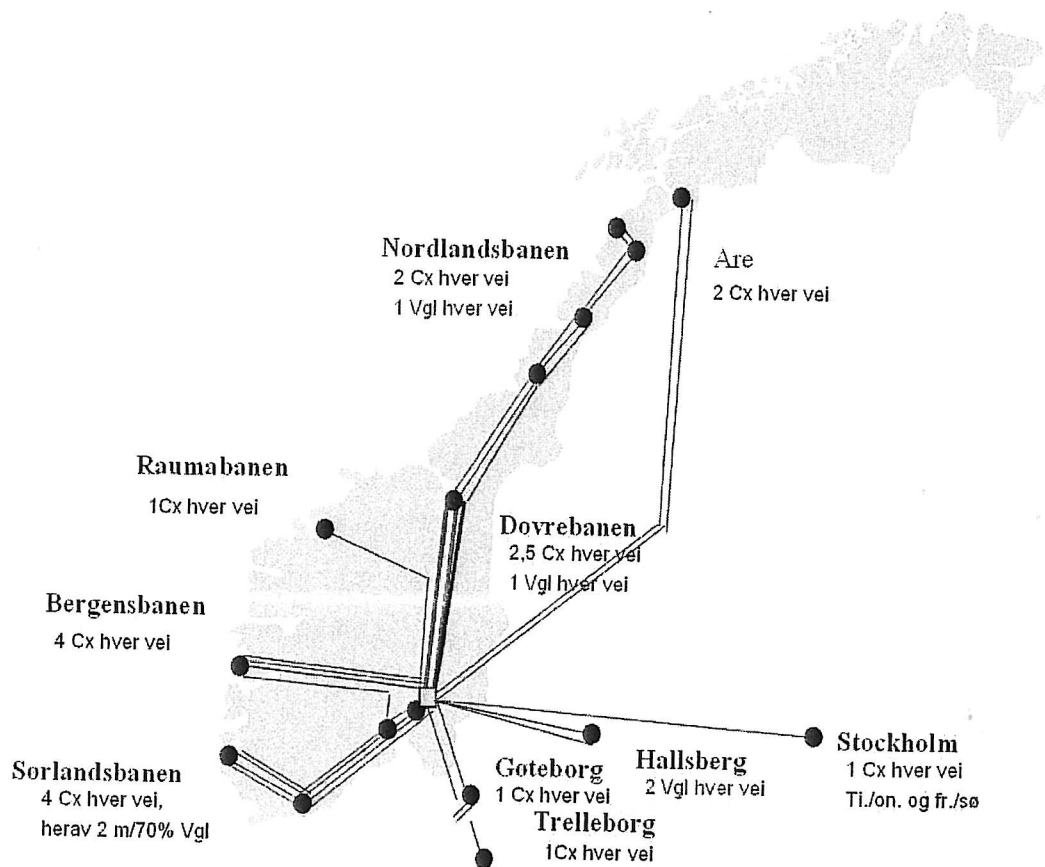
<sup>1</sup> Vekselflak er understellet av en container, og det brukes til lastning av komplisert last og /eller kolli med overbredde/-høyde.

<sup>2</sup> En semihenger er en tilhenger som tilkobles trekkvogn, og som kan sendes på skip eller jernbane uten at trekkvogn og sjåfør følger med (i motsetning til vogntog eller bil/henger).

kombinererte transporter gir den raskeste togtransporten på grunn av enkel overføring mellom tog, bil og båt ved at lastebæreren løftes fra det ene transportmiddelet over til det andre. Godset som i stor grad kommer fra produktmarkedet, ligger i lastebæreren under hele forflytningen mellom avsender og mottaker, og omlastes minst én gang mellom ulike transportmidler. Eksempler på store kunder som kjøper plass i kombitogene er Linjegods, Nor-Cargo, Tollpost og Posten.

Omlasting mellom lastebil og kombitog er det vanligste. Minimum transportlengde for kombitog i Norge er omkring 400 km. Kombivognene går som regel i egne tog mellom kombiterminaler, men kan også transporteres som en blanding av kombivogngrupper og vognlaster. Kundene kan abonnere på plass i togene for å sikre faste plasser over lengre tid. Dersom transportbehovet er varierende, kan plass bestilles fra dag til dag, og eventuelle ledige plasser i togene blir da reservert.

CargoNet satser på en videre ekspansjon innenfor markedsområdet kombinerte transporter, både innenlands, i Sverige og videre sørover i Europa gjennom allianser med andre europeiske operatører. CargoNet kjører i dag nasjonale kombitog mellom Oslo og henholdsvis Stavanger, Bergen, Åndalsnes, Trondheim, Bodø og Narvik, se figur 1.



Figur 1 CargoNets godstogtilbud (Cx= kombitog, Vgl= vognlast) i, samt til og fra, Norge per september 2002. Systemtog er ikke med i overskt (Jernbaneverket, 2002)

### 2.3.3 Vognlasttog

Vognlast er det eldste godstogtilbudet og har tidligere vært hovedproduktet i jernbanens godstransporttilbud. Dette er et transporttilbud med last i konvensjonelle enkeltvogner, hvor kundene selv laster og lossrer ved industrispor eller frilastegater. Underveis i transporten blir vognene skiftet, for så å bli satt sammen til nye tog avhengig av hvor lasten skal. Dette skjer opp til flere ganger i løpet av transporten, og skiftområdene er derfor sentrale punkter for sortering av ankommende tog og sammensetting av nye tog gitt ulike destinasjonsmål. Vognlasttogene transporterer i hovedsak gods på råvaremarkedet, og har ofte behov for omlasting til båt. Omlasting til bil er nødvendig dersom avsenderen eller mottakeren av godset ikke har jernbanetilknytning. Minimum transportlengde for vognlasttog i Norge er 100 km.

Dagens vognlasttilbud består av ett tog hver virkedag på Nordlandsbanen og Dovrebanen, og to tog hver virkedag mellom Alnabru og Hallsberg i Sverige, se figur 1. Noe vognlast fraktes også i CombiXpress-togene på Sørlandsbanen og Nordlandsbanen. Terminalene Alnabru,

Drammen, Kristiansand, Stavanger, Hønefoss, Åndalsnes, Trondheim, Mosjøen, Mo i Rana, Narvik, Sarpsborg og Halden betjenes på forespørsel.

CargoNet mener at næringsstrukturen i Norge ikke gir grunnlag for å opprettholde et økonomisk bærekraftig tilbud, slik at vognlasttogene avvikles etter 14. desember 2003 ([www.cargonet.no](http://www.cargonet.no)).

## **2.4 Godsmarkedene**

Markedet for godstransport med jernbane kan grovt deles inn i fire delmarkeder: Massegods, andre råvarer, produktvarer og servicevarer. Dette delkapittelet gir en kort beskrivelse av de ulike markedene basert på Nelldal et al (2000) og Jernbaneverket (2002).

### **2.4.1 Massegods**

Massegods er ofte råvarer som fraktes som bulk, det vil si løst og uemballert massegods, som for eksempel malm og olje. Typiske kunder er prosessindustrien, og det transporteres vanligvis i store fraktstørrelser med lav vareverdi per masseenheter (tonn). Massegods inngår i systemtransport med skip, tog og lastebiler destinert til formålet. Det er ofte stor variasjon i transportavstandene.

Markedet for denne type gods er noe i vekst, og jernbanen har en stabil, men lav, andel av markedet. Eksempler på transport av denne type gods på norsk jernbanenett er malm på Ofotbanen mellom Kiruna og Narvik, og transport av flybensin fra Oslo til Gardermoen.

### **2.4.2 Andre råvarer**

Under denne betegnelsen inngår andre råvarer enn de ovennevnte, og transporten forgår mellom ulike industrier og lager. Typiske kunder kommer fra skogindustrien, metallindustrien, kjemisk industri og landbruket. Transporten skjer i relativt store fraktstørrelser, over relativt lange avstander, og med en middels vareverdi per tonn. Det forgår både konkurranse og samvirke mellom transportmidlene. Markedet er noe i vekst, og jernbanen har en svak synkende andel av markedet. Eksempler på denne type transport er tømmer og flis som fraktes på Nordlandsbanen, Meråkerbanen og Rørosbanen; skrapjerntransport til Mo i Rana, og papirtransporter fra Follum, Skogn, Halden og Ranheim.



### **2.4.3 Produktvarer**

Produktvarer er ofte halvfabrikata og ferdigvarer til lager eller direkte til forbruker, hovedsakelig som stykkgoods<sup>3</sup>. Dette er høyt bearbejdede produkter med relativt høy vareverdi, og hvor krav til sikkerhet og kvalitet i transporten er viktig. Viktige kunder er verksteds-, foredlings- og næringsindustrien.

Produktvarene fraktes gjerne i mindre fraktstørrelser, med stor variasjon i transportavstandene, og de har høy vareverdi per tonn. Markedet er i vekst, og lastebiltransport dominerer markedet. Jernbanen har en klart synkende andel av markedet. Eksempel på transport av slike type produkter, er frakt av containere og semitrailere innenlands mellom de større byene langs Nordlandsbanen, Dovrebanen, Raumabanen, Bergensbanen og Sørlandsbanen, samt frakt til og fra utlandet over Ofotbanen, Kongsvingerbanen og Østfoldbanen.

### **2.4.4 Servicevarer**

Typiske servicevarer er forsendelser som post, pakker og ekspressgoods. Kundene er tjenesteytende næringer og enkeltpersoner. Servicevarer fraktes i små enheter, og de har en svært høy vareverdi per tonn. Dette er et marked i vekst, hvor fly og veitransport dominerer. Det er svært stor variasjon i transportavstanden, og jernbanen har en liten del av markedet. Eksempler på transport av servicevarer på det norske jernbanenettet er post i containere mellom de store byene, samt noe ekspressgoods i persontogene.

## **2.5 Kunde krav og jernbanens tilbud**

Kravene næringslivet stiller til godstransport er avhengig av varetype, hvor i produksjonsprosessen varen befinner seg, varekostnaden, samt til hvilket marked varen selges. For eksempel viser undersøkelsen på vegne av Transportbrukernes Fellesorganisasjon (Natedal og Mentzoni, 2002) at pris er den viktigste faktoren, etterfulgt av varetilgjengelighet, leveringspålitelighet (det vil si høy punktlighet/lite forsinkelser) og leveringsservice. Tilsvarende undersøkelser utført av Banverket i Sverige (1999) og Jernbaneverket (2002) bekrefter disse resultatene.

---

<sup>3</sup> Betegnelse på gods av forskjellig slag som sendes enkeltvis eller i kolli.

Banverkets undersøkelse blant transportansvarlige ved over 400 bedrifter, fant at de tre viktigste vurderingsfaktorene i valg av transportopplegg var pris, transporttid og påvirkning på avgangs- og ankomsttider. Jernbaneverkets undersøkelse blant næringslivsledere i Midt-Norge, viste at valg av transportopplegg ble gjort ut i fra pålitelighet, kostnadseffektivitet og lav skaderisiko.

Tabell 1 viser noen av de faktorene som næringslivet anser som viktige, og disse faktorene er satt i sammenheng med de ulike delene av godsmarkedet, samt hvilket transporttilbud jernbanen i hovedsak tilbyr. Tabellen er basert på Neldall et als (2000) oversikt, og den viser at kundene krever høyest kvalitet i form av punktlighet og lav skaderisiko for produktvarer, som oftest transporteres i kombitog. Det samme gjelder servicevarer, og i begge tilfeller er kundene villige til å betale mer for denne kvaliteten.

For masse gods og andre råvarer, som oftest transporteres i henholdsvis systemtog og vognlasttog, er det lavere betalingsvillighet blant kundene. Når det gjelder masse gods, er det ikke krav om rask fremføringstid, men det er viktig at presisjonen er til stede, slik at toget kommer frem når det skal. Gods i vognlast har lavere krav til punktlighet.

Tabell 1 Markeder, kundens krav og jernbanens muligheter

| Markedssegment                                      | Tidskrav                        | Frekvens                             | Hovedsakelig produkt | Kvalitetskrav og muligheter   |
|---|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------|---|
| Massegoods<br>- råvarer                             | Mindre enn et døgn              | Kontinuerlig                         | Systemtog            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuerlige avganger viktigere enn rask fremføringstid</li> <li>• Lave priser og stor transportkapasitet</li> <li>• Høy presisjon</li> </ul> |
| Andre råvarer<br>- inkl halvfabrikat                | Innenlands:<br>over natten      | Daglig                               | Vognlast             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lave priser og stor transportkapasitet</li> <li>• Varierende kvalitetskrav</li> </ul>  |
|   | Utenlands:<br>1 – 3 døgn        | Flere ganger i uken                  |                      |   |
| Produktvarer  | Transport over natten           | Daglige avganger                     | Kombitog             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Høyere pris enn på råvaremarknadene</li> <li>• Høy kvalitet</li> </ul>   |
| Servicevarer<br>- post og pakker<br>- ekspressgoods | Over natten og i løpet av dagen | Minst én avgang per dag, helst flere | Persontog            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Høyere pris enn på produktmarkedet</li> <li>• Krever stor geografisk dekning av markedet</li> </ul>  |

### 3 Teorien bak nyttekostnadsanalyser

Kapittel 3 gjør rede for den grunnleggende teorien bak nyttekostnadsanalyser. Teorien er tilgjengelig i de fleste bøker om mikroøkonomi, og denne fremstillingen er i hovedsak bygd på Ringstad (1998 og 1999). For en mer matematisk tilnærming, anbefales for eksempel Varian (1992).

#### 3.1 Innledning

Innenfor samferdselssektoren er det vanlig med store investeringsprosjekter, som krever grundig planlegging og lønnsomhetsvurderinger før de eventuelt blir vedtatt og gjennomført. Slike prosjekter skiller seg fra prosjekter av bedriftsøkonomisk karakter ved at det er lønnsomheten for hele samfunnet som måles. Formålet med Jernbaneverkets nyttekostnadsanalyser er å avgjøre om et prosjekt er samfunnsøkonomisk lønnsomt eller ikke, samt å prioritere mellom ulike lønnsomme prosjekter. Generelt betyr samfunnsøkonomisk lønnsomhet at de positive effektene ved et prosjekt, målt i form av nytten for individene i samfunnet, er større enn de negative effektene, det vil si de samfunnsøkonomiske kostnadene.

For å kunne gjøre samfunnsøkonomiske analyser, kreves det et svar på hvordan individene verdsetter de ulike effektene av et tiltak. For varer der det finnes fungerende markeder er dette uproblematisk. I følge økonomisk teori, vil det i disse markedene være slik at prisen på en vare eksakt motsvarer konsumentenes verdsetting av denne varen. Konsumenten gir uttrykk for sine vurderinger eller preferanser gjennom sin betalingsvillighet for ulike varer og tjenester. Dersom det ikke finnes markeder hvor prisene kan observeres, for eksempel for tid og miljø, må individenes betalingsvillighet for ulike varer og tjenester estimeres og måles på andre måter.

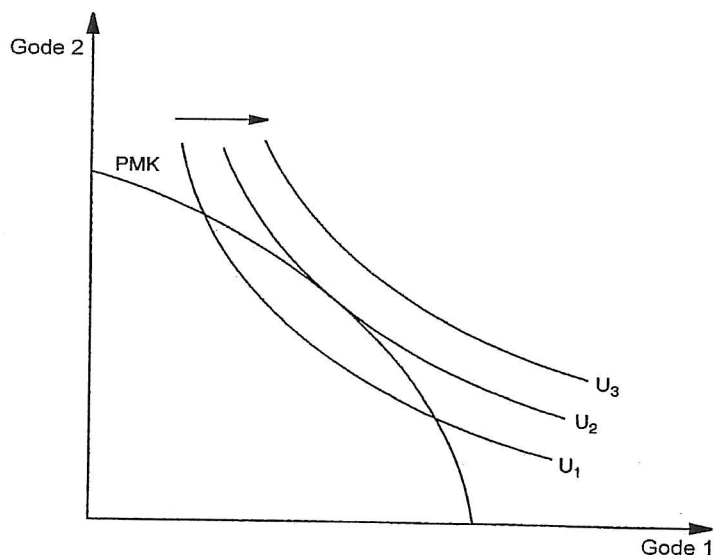
#### 3.2 Kriterier for effektiv ressursutnyttelse

For å få frem sentrale poeng i nytteteorien på en enklest mulig måte, er det vanlig å kun konsentrere seg om to konsumgoder<sup>4</sup>, og med samme begrunnelse er det enklest å anta at samfunnet består av to individer. Ved å kun betrakte to faktorer, er det enkelt å bruke

---

<sup>4</sup> Med konsumgoder menes de varer og tjenester som omsettes på vanlig måte og som kan dekke menneskenes ulike behov. Behov beskriver den egenskapen mennesker har at de trenger, eventuelt ønsker seg, bestemte objekter, nemlig konsumgoder.

figurbetraktninger i analysene. Antagelsen kan om ønskelig utvides til et vilkårlig antall goder eller individer. Med gitte ressurser i samfunnet og en gitt evne til å utnytte disse ressursene, vil det være en grense for hvor mye som kan produseres av de to godene. Følgelig vil det være slik at produksjonsmengden av ett gode avhenger av produksjonsmengden av det andre godet. De ulike kombinasjonene kan fremstilles ved hjelp av en *produksjonsmulighetskurve*, vist som kurven PMK i figur 2. Denne kurven viser maksimal produksjon av et gode for en gitt mengde av det andre.



Figur 2 Produksjonsmulighetskurve og indifferenskurver (Ringstad, 1999)

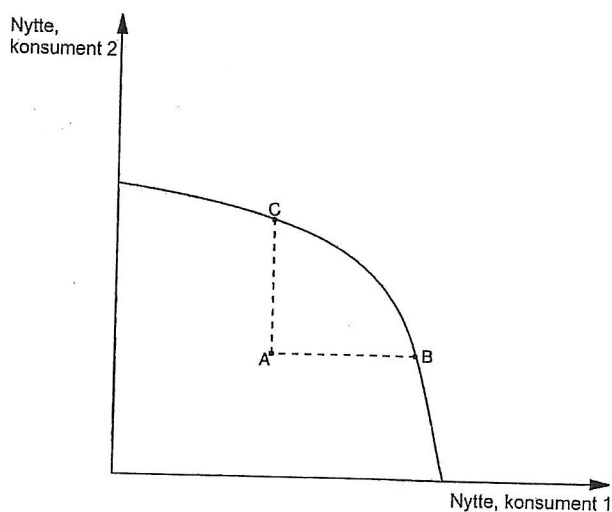
Stigningstallet til produksjonsmulighetskurven indikerer hvor mange enheter av gode 2 som må ofres for å oppnå mer av gode 1. Dette skjer gjennom at innsatsfaktorer flyttes fra produksjon av gode 2 til produksjon av gode 1. Denne byttehandelen kalles den marginale transformasjonsrate, MRT (eng. *marginal rate of transformation*). MRT tilsvarer forholdet mellom marginkostnadene for gode 1 og gode 2, fordi kostnadene for samfunnet for å produsere én ekstra enhet av gode 1, er lik den mengden av gode 2 som må ofres for å produsere denne enheten.

En konsument antas å ha en gitt preferanse som viser hvilken nyttemessig verdi ulike godekombinasjoner har i forhold til hverandre. Med nytte menes graden av behovstilfredstillelse eller behovsdekning som en bestemt godemengde eller godekombinasjon gir. I tillegg må det antas at konsumenten har en gitt inntekt og full oversikt

over prisen på godene, og at han bruker hele sin inntekt på disse to godene slik at han oppnår maksimal nytte.

På grunnlag av disse forutsetningene kan det formes en nyttefunksjon, det vil si en funksjon som viser den samlede nytten konsumenten får fra de to godene. Et bestemt nyttenivå kalles for *indifferenskurve*, og den viser de godekombinasjoner som er nyttemessig likeverdige for konsumenten. De behov som gjelder for godene 1 og 2, kan fremstilles ved hjelp av indifferenskurver, og i figur 2 er det vist tre stykker;  $U_1$ ,  $U_2$  og  $U_3$ .

Etter å ha fastslått hvor mye som produseres av de to godene, er det nødvendig å se på hvordan produksjonsresultatet blir fordelt mellom de enkelte individer i samfunnet. I det forenklete tilfellet hvor samfunnet består kun av to individer, 1 og 2, vil deres totale nytte kunne fremstilles ved hjelp av en *nyttmulighetskurve*, se figur 3. Denne kurven viser hvor stor nytte hvert individ maksimalt kan oppnå for et hvert gitt nivå av den andres nytte. Stigningstallet til indifferenskurven, MRS (eng. *marginal rate of substitution*), viser hvor mye konsumenten må ha av et gode for å være nyttemessig like godt stilt dersom han må oppgi én enhet av det andre godet. Navnet kommet fra det faktum at MRS måler raten som konsumentene er villige til å bytte et gode for et annet, eller sagt på en annen måte; MRS måler konsumentens *betalingsvillighet* (Schotter, 2001).



Figur 3 Nyttmulighetskurve, Pareto-forbedring og -optimalitet (Ringstad, 1999)

Med gitte og fullt utnyttede ressurser og en gitt evne til å utnytte disse ressursene, vil nyttemulighetskurven være avtagende. Figur 3 viser dessuten at det er umulig å øke nytten til en konsument uten at den reduseres tilsvarende for den andre konsumenten. Nyttemulighetskurven forutsetter at den enkeltes nytte kan måles og at nyttemålene er sammenlignbare. I praksis kan slike endelige mål være vanskelig å utlede, men nyttemulighetskurven er meget anvendelig i en prinsipiell analyse.

### 3.3 Pareto-optimalitet

Figur 3 kan også benyttes for å definere Pareto-optimalitet og Pareto-forbedringer<sup>5</sup> som er viktige kriterier i teorien bak nyttekostnadsanalyser. En Pareto-forbedring er definert som en endring i ressursbruk og/eller ressursfordelingen av de godene som fremstilles, slik at minst én konsument oppnår økt velferd uten at noen andre får redusert velferd. Dette kan illustreres med utgangspunkt i nyttekombinasjon  $A$  i figur 3, hvor en overgang til en annen nyttekombinasjon i området  $ABC$  vil innebære en Pareto-forbedring i ressursbruken. Tilsvarende innebærer et Pareto-optimum at det *ikke* er mulig å foreta en omfordeling av ressurser og/eller goder som er slik at noen individer kan få det bedre uten at andre får det dårligere. Siden MRS er det samme som den deriverte av nyttemulighetskurven, viser det at alle punkter på nyttemulighetskurven er Pareto-optimale (Schotter, 2001).

Pareto-kriteriet for mer effektiv ressursbruk er et nyttig teoretisk begrep. I praksis kan begrepet imidlertid være noe begrenset, da det viser seg at en omallokering av ressurser som oftest er til ulempe for noen, selv om det kan være til fordel for samfunnet totalt. Dersom Pareto-kriteriet skulle legges til grunn for et hvert prosjekt som skulle evalueres på samfunnsøkonomisk grunnlag, ville trolig få prosjekter blitt gjennomført. I samfunnsøkonomiske analyser hvor praktiske tiltak skal iverksettes, brukes derfor et mindre restriktivt kriterium, det såkalte Kaldor-Hicks-kriteriet<sup>6</sup>. Dette sier at et tiltak i form av omallokering av ressurser, innebærer bedre ressursbruk dersom nyttegevinsten er større for de som har fordel av tiltaket enn nyttetapet er for de som eventuelt har ulemper. Dette innebærer at nyttevinnerne vil kunne kompensere nyttetaperne fullt ut for deres reduserte nyttenivå, men

---

<sup>5</sup> Vilfredo Pareto (1848-1923), italiensk ingeniør, økonom og sosiolog, var en av pionerene inne velferdsøkonomien og han var den første som beskrev denne type optimalitet.

<sup>6</sup> Dette kriteriet har sitt navn etter to britiske økonomer, Nicholas Kaldor og John Hicks, og kalles også *potensiell Pareto-optimalitet*.

allikevel skal førstnevnte sitte igjen med en netto nyttegevinst. Kriteriet setter ikke som krav at en slik kompensasjon faktisk blir gitt.

### 3.4 Fullkommen konkurranse og effektiv ressursutnyttelse

Teorien i forrige delkapittel må sees i sammenheng med hvordan situasjonen er i økonomien og markedet for øvrig. Dersom Paretos kriterium skal medføre optimalitet, må det skje i et marked med *fullkommen konkurranse*<sup>7</sup>. Dette er en teoretisk markedsform som blir mye brukt for å analysere samfunnsøkonomiske problemstillinger, men i praksis forekommer sjelden fullkommen konkurranse. Sentrale forutsetninger for fullkommen konkurranse er:

- Markedsdannelsen er fri, uten restriksjoner og inngripen i for eksempel prisdannelsen.
- Enhver som ønsker det kan uten restriksjoner tilby og etterspørre de enkelte goder.
- Konsumentene søker å oppnå høyest mulig behovsdekning, og det er konsumentene selv som vet hvilken nytte de har av ulike goder og godekombinasjoner. Dette kalles *konsumentensuverenitet* og er et sentralt prinsipp innen velferdsteorien.
- Produsentene søker å oppnå høyest mulig fortjeneste.
- Både konsumenter og produsenter har full informasjon om priser og andre relevante forhold i markedene for de ulike goder.

Under de forutsetninger som her er skissert, vil *indifferensens lov* gjelde, det vil si at det i markedet for et bestemt gode kun gjelder én og bare én pris. Dette er resultatet av *Adam Smiths usynlige hånd*<sup>8</sup> som sikrer at ressursene utnyttes ut i fra Pareto-kriteriet. Adam Smiths usynlige hånd er en metafor som brukes om markedskreftene ved fullkommen konkurranse. Markedskreftene fører til et best mulig samfunnsøkonomisk resultat ved at det samfunnsøkonomiske overskuddet blir størst mulig. Dette skjer selv om aktørene kun tar hensyn til egne interesser. Det samfunnsøkonomiske overskuddet beskrives nærmere i kapittel 3.7, men først er det nødvendig å gjøre rede for noen andre begreper.

### 3.5 Betalingsvillighet, etterspørsel og konsumentoverskudd

Det forutsettes som nevnt at konsumentene søker størst mulig behovsdekning. Videre forutsettes det en gitt behovsstruktur, representert ved en indifferenskurve, samt gitt inntekt

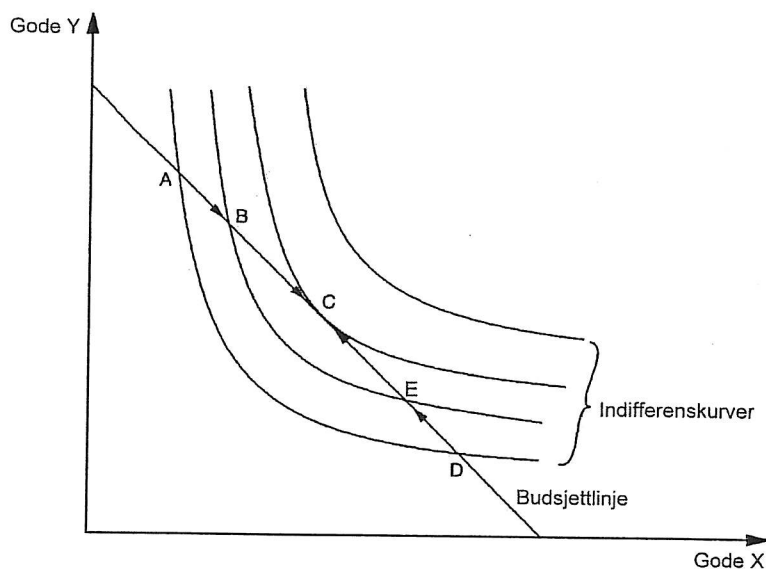
---

<sup>7</sup> Fullkommen konkurranse kalles også for *fri konkurranse*.

<sup>8</sup> Opphavet til uttrykket kommer fra Adam Smiths berømte *Wealth of Nations* (1776) hvor det sies at den enkelte aktør var "styrt av en usynlig hånd for å fremme et formål som ikke var del av hans intensjoner".



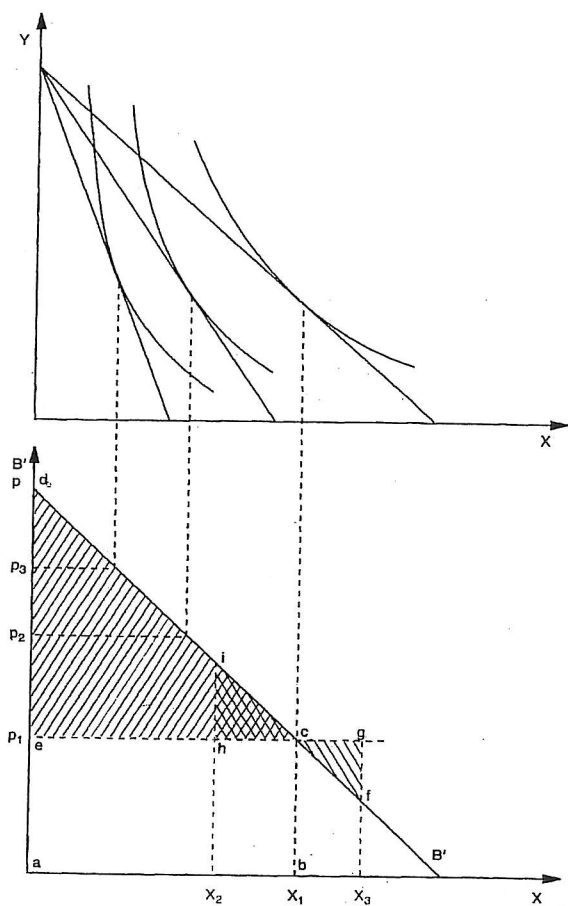
og gitte godepriser, noe som innebærer en bestemt budsjettlinje. Budsjettlinjen er i tilfellet med to konsumgoder den linjen som viser hvilke godekombinasjoner som inntekten maksimalt gir muligheter for å kjøpe. Dette er illustrert i figur 4. Punktene *A*, *B*, *E* og *D* på budsjettlinjen innebærer at den samme inntekten anvendes på en måte som gir lavere behovsdekning enn punkt *C*, ettersom disse godekombinasjonene ligger på lavere rangerte indifferenskurver.



Figur 4 Optimal tilpasning for en konsument (Ringstad, 1999)

Dersom prisen på gode *X* øker, svinger budsjettlinja innover i godediagrammet (jævnfør øverst i figur 5), og etterspørselen etter godet avtar. Dette gir en fallende etterspørselsfunksjon som vist i prismengdediagrammet nederst i figur 5. For enkelhets skyld antas det at funksjonen er lineær og går helt til aksene. En rasjonell<sup>9</sup> konsument vil tilpasse seg slik at nyttemessig verdi på siste enhet omregnet i penger, vil være lik den faktiske prisen på godet.

<sup>9</sup> Med rasjonell adferd menes at konsumentene søker maksimal tilfredshet og følgelig alltid utnytter enhver mulighet til å forbedre sin situasjon.



Figur 5 Betalingsvillighet og etterspørsel for et gode (Ringstad, 1999)

Etterspørselsfunksjonen gir også uttrykk for det som ofte kalles for konsumentens marginale betalingsvillighet for godet, angitt med  $B'$  i figur 5. Konsumenten vil med andre ord tilpasse seg slik at den prisen han er villig til å betale for siste enhet av godet, ut fra den nytten godet gir ham, nøyaktig tilsvarende det han faktisk må betale. Dette innebærer at han maksimerer det såkalte *konsumentoverskuddet* (KO). Konsumentoverskuddet<sup>10</sup> defineres som forskjellen mellom en konsumentens betalingsvillighet for et bestemt antall enheter av et gode og det som faktisk betales for disse enhetene. I nyttekostnadsanalyser er konsumentoverskuddet av stor betydning for å beregne lønnsomheten av et prosjekt, fordi KO måler nytten konsumentene får fra et gode *slik konsumentene selv vurderer det*.

Hvis etterspørselen er lav, vil konsumenten få et mindre konsumentoverskudd fordi den marginale betalingsvilligheten er høyere enn det han faktisk betaler. Dette kan illustreres i figur 5 hvor kjøp av  $X_2$  enheter gir et tap av konsumentoverskudd tilsvarende arealet  $hci$ .

Tilsvarende hvis konsumenten etterspør  $X_3$  enheter, så betaler han mer for  $(X_3 - X_1)$  enheter enn det han egentlig er villig til. Resultatet blir et konsumenttap tilsvarende arealet  $fgc$ . En rasjonell konsument vil ikke frivillig tilpasse seg slik, men vil i dette tilfellet redusere etterspørselen sin slik at han ender opp med  $X_1$  enheter til prisen,  $p_1$ . Samlet betalingsvillighet for disse enhetene er gitt ved arealet  $abcd$ , mens konsumentoverskuddet er gitt ved  $ecd$ .

I et marked hvor indifferensens lov gjelder, vil alle konsumenter stå overfor de samme godeprisene. De tilpasser seg derfor slik at de har samme marginale betalingsvillighet. Markedets etterspørselsfunksjon, det vil si funksjonen for marginal betalingsvillighet i markedet, er således summen av de enkelte konsumenters etterspørselsfunksjon.

Hver konsument etterspør så mange enheter av et gode at marginal betalingsvillighet blir lik pris. Ettersom prisen er den samme for alle konsumentene som følge av indifferensens lov, innebærer dette at en gitt mengde konsumgoder som omsettes i markedet fordeles slik på konsumentene at den samlede nytten, målt ved konsumentenes samlede betalingsvillighet, blir størst mulig. Når konsumentene maksimerer sin egen nytte, vil de tilpasse seg i markedet slik at pris blir lik marginal betalingsvillighet. Dette sikrer at enhver mengde av et konsumgode som er tilgjengelig i markedet fordeles slik på de enkelte konsumenter at samlet nytte blir størst mulig. Dermed oppnås det som kalles for *effektivitet i konsum*.

### 3.6 Alternativkostnader, tilbud og produsentoverskudd

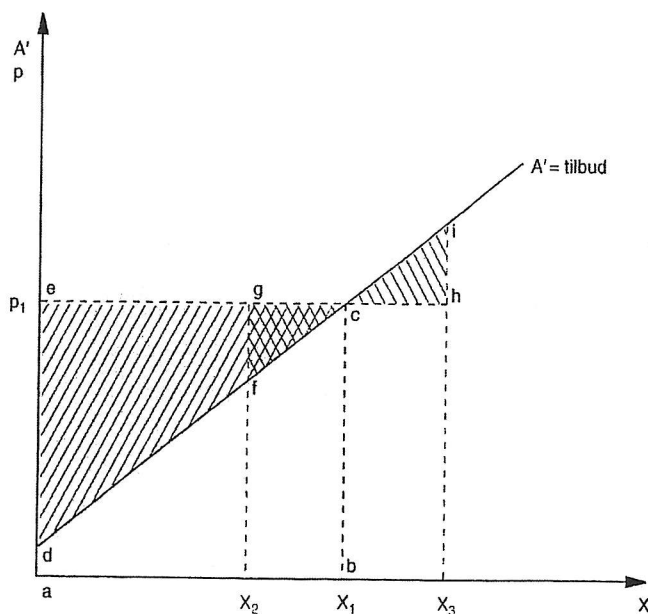
En av forutsetningene for fullkommen konkurranse er at produsentenes ønske om størst mulig fortjeneste sikrer at bedriftene ikke sløser med ressursene. I en økonomi med fullkommen konkurranse vil derfor prisen som bedriftene betaler for den enkelte produksjonsfaktor, avspeile *alternativkostnadene* ved bruk av en ekstra enhet av denne faktoren. Alternativkostnadene ved bruk av ressurser til et bestemt formål svarer til betalingsvilligheten for de goder som disse ressursene i sin beste alternative anvendelse ville ha frembrakt. Alternativkostnadene faller sammen med de bedriftsøkonomiske kostnadene, og en *substitumal* tilpasning innebærer av den grunn rasjonell faktorbruk både i bedriftsøkonomisk og samfunnsøkonomisk forstand.

---

<sup>10</sup> Konsumentoverskuddet kalles ofte *Marshall's konsumentoverskudd* etter den amerikanske økonomen Alfred Marshall (1842-1924).

Med substitutal tilpasning menes at produsentene tilpasser seg slik at de velger faktorkombinasjoner som er slik at de ikke kan øke produksjonen uten å øke kostnadene, eller redusere kostnadene uten å redusere produksjonen. Dette betyr også at det er sammenfall mellom bedriftsøkonomiske grensekostnader og marginale alternativkostnader, det vil si betalingsvilligheten for de varer som kan fremstilles med de ressursene som går med til å utvide produksjonen med én enhet.

Bedriftsøkonomiske grensekostnader antas gjerne å være stigende, i hvert fall over et bestemt nivå på produksjonen. Det samme gjelder derfor for marginale alternativkostnader, angitt med  $A'$  i figur 6. For en rasjonell produsent som ikke har innflytelse på produktprisen, vil det lønne seg å tilby akkurat så mange enheter at prisen er lik grensekostnadene, ettersom dette gir maksimal fortjeneste. I figur 6 er dette illustrert med at en pris lik  $p_1$ , gir et tilbud lik  $X_1$ . Lavere produksjon, for eksempel  $X_2$ , gir lavere fortjeneste fordi prisen ligger over grensekostnadene. Tapet ved en slik tilpasning måler ved arealet  $fgc$ .



Figur 6 Marginale alternativkostnader for en bedrift (Ringstad, 1999)

Tilsvarende vil høyere produksjonsvolum, for eksempel  $X_3$ , også gi lavere fortjeneste. Dette har sammenheng med at alle enheter ut over  $X_1$  påfører bedriften større kostnader enn det de bringer inn i inntekter. Det samlede tapet tilsvare arealet  $chi$ . Ved lavere pris enn  $p_1$ , vil imidlertid mest lønnsomme produksjon være lavere enn  $X_1$ , og motsatt for høyere pris. Bedriftens tilbudsfunksjon faller derfor sammen med dens grensekostandsfunksjon. Ettersom

grenskostnadsfunksjonen som nevnt faller sammen med marginale alternativkostnader under fullkommen konkurranse, vil disse også falle sammen med bedriftens tilbudsfunksjon.

Den tilpasning som her er skissert sikrer også et størst mulig *produsentoverskudd* (PO), definert som differansen mellom salgsverdi av bedriftenes produkter og samlede alternativkostnader. Dette har sammenheng med at produsentoverskuddet her er lik bedriftens fortjeneste: Når bedriften maksimerer fortjenesten, maksimerer den også produsentoverskuddet. Bortsett fra eventuelle *faste* alternativkostnader, svarer derfor maksimalt produsentoverskudd til arealet  $dce = abce - abcd$ .

De enkelte produsenter vil tilby akkurat så mange enheter at det blir likhet mellom markedspris og grensekostnader. Ettersom alle bedrifter får samme pris som en konsekvens av indifferensens lov, innebærer dette at den marginale alternativkostnaden i alle bedrifter er den samme, og at den er lik markedsprisen. Når produsentene maksimerer sin fortjeneste vil de tilpasse seg slik at deres grensekostnader er lik prisen i markedet. Dette sikrer at enhver mengde som tilbys i markedet fordeles slik på de enkelte produsenter at alternativkostnadene, og dermed de mengde ressurser som går med, blir lavest mulig. Dette kalles derfor gjerne *effektivitet i produksjonen*.

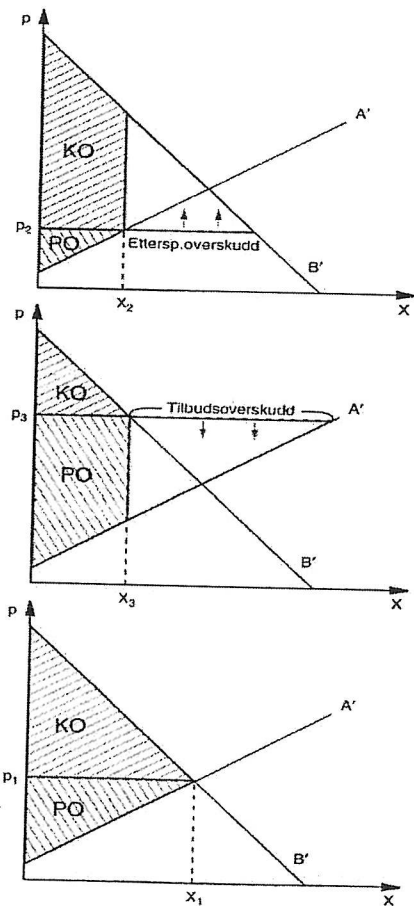
### **3.7 Samfunnsøkonomisk overskudd ved fullkommen konkurranse**

Kriteriet for maksimalt samfunnsøkonomisk overskudd er at marginal betalingsvillighet er lik marginale alternativkostnader. Igjen er det "Adam Smiths usynlige hånd" som sørger for at i et marked med fullkommen konkurranse, vil marginal betalingsvillighet falle sammen med etterspørselsfunksjonen, og marginale alternativkostnader falle sammen med tilbudsfunksjonen. I samspillet mellom tilbud og etterspørsel som skjer i prisdannelsen, vil markedskreftene virke slik at det oppstår en markedslivevekt, og tilbud vil være lik etterspørsel. I en fullkommen konkurranse vil da også marginal alternativkostnad være lik marginal betalingsvillighet. Dermed sikrer markedet under de forutsetninger som er gjort også best mulig ressursbruk i økonomisk forstand.

Ettersom markedsforholdene endrer seg, fører markedskreftene til at rasjonelle aktører tilpasser seg dette. Dersom det oppstår en forandring i etterspørselsfunksjonen, for eksempel i form av større behov for et gode, så medfører det at mer ressurser trekkes inn i produksjonen

av dette godet. Dette er lønnsomt for produsentene fordi det medfører økt betalingsvillighet. Tilsvarende vil mindre behov for et gode medføre lavere betalingsvillighet, noe som gjør at produksjonen reduseres og ressursene flyttes over i annen produksjon som lønner seg bedre.

”Adam Smiths usynlige hånd” sikrer dermed at konsumentene får maksimal nytte ut av enhver mengde av et gode, samt at enhver mengde av godet fremstilles på en måte som i minst mulig grad går ut over tilgangen på andre goder. Dessuten blir det fremstilt og gjort tilgjengelig for konsumentene en mengde goder som gir størst mulig differanse mellom betalingsvillighet og alternativkostnader. Konsumentene og produsentenes adferd sikrer også at ressursene styres dit hvor betalingsvilligheten er størst og gir størst avkastning. I et slikt marked i likevekt og uten inngrep av noe slag, vil det være effektiv ressursutnyttelse i samfunnsøkonomisk forstand, og det samfunnsøkonomiske overskuddet vil være lik summen av konsumentoverskuddet og produsentoverskuddet. Dette er illustrert i figur 7.



Figur 7 Markedsmekanismen og likevektsdannelse (Ringstad, 1999)

Figur 7 gir en grafisk illustrasjon som viser markedsmekanismen, konsumentoverskuddet og produsentoverskuddet. Konsumentene søker å maksimere sitt konsumentoverskudd, og produsentene ønsker størst mulig produsentoverskudd. Dersom det ikke er likevekt i markedet, kan ikke konsumentene og produsentene samtidig nå sine mål. Dette utløser imidlertid markedsmekanismene som sørger for en slik likevekt, og dermed får konsumenter og produsenter sammenfallende interesser. Slik oppnås maksimalt samfunnsøkonomisk overskudd, som er summen av PO og KO.

### 3.8 Markedssvikt

Dersom markedet fungerer på en annen måte enn at markedsmekanismen fullt ut virker slik som det ble gjort rede for i foregående delkapittel, kalles dette markedssvikt og det innebærer et samfunnsøkonomisk effektivitetstap. Det finnes mange årsaker til markedssvikt, og her er det gjort rede for tre eksempler som illustrerer at markedet sjelden fungerer helt etter teorien. Eksemplene er basert på Dedekam (2003).

i) *Ufullkommen konkurranse*, vil si at noen aktører har markedsmakt og derfor kan påvirke prisene i markedet. De vil derfor ikke opptre som pristakere, noe som betyr at de ikke vil måtte ta prisen som en gitt størrelse i sin markedstilpasning. Monopol er en form for ufullkommen konkurranse.

ii) *Eksterne virkninger*, vil si de effektene som økonomiske aktørers virksomhet har på andre aktører, og som ikke fanges opp markedssystemet. Det karakteristiske ved eksterne virkninger er at de aktørene som er opphav til dem, ikke har noen incitamentener til å ta hensyn til virkningene i sin tilpasning. Eksempler på eksterne virkninger er utslipp til luft, støy, ulykker, slitasje på infrastruktur, kø og trengsel. Eksternaliteter oppstår når variabler som påvirker en økonomisk aktørs nytte eller fortjeneste er under kontroll av andre aktører.

iii) *Ufullstendig informasjon*; en sentral forutsetning for fullkommen konkurranse er at alle aktørene har full informasjon om alle forhold i markedet som har betydning for deres tilpasning. I praksis kan denne forutsetningen være brutt på mange måter, for eksempel gjennom mangelfull prisinformasjon, mangelfull informasjon om et godes egenskaper eller asymmetrisk informasjon, som vil si at informasjon av stor betydning for aktørenes disposisjoner er skjevt fordelt i markedet.

### 3.9 Inntekts- og substitusjonsvirkningen

Dersom prisen på et gode endres, er det naturlig å skille mellom to virkninger<sup>11</sup>. Den første virkningen har sin årsak i at det ene godet relativt sett er blitt dyrere i forhold til det andre godet. Den andre virkningen er at realinntekten, det vil si konsumentenes kjøpekraft, har gått opp eller ned avhengig av om prisendring er positiv eller negativ for konsumenten.

For å forstå effektene, kan man anta at et individ har en godekombinasjon som gjør at han maksimerer nytten. Dersom prisen på et av godene synker, fører dette til at konsumenten øker sin etterspørsel etter dette godet. Dette skjer fordi lavere pris på et gode som konsumeres, gir den samme effekten som om individets realinntekt skulle øke. Derfor kalles denne effekten for *inntektsvirkningen*. Hvis prisen på godet derimot hadde økt, ville konsumenten måtte tilpasse seg et lavere nyttenivå enn tidligere, fordi realinntekten hadde sunket.

Dersom inntektsvirkningen elimineres ved å fjerne den realinntektsøkning som oppstår som følge av prisnedgangen, vil konsumenten stå igjen med samme nytte og samme indifferenskurve. Allikevel er det mulig at konsumenten vil endre sitt forbruk av godene. Fordi det ene godet er blitt relativt billigere enn det godet som har *konstant* pris, kan det antas at konsumenten vil substituere det billigste godet med det dyrest. En slikt forsøk på å bytte ut et gode som har fått lavere pris med et gode som har samme pris etter at inntektsvirkningen er forsøkte opphevet, kalles for *substitusjonsvirkningen*. Substitusjonsvirkningen virker alltid i motsatt retning av prisendringen slik at dersom prisen hadde økt, ville konsumenten måtte minske forbruket sitt. Grunnen til at virkningen blir slik, er at indifferenskurven alltid er konveks og har en avtagende MRS.

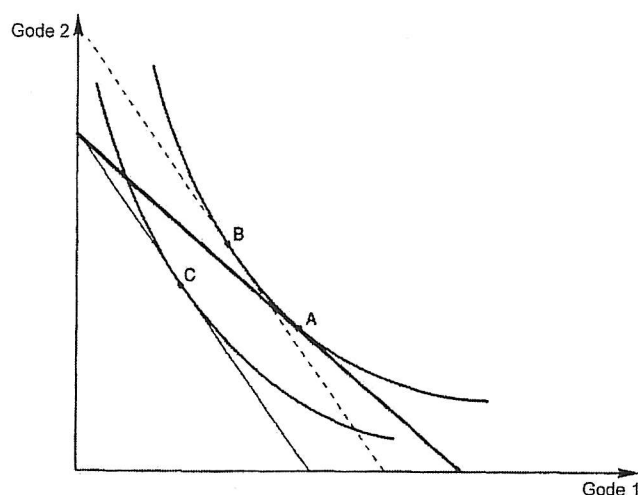
Figur 8 illustrerer substitusjons- og inntektsvirkningen ved en prisøkning av gode 1. De to ulike virkningene fremkommer ved å spørre hvordan konsumenten vil tilpasse seg dersom han etter prisendringen hadde fått en ny inntektsøkning som gjorde det mulig å opprettholde samme nyttenivået som før prisendringen. Løsningen fremkommer ved at den nye budsjettlinjen parallellforskyves til den tangerer samme indifferenskurve som *A* ligger på (stiplet linje). Endringen fra *A* til *B* viser substitusjonsvirkningen, og endringen i tilpasningen fra *B* til *C* er inntektsvirkningen. Totaleffekten av prisøkningen er at konsumenten ender sin tilpasning til *C*. Det er viktig å bemerke at substitusjonsvirkningen alltid er negativ ved en

---

<sup>11</sup> Oppdeling er tilkjent den russiske økonomen Eugen Slutsky (1880-1948), og kalles derfor også Slutskys lov.



prisøkning, men at inntektsvirkningen er negativ ved normale goder og positiv ved mindreverdige goder<sup>12</sup>.



Figur 8 Substitusjons- og inntektsvirkninger av en prisøkning (Ringstad, 1998)

### 3.10 Kompensert etterspørselskurve

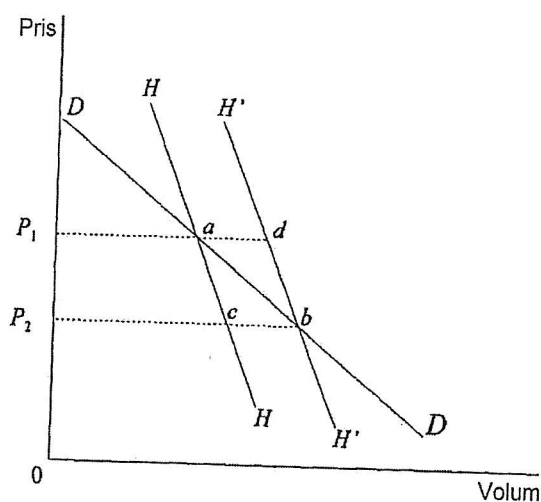
En vanlig etterspørselskurve bygger på antagelsen om konstant inntekt, og det kan derfor settes et spørsmålstegn ved bruken av den i nyttekostnadsanalyser. Dersom prisene avtar, vil både substitusjon- og inntektseffekten tillate individet å oppnå en høyere indifferenskurve. For å oppnå et eksakt mål på velferdseffekten etter en prisendring, er det nødvendig å eliminere inntektsendringen og kun måle substitusjonsvirkningen (Nas, 1996).

For å fjerne inntektsvirkningen, brukes en såkalt *kompensert etterspørselskurve*. En slik kurve representerer også sammenhengen mellom prisen på et gode og mengden av goder som etterspørres. Forskjellen er at den kompenserte etterspørselskurven egentlig er en hypotetisk konstruksjon på den måten at konsumentens inntekt blir tilpasset prisendringene slik at nytten forblir hva den var *før* prisendringen. Kort sagt blir inntektseffekten fjernet fra den kompenserte etterspørselskurven og inntekten holdes konstant. Den ikke-kompenserte etterspørselsfunksjon inkluderer både substitusjon- og inntektsvirkningen, og den primære forskjellen mellom kompenserte og ikke-kompenserte etterspørselskurven er fraværet eller tilstedeværelsen av inntektsvirkningen.

<sup>12</sup> Normale goder har en økt etterspørsel når inntekten øker; mindreverdige goder har synkende etterspørsel når inntekten øker.

Dersom en prisendring oppstår, berører det konsumenten på to måter. For det første blir han påvirket gjennom substitusjonseffekten fordi et gode som ble innkjøpt i går har fått en annen pris i dag. For det andre blir han berørt gjennom inntektseffekten fordi prisene endres og inntekten forblir uforandret, noe som fører til at realinntekten forandrer seg. Den kompenserte etterspørselskurven viser ut inntektsvirkningen og viser dermed hvordan mengden av et innkjøpt gode varierer kun som følge av substitusjonseffekten.

Figur 9 viser forskjellen mellom en vanlig etterspørselskurve og kompenserte etterspørselskurver. Den vanlige kurven er representert ved linjen  $DD$ , og de kompenserte kurvene med  $HH$  og  $H'H'$  for henholdsvis prisene  $p_1$  og  $p_2$ . Arealet under  $DD$ ,  $P_1abP_2$ , representerer individets evaluering av en prisendring, samt individets realinntekt. Arealene under de kompenserte kurvene viser bare substitusjonseffekten, og de er presise mål på variasjonen i konsumentvelferd på grunn av en prisendring.



Figur 9 Mål på velferdsendring ved bruk av vanlig og kompenserte etterspørselskurver (Nas, 1996)

### 3.11 Kompensert og ekvivalent variasjon

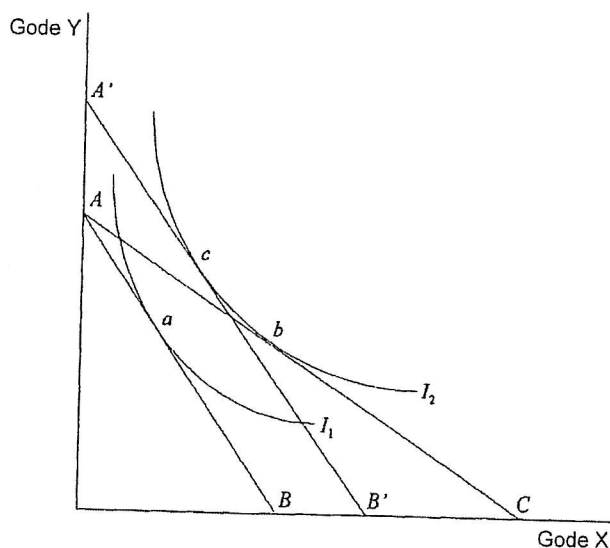
Den opprinnelige definisjonen av konsumentoverskuddet, gitt av Marshall i 1924, har en sterkt intuitiv appell, men den er ikke helt tilfredsstillende da den mangler en begrensning på mengden av goder som kan kjøpes. Pengemengden som en konsument er villig til å betale, for eksempel for en opsjon til å kjøpe et gode til en gitt pris, avhenger av hvor mye han forventer å betale. Marshalls argument var at en konsument betaler en gitt pengemengde for opsjonen,

og dette beløpet er lik hva han betaler for godet i det tilfelle at behovet for en opsjon er fraværende. Hvis så er tilfelle, vil konsumenten generelt ikke betale like mye for opsjonen hvis han kunne kjøpe så mye av godet som han ønsket.

På grunn av slike betenkeligheter definerte Hick i 1939 den *kompenserte variasjonen*, *CV* (eng. *compensating variation*), som også er et mål på konsumentoverskuddet. Med utgangspunkt i de nye prisene, gir CV et mål på hvor stor inntektseffekt som er nødvendig for å kompensere konsumenten for prisendringen.

I 1943 ble det påpekt at Hicks eksakte mål ville variere ettersom konsumenten måtte betale for muligheten til å kjøpe godet til en gitt pris eller om han ble betalt for å oppgi denne muligheten. Med utgangspunkt i dette lanserte Hick i 1944 et annet mål på konsumentoverskuddet, nemlig den *ekvivalente variasjonen*, *EV*. Med utgangspunkt i de nåværende prisene, gir EV et mål på hvor stor inntektsendring må være for at den skal være ekvivalent til den innvirkningen prisendringen vil ha på konsumentens nyttenivå. EV måler således den minimale summen en konsument er villig til å akseptere for å gi opp muligheten til å kjøpe et spesifikt gode til markedspris. Definisjonen av de to målene vises mer eksakt i påfølgende utledninger basert på Mishan (1988).

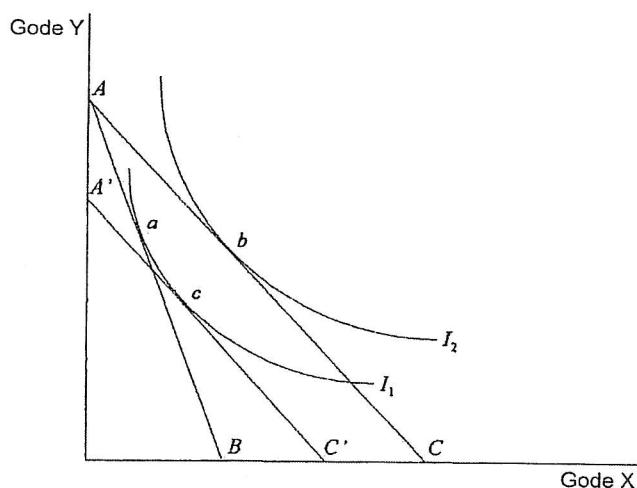
Kurven  $AB$  i figur 10 er konsumentens budsjettlinje, som viser inntekten og hvor mye han kan kjøpe av godene  $X$  og  $Y$  med en gitt inntekt. Konsumenten oppnår størst nytte der indifferenskurven  $I_1$  tangerer budsjettlinjen, det vil si i punktet  $a$ . Dersom prisen på  $X$  går ned, vil konsumenten kunne kjøpe mer av  $X$  med sammen inntekt, og dermed vil budsjettlinjen rotere utover til  $AC$ . Konsumenten oppnår da et høyere nyttenivå i  $b$  hvor budsjettlinjen  $AC$  tangeres av indifferenskurven med den største nytten, det vil si  $I_2$ .



Figur 10 Ekvivalent variasjon (Nas, 1996)

Konsumenten kunne oppnådd samme nyttenivå dersom inntekten hadde økt slik at budsjettlinjen hadde tangert indifferenskurven i punktet  $c$ . Budsjettlinjen  $A'B'$ , som er parallell til den opprinnelige budsjettlinjen  $AB$ , inkluderer økningen i inntekt. Den vertikale differansen mellom  $AB$  og  $A'B'$  viser den ekvivalente variasjonen. I dette spesifikke tilfellet med en prisnedgang, representerer EV den pengemengden som gir tilsvarende velferd som en prisnedgang. Den ekvivalente variasjonen tilsvarer den mengde som er nødvendig for å gi kompensasjon til individet som lar være å kjøpe godet til en lavere pris, eller det tilsvarer den maksimale mengden som et individ er villig til å betale for å bli forskånet fra en høyere pris slik at han kan ha samme realinntekt som før prisendringen.

På tilsvarende måte kan den kompenserte variasjonen defineres. I figur 11 viser kurven  $AC$  den opprinnelige budsjettlinjen. En ny kurve parallell til  $AC$  tegnes slik at den tangerer indifferenskurven  $I_1$ . Dette skjer i punktet  $c$ . CV er da den vertikale differansen mellom  $AC$  og  $A'C'$ , og den representerer pengemengden som individet er villig til å betale for en prisreduksjon eller akseptere for en prisoppgang slik at han kan beholde samme nyttenivå som før prisendringen.



Figur 11 Kompensert variasjon (Nas, 1996)

Både kompensert og ekvivalent variasjon spiller stor rolle når tap og gevinster fra foreslåtte prosjekter skal evalueres. Dette skyldes at de er enkle mål på en konsumentens betalingsvillighet for en endring, WTP (eng. *willingnes to pay*), eller villighet til å akseptere en endring, WTA (eng. *willingnes to accept*). Dersom det er en prisnedgang eller en annen endring som gir større velferd til konsumentene, så representerer EV en persons villighet til å akseptere, WTA, en høyere inntekt i stedet for prisendringen. CV representerer hva konsumenten er villig til å betale, WTP, for lavere priser og forbedret velferd.

Dersom det blir en prisoppgang eller en annen endring som gir velferdstap, vil EV vise hvor mye en konsument er villig til å betale, WTP, for å bli forskånet fra prisendringen. CV representerer den pengemengden en konsument er villig til å akseptere, WTA, for å gå med på prisoppgangen.

Siden EV og CV synes å kunne brukes om hverandre, er spørsmålet hvilken av de to som er det beste målet på velferdsendringen. Varian (1992) hevder at valget avhenger av hvilken type velferdsendring som skjer. CV vil være fornuftig dersom det ønskelige målet på kompensasjonen er mer anvendelig på prisene etter velferdsendringen. Videre mener han at EV er mest hensiktsmessig for å måle WTP. Dette kommer av at velferdsendringen måles ut i fra den opprinnelige, det vil si nåværende prisen, og da er det enklere for beslutningstakere å evaluere pengeverdien ved nåværende pris enn ved en hypotetisk pris. Et annet argument er at siden den opprinnelige prisen ikke er endret, passer EV bedre til å sammenligne flere prosjekter. Dette synet blir også støttet av Freeman (1993) i det han hevder EV er overlegen CV dersom flere alternativet må utredes. Freeman mener at CV gir forskjellige rangeringer av

to forslag hvor konsumenten faktisk er likegyldig, mens EV på en konsistent måte gir samme rangering for to alternative forslag.

Både CV og EV er forskjellige fra Marshalls konsumentoverskudd. Forskjellen skyldes at realinntekten holdes konstant når den kompenserte etterspørselskurven konstrueres. Dersom det ikke er noen realinntektseffekt, vil EV, CV og konsumentoverskuddet være sammenfallende. Willig (1976) hevder at konsumentoverskuddet er en fornuftig approksimasjon til EV og CV, og at forskjellene ikke er signifikante. Willig lanserte formler for hvor stor feil en maksimalt gjør ved å ta konsumentoverskuddet som mål på konsumentens betalingsvillighet, gitt at det angis en øvre og nedre del for inntektselastisiteten<sup>13</sup> til godet. Willig argumenterte for at feilen i de fleste tilfeller vil være mindre enn den feilen som alltid vil oppstå, fordi det er mangelfull kunnskap om den nøyaktige etterspørselsfunksjonen. Derfor skal det heller ikke være noen alvorlig innvending mot å anvende nyttekostnadsanalyser at man ikke kjenner EV eller CV, og ikke vet hvor mye de avviker fra konsumentoverskuddet.

Grønn (1991) sier det på en annen måte, nemlig at konsumentoverskuddet målt ved den ordinære etterspørselskurven, ligger mellom to veldefinerte presiseringer av hva konsumentoverskuddet egentlig burde være. Dessverre kan det nesten aldri sees bort fra inntektseffekten, slik at dersom KO måles vet man ikke helt hva som måles. CV og EV vet man derimot hva er, men de kan ikke måles. Det observerbare konsumentoverskuddet blir en tolkning, mens de tolkbare EV og CV kan ikke observeres.

### **3.12 Konsumentoverskuddets utilstrekkelighet**

Den innledende teorien har vist hva som ligger til grunn for å kunne beregne konsumentoverskuddet for en enkelt konsument. En virkelig alvorlig innvending mot konsumentoverskuddet som metodegrunnlag for å beregne nytte i nyttekostnadsanalyser, er at KO ikke uten videre kan adderes opp til å gjelde mer enn én konsument. Kaldor-Hicks-prinsippet kan brukes til å addere betalingsvillighetene, men dette forutsetter for det første at nyttefunksjonene er additivt separable. Det vil si at nytten en konsument får fra et gode er uavhengig av nytten han får fra et annet gode slik at personen ikke må konsumere begge

---

<sup>13</sup> Inntektselastitet defineres som prosentvis endring i etterspørsel etter et gode i forhold til prosentvis endring i inntekt, gitt at denne inntektsendringen har forårsaket etterspørselsendringen.

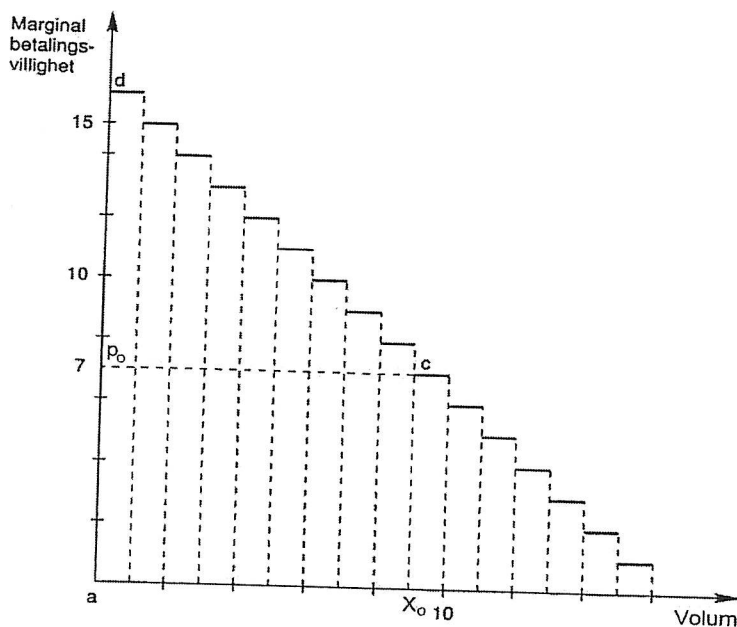
godene for å få et positivt nyttenivå. Dessuten må samfunnet tillegge hvert individ den samme vekt for nytteøkningen. Det andre kriteriet er at prosjektet er lite og at inntektsfordelingen i samfunnet kan anses å være tilnærmet optimal.

Laffont (1988) presiserer hvilke forutsetninger som må gjøres for å komme frem til den samfunnsøkonomiske nytten av et tiltak i tilfeller med flere konsumenter, og når aggregerte etterspørselsfunksjoner brukes som empirisk grunnlag for analysen. Løsningen på problemet ligger i å anta at etterspørselsfunksjonene springer ut av en bestemt klasse av nyttefunksjoner. Forskjellen mellom individene ligger i inntekten og i parametrene i nyttefunksjonen. Med dette i hånd er det mulig å regne ut den kompenserte variasjonen til hvert individ som kan benyttes som et samle mål på den samfunnsøkonomiske verdien av tiltaket.

### 3.13 Fra konsumentoverskudd til generaliserte reisekostnader

I kapittel 3.5 ble det vist hvordan konsumentoverskuddet kunne brukes til å beregne nyttegevinsten for en konsument, og i forrige kapittel ble det argumentert for hvorfor en kunne aggregere opp flere konsumentoverskudd for å oppnå samfunnets samlede KO. I nyttekostnadsanalyser i samferdselssektoren brukes vanligvis ikke konsumentoverskudd i sin opprinnelige form, men det er *endringen* i konsumentoverskuddet som beregnes.

Kapittel 3.5 tok også for seg at marginal betalingsvillighet er det som konsumenten ut fra sine nyttevurderinger maksimalt er villig til å betale for en ekstra enhet av et gode. Da blir samlet betalingsvillighet for et bestemt antall enheter av godet lik summen av marginal betalingsvillighet for hver av enhetene. Konsumenten vil etterspørre så mange enheter at det blir likhet mellom marginal betalingsvillighet og det han faktisk må betale for en enhet. Dette gjør at etterspørselsfunksjonen vil falle sammen med funksjonen for marginal betalingsvillighet. Atferden til konsumenten innebærer at han maksimerer sitt konsumentoverskudd. Dette illustreres i figur 12, hvor samlet betalingsvillighet for et bestemt antall enheter av et gode, her 9 stk, er summen av marginal betalingsvillighet for hver av de 9 enhetene. Denne summen utgjør arealet  $aX_0cd$ . Konsumenten vil etterspørre så mange enheter at det blir likhet mellom marginal betalingsvillighet og det han faktisk må betale for en ekstra enhet, nemlig prisen. Konsumentens adferd innebærer at han maksimerer KO, det vil si samlet betalingsvillighet minus det som faktisk betales. Hvis prisen er lik 7 kr per stk, så er KO lik arealet  $p_0cd = aX_0cd - aX_0cp_0$ .



Figur 12 Marginal betalingsvillighet og etterspørsel for et gode (Ringstad, 1998)

Figur 12 viser også at konsumentoverskuddet teknisk sett kan beskrives som et integral. Etterspørselsfunksjonen,  $p(x)$ , gir sammenhengen mellom pris og mengde. For hver mulige mengde  $X$ , er forskjellen mellom hva en person er villig til å betale og den faktiske prisen gitt ved  $p(x) - p_0$ . Konsumentoverskuddet fås ved å integrere over godemengden  $X$ , fra 0 til  $X_0$ .  $X_0$  representerer her den mengden som etterspørres ved prisen  $p_0$ . KO er altså gitt ved:

$$KO = \int_0^{x_0} (p(x) - p_0) dx$$

Som nevnt er det som oftest endringen i konsumentoverskudd som beregnes i samferdselsprosjekter. Ved en prisendringen fra  $p_0$  til  $p_1$ , kan dette beregnes med følgende integral:

$$\Delta KO = \int_0^{x_1} (p(x) - p_1) dx - \int_0^{x_0} (p(x) - p_0) dx$$

Konsumentoverskuddet til alle individer i samfunnet kan finnes ved å summere konsumentoverskuddet til hver av dem. I praksis beregnes i stedet markedets aggregerte etterspørselskurve. Det gjøres på den måten at det for enhver pris av de etterspurte mengdene, summeres det over alle individer til en felles, aggregert pris. For at dette skal være en forsvarlig utregning, må kravene gitt i kapittel 3.12 være oppfylt. Dersom forutsetningene *ikke* er oppfylt, kan man ikke aggregere nytte og kostnad over alle individer uten å regne med at

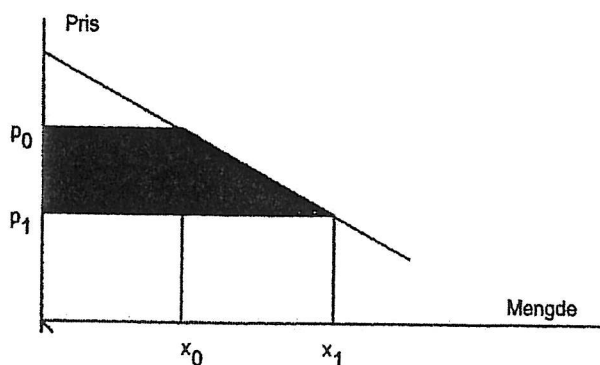


det vil være kontroversielt. I slike prosjekter er det ekstra viktig å presisere hvilke grupper som oppnår nytten og hvilke grupper som får kostnadene.

Når vilkårene gitt i kapittel 3.12 er oppfylt, kan en bruke tilnærmingen med å beregne konsumentoverskuddet under den aggregerte etterspørselskurven som et mål på alle individenes samlede nytte. Videre brukes en annen tilnærming, nemlig at etterspørselsfunksjonen er lineær. Dette har stor praktisk betydning i debatten rundt bruk av tidsverdier, det vil si verdien av redusert transporttid, som kommer opp i senere kapitler.

Som en ser av figur 13 vil da endringen i konsumentoverskuddet<sup>14</sup> være et trapes, og det kan enkelt beregnes ved hjelp av følgende formel:

$$\Delta KO = 1/2(p_0 - p_1)(x_0 + x_1)$$



Figur 13 KO gitt ved trapesberegning (Minken et al, 2001)

Dersom etterspørselsfunksjonen ikke har for stor krumning, eller hvis endringen i prisen ikke er for stor, vil trapesformelen gi en god tilnærming til faktisk endring i konsumentoverskuddet. I Jernbaneløstetets metodehåndbok er det trapesformelen som benyttes for å beregne KO. Det er verdt å bemerke at enhet for KO i figur 13 er pris \* mengde, altså et pengebeløp. Konsumentoverskuddet er derfor en måte å regne om nytte til penger.

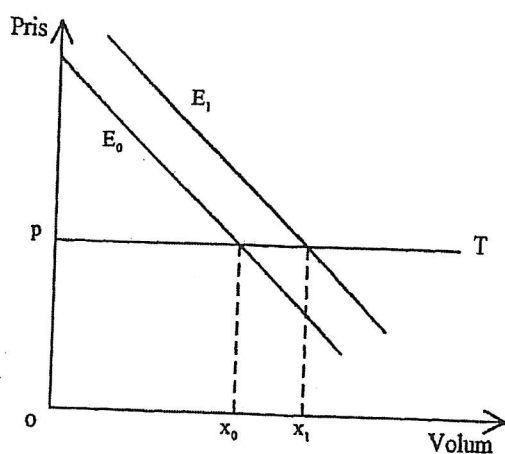
Siden trafikantnyttens brukes om *endringen* i konsumentoverskudd, vil det i et tilfelle hvor det opprettes et helt nytt marked være uheldig å bruke trapesformelen som tilnærming. I et slikt scenario er det et absolutt konsumentoverskudd som er relevant siden prisen i

<sup>14</sup> Endring i konsumentoverskudd kalles også ofte trafikantnytte.

referansealternativet ikke eksisterer. Formen på etterspørselskurven kan da ikke uten videre antas å være lineær.

Begrepet *generaliserte reisekostnader*, *GK*, benyttes ofte ved analyser av transportøkonomiske problemstillinger. Generaliserte reisekostnader defineres som den samlede verdien av de oppofrelser som trafikantene må gjøre for å gjennomføre reisen. Dette inkluderer faktiske transportutgifter, tidskostnader, frekvensen av reisetilbudet, komfort og sikkerhet. Grunnen til at *GK* brukes i stedet for ordinær pris, skyldes at dette begrepet inkluderer andre kostnader utover de faktiske reisekostnadene. Bruken av *GK* understreker at reiser skiller seg fra andre varer og tjenester ved at de reisende selv bidrar til tilbudet gjennom å stille sin tid til disposisjon.

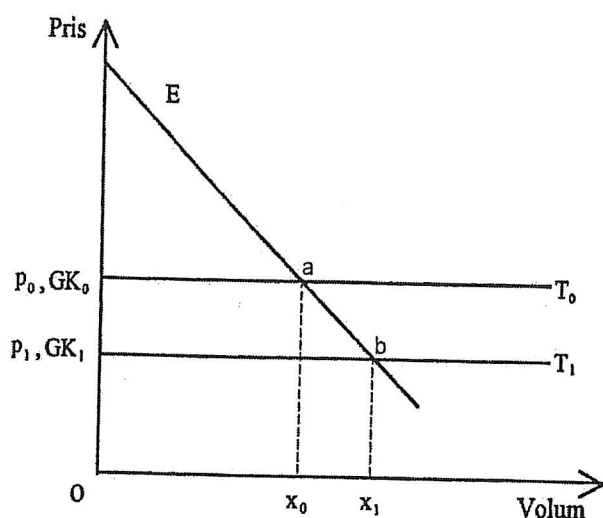
For godstransport er det opplagt at godset i seg selv ikke opplever noen nytte knyttet til for eksempel redusert tidsbruk og mindre skader. Avsender og mottaker derimot har en betalingsvillighet for raskere transport og opplever nytte knyttet til godsets anvendelse i produksjon og/eller konsum. Det har også å gjøre med det faktum at gods under transport binder kapital som har en alternativ anvendelse, og at denne alternative anvendelsen bidrar til velferd. Med dette i mente er det mulig å benytte *GK* også for godstransporter. Konseptet *GK* kan enkelt illustreres ved en figurbetragtning (figur 14).



Figur 14 Skift i etterspørselskurven ved redusert reisetid (ECON, 1994)

Figur 14 viser etterspørselskurven  $E_0$ , som uttrykker etterspørselen etter antall transporter for ulike nivåer av prisen, og tilbudskurven,  $T$ , som uttrykker trafikkselskapets grensekostnader. I utgangspunktet er transportprisen,  $p$ , lik trafikkselskapets grensekostnader, mens antall transporter er gitt ved  $X_0$ . Dersom det skjer en reduksjon i transporttiden, vil dette sannsynligvis føre til økt etterspørsel, og etterspørselskurven vil skifte ut til  $E_1$ . Antall transport øker fra  $X_0$  til  $X_1$ , gitt at alle andre relevante forhold er uendret.

Alternativt kan denne situasjonen analyseres ved hjelp av generaliserte reisekostnader, slik at de andre faktorene som tidskostnader m.v. nevnt ovenfor, også inkluderes. Figur 15 viser tilbudskurven  $T_0$  før endringen i transporttid, og den tilsvarende kurven  $T$  i forrige figur.  $T_0$  tilsvarende også den generaliserte reisekostnaden. Etterspørselskurven  $E$  uttrykker antall transporter som etterspørres for ulike verdier av GK. Markedsløsningen finnes grafisk i punktet  $(p_0, x_0)$ , altså tilsvarende som i figur 14, men med den forskjellen at  $p_0$  er summen av transportprisen og verdien av transporttiden, mens  $p_0$  i figur 14 var kun transportprisen.



Figur 15 Skift i kostnadskurven ved redusert reisetid (ECON, 1994)

Dersom det oppstår en reduksjon i reisetid, vil forskjellen mellom løsningene i de to figurene komme klarere frem. Redusert reisetid betyr redusert GK, og tilbudskurven skifter nedover til  $T_1$ , som vist i figur 15. Den nye markedsløsningen finnes i punktet  $(p_1, x_1)$ , det vil si samme antall reiser som i figur 14. Ved hjelp av de generaliserte reisekostnadene, kan den samlede effekten av både pris- og kvalitetsforbedringen beskrives samtidig, gitt av arealet  $p_0p_1ba$ .

Det er ikke opplagt at etterspørselen av reiser og transporter kan uttrykkes som en funksjon av generaliserte reisekostnader. For det første må det antas at i virkeligheten har ulike individer ulik verdsetting av tid. For det andre er det trolig at ett og samme individ oppgir forskjellig verdsetting av tiden og verdier på andre kvalitetsforbedringer avhengig av situasjonen. I følge Bruzelius (1978) vil det være et omfordelingstiltak dersom det fastsettes en felles verdi på reisetiden til alle. Matematisk vil det si at tidsverdiene til hvert individ vektet slik at resultatet blir ensartete tidsverdier. Etter dette synet er det altså nødvendig å opprettholde en inndeling av konsumentene i ulike typer i de tilfellene de har svært ulike vurderinger av verdien av tidsbesparelsen.

På bakgrunn av dette blir hele begrepet om generaliserte reisekostnader noe tvilsomt. Konseptet er mer realistisk dersom verdiene differensieres etter reisehensikt, transportmiddel og lignende. Dette er en vanlig antagelse å gjøre fordi beregningene ville blitt svært kompliserte dersom ikke generaliserte reisekostnader kunne benyttes (Minken et al, 2001).

Eriksen et al (1994) nevner andre forutsetninger som gjelder for bruken av GK. Grenseverdien av tid må være konstant og uavhengig av prisene, total reisetid og inntekt, samt at etterspørselen etter reiser må være inntektsuavhengig. Disse forutsetningene er strenge, men innebærer at det ikke vil være problematisk å aggregere over flere individer.

### **3.14 Nåverdiberegning**

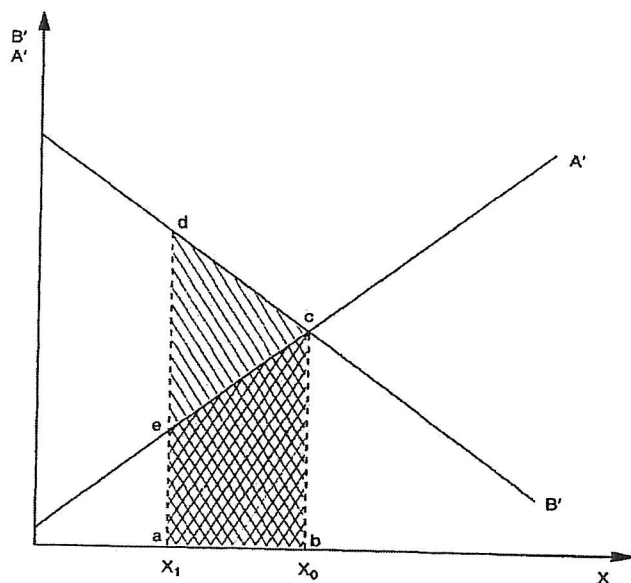
Et hovedpoeng med nyttekostnadsanalyser er å skaffe mest mulig fullstendig og sammenlignbar informasjon om alle samfunnsøkonomiske nytte- og kostnadskomponenter, slik at det kan gis et anslag på det samfunnsøkonomiske overskuddet i forbindelse med et prosjekt eller offentlig tiltak.

Enkelt sagt kan en nyttekostnadsanalyse sies å bestå av følgende komponenter:

- Nyttegevinst, det vil si økningen i samlet betalingsvillighet
- Kostnader, det vil si økningen i samlede alternativkostnader

Nyttegevinst minus kostnader gir således netto nyttegevinst, altså endringen i det samfunnsøkonomiske overskuddet. Denne endringen kalles ofte nyttekostnadsdifferansen, og dersom den er positiv bør tiltaket gjennomføres sett ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv.

Dette illustreres i figur 16 hvor et offentlig tiltak antas å øke omsetningen i markedet fra  $X_0$  til  $X_1$ , noe som innebærer en nyttegevinst målt ved betalingsvilligheten som svarer til  $abcd$  og en kostnad målt ved alternativkostnaden tilsvarende  $abce$ . Netto nyttegevinst, det vil si nyttekostnadsdifferansen målt ved samfunnsøkonomisk overskudd tilsvarende, arealet  $ecd$ .



Figur 16 Nytte- og kostnadsvirkninger ved et offentlig tiltak (Ringstad, 1999)

Et grunnleggende problem i nyttekostnadsanalyse er at kostnadene i form av forbruk av ulike ressurser og nytten som skapes ikke oppstår på samme tid. Kapitalintensive prosjekter i samferdselssektoren krever store investeringer i dag, mens nytten først genereres senere. Ut i fra teorien om optimal fordeling av nytte over tid, vil således nyttevirkninger som ligger langt frem i tid være mindre verdt på beslutningstidspunktet enn nyttevirkninger som ligger nære i tid. For å kunne sammenligne de ulike komponentene, må de derfor neddiskonteres til dagens verdi, også kalt nåverdi, med en gitt rente  $r$ , kalt diskonteringsrenten. Størrelsen på  $r$  gjenspeiler konsumentenes preferanser når det gjelder fordeling av konsum over tid. En måte å si dette på er at  $r$  er et uttrykk for konsumentenes konsumutålmodighet. En høy verdi på  $r$  gir høy grad av konsumutålmodighet, det vil si at fremtidig konsum tillegges tilsvarende liten vekt i forhold til løpende konsum.

For hvert år som prosjektet antas å ha virkninger, må alternativkostnadene knyttet til investeringene sammenlignes med nåverdien av nytten, med fratrukket for nåverdien av eventuelle fremtidige alternativkostnader. Matematisk beregnes nåverdien, NV, slik:

$$NV = \frac{b_1}{(1+r)} + \frac{b_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{b_n}{(1+r)^n} + \frac{R}{(1+r)^n}$$

hvor  $b_i$  er gevinsten i år  $i$  og  $R$  er restverdien av investeringen ved slutten av analyseperioden. For å finne netto nåverdi, NNV, må investeringskostnaden,  $I$ , trekkes fra:

$$NNV = -I + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{(1+r)^i} + \frac{R}{(1+r)^n}$$

Generelt skal alle inntekter eller utgifter, nyttevirkninger eller kostnader gjøres om til nåverdi i nyttekostnadsanalyser. Betydningen av neddiskonteringen avhenger av  $r$ . Valget av  $r$  er viktig og må derfor være begrunnet. Når det gjelder Jernbaneverket fulgte de inntil nylig Finansdepartementets (1999) anbefalinger, og benyttet en kalkulasjonsrente på 4 prosent. I brev fra Samferdselsdepartementet av 21. januar 2003, anbefales det at diskonteringsrenten økes, og for godstrafikk er gjeldende diskonteringsrente lik 7 prosent (Samferdselsdepartementet, 2003).

Et prosjekt bør igangsettes dersom de viktigste konsekvensene har latt seg verdsette og dersom netto nåverdi er større enn 0:

$$NNV = (B - C) > 0, \text{ hvor } B \text{ er bruttonytten og } C \text{ er kostnadene}$$

Siden både nytte og kostnader for et prosjekt forventes å påløpe over flere år, må både  $B$  og  $C$  oppfattes som nåverdier av nytte- og kostnadsstrømmene (Minken et al, 2001).

I praksis vil det alltid være budsjettrestriksjoner for et prosjekt eller tiltak. Når flere prosjekter er aktuelle, skjer det ofte at lønnsomme tiltak ikke kan gjennomføres på grunn av mangel på ressurser. Da må alle lønnsomme prosjekter rangeres og prioriteres etter netto nåverdi per budsjettkrone:

$$NNB = \frac{(B - C)}{K}, \text{ hvor } K \text{ er nåverdier av alle utbetalinger innenfor en knapp budsjetttramme}$$

I en faktisk nyttekostnadsanalyse må selvsagt langt flere vilkår og betraktninger utføres for å få en mest mulig riktig analyse. Eksempelvis er det viktig å se på avhengighet mellom prosjektene, endringer på grunn av skatter og avgifter, hvilke prisforutsetninger som ligger til grunn, samt usikkerheten knyttet til beregningene. I prinsippet skal alle relevante effekter av et prosjekt eller tiltak tas med i en nyttekostnadsanalyse. Dette betyr observerbare virkninger

som kommer til uttrykk gjennom faktiske inntekter og kostnader knyttet til tiltaket, samt forhold som endringer i støy, utslipp, tidsbruk, inntektsfordeling og regionale virkninger. I praksis må det derfor ofte foretas en skjønsmessig avgrensning av hvilke faktorer som skal inkluderes. Det ligger utenfor oppgavens ramme å gå inn på alle disse forholdene, og det er kun problemer knyttet til transporttiden som vil bli behandlet i de påfølgende kapitler. For mer utførlige diskusjoner rundt disse emnene, anbefales Minken et al (2000 og 2001).

### 3.15 Skyggeprisen på offentlige midler

I et samfunnsøkonomisk effektivt marked skal prisen være lik grensekostnad. Skatter og avgifter fører imidlertid til at prisen blir høyere enn dette. Eksempelvis fører inntektsskatten til at arbeidskraft som kunne skapt verdier minst like høye som nettolønna, ikke alltid blir benyttet, siden det koster arbeidsgiveren mer enn nettolønna å ansette en arbeider.

Uansett hvilke vitale behov skattene blir brukt til å dekke, er det derfor et faktum at de også fører til at markedene blir mindre effektive i å øke samfunnets velferd enn de ville vært foruten skattene. Skatte kroner er dyre penger fordi hver krone brukt av midler innkrevd gjennom skatte- og avgiftssystemet, koster samfunnet en krone *pluss* en skyggepris<sup>15</sup> på offentlige midler. Skyggeprisen reflekterer effektivitetstapet ved skattleggingen.

I henhold til Finansdepartementets (1999) anbefalinger, opererer Jernbaneverket med en skyggeprisen på offentlige midler lik kr 0,20, det vil si at det beregnes en samfunnsøkonomisk kostnad på kr 1,20 for hver krone som går over offentlige budsjetter.

### 3.16 Oppsummering

Teorikapitlet har gjort rede for de forutsetninger og begreper som er nødvendig for å kunne forstå anvendelsen av nyttekostnadsanalyser. Et viktig konsept er Pareto-kriteriet som sier at en investering i infrastrukturen i jernbanesektoren er ønskelig dersom noen oppnår økt nytte uten at andre opplever et nyttetap. Endret velferd på grunn av et prosjekt kan beskrives ved betalingsvilligheten for prosjektets positive effekter og den kompensasjon som kreves for de oppofrelser prosjektet medfører. Disse effektene kan måles gjennom konsument- og produsentoverskuddet. Ved hjelp av generaliserte reisekostnader kan summen av alle konsumentenes kostnader estimeres, og bruken av nåverdiberegninger gjør at en kan se om

summen av nytten og kostnadene er positiv eller negativ. På bakgrunn av dette bør infrastrukturinvesteringen gjennomføres eller forkastes.

---

<sup>15</sup> Skyggeprisen omtales også som skattefaktor eller skattekostnaden.



## 4 Empirisk evaluering av tid

I mange nyttekostnadsanalyser av samferdselsinvesteringer, utgjør tidsbesparelser brorparten av gevinsten. Dersom et gode skal kunne inkluderes i en nyttekostnadsanalyse, må godet ha en verdi som kan måles i penger siden dette er måleenheten i slike analyser. Ettersom verdien av reisetid ikke kan avleses direkte i markedet, må det verdsettes på andre måter. Slike ikke-markedsgoder må derfor verdsettes enten i hypotetiske valgstudier (Stated Preference, eller SP-studier), eller i faktiske valgstudier (Revealed Preference, eller RP-studier).

Dette kapitlet gjør rede for fordeler og ulemper ved bruken RP- og SP-undersøkelser. Sælensminde (1995, 2000) gir en god redegjørelse omkring bruken og problematikken knyttet til SP- og RP-studier. Innføringen gitt i etterfølgende kapittel er basert på Sælensminde hvis ikke andre henvisninger er gitt.

### 4.1 RP-metoden

RP-data samles inn gjennom spørreundersøkelser hvor respondentene blir spurt om sine faktiske valg i virkelige markeder. Den viktigste grunnen til å velge RP-metoder fremfor metoder som bruker hypotetiske valg, er at RP-metoden er basert på faktiske valg og handlinger. På den annen side er RP-metoden noe begrenset i bruk fordi de kun kan benyttes til å vurdere goder hvis verdier kan bli utledet fra faktisk bruk i et eksisterende marked. Ergo er RP-metodene vanskelige å bruke ved studier av individenes preferanser og av deres betalingsvillighet for ikke-markedsgoder.

RP-data viser ofte sterk samvariasjon mellom forklaringsvariabler, som for eksempel reisetid/kostnad og støy/luftforurensning. Videre viser det seg ofte at respondentene ikke kjenner alle alternativ eller har feil oppfatning av tilbudet. Et annet problem med å gjennomføre RP-undersøkelser, er at de dataene som skaffes til veie i stor grad er konfidensielle slik at respondentene ikke kan eller vil svare på spørsmålene. Det finnes derfor begrensede muligheter for å få frem statistisk anvendbare data som kan analyseres.

### 4.2 SP-metoden

SP-data samles inn gjennom spørreundersøkelser hvor respondentene i et konstruert marked blir stilt hypotetiske spørsmål eller blir forelagt hypotetiske valgoppgaver. Hver situasjon beskrives av et bestemt antall faktorer enten ved verdiangivelse eller ved en kvalitativ

beskrivelse. SP-metoden kan benyttes dersom det er ønskelig å evaluere betalingsvilligheten for goder som ikke omsettes direkte i markedet, eller dersom det er ønskelig å predikere markedsandelene for et nytt gode.

#### 4.2.1 Fellestrekk ved SP-undersøkelser

Det første som må gjøres i en SP-undersøkelse, er å presentere en beskrivelse av det godet som ønskes verdsatt, for eksempel redusert frakttid av gods. Validiteten av undersøkelsen er helt avhengig av hvor eksakt beskrivelse som kan gis av godet. Etter at godet er beskrevet, blir respondenten stilt ovenfor direkte spørsmål eller valgsituasjoner som gjør det mulig å tilkjenne sin verdsetting av hypotetiske endringer i kvantitet eller kvalitet av et ikke-markedsgode. Disse valgsituasjonene hvor det presenteres ulike variabler, omtales ofte som *spill*. Spørsmålsstillingen i slike spill kan ta mange former, hvorav de viktigste er *betinget verdsetting*, *samvalgsanalyse* og *likeverdprismetoden*. De ulike formene for SP-undersøkelser beskrives nærmere i påfølgende delkapittel.

Et viktig skille med hensyn på hvordan spørsmålene stilles, er om respondenten blir spurt om hvor mye han er villig til å betale for en forbedring, det vil si betalingsvillighet (WTP), eller om det spørres etter hvor mye han må få i kompensasjon for å kunne akseptere en forverring (WTA). Som det ble gjort rede for i kapittel 3, vil WTP og WTA vanligvis være forskjellige. Valg av WTP og WTA medfører derfor også valg av velferdsmål, det vil si om ekvivalent variasjon eller kompensert variasjon skal brukes som mål på individenes konsumentoverskudd.

Fordelen ved SP-analyser i forhold til RP-analyser, er blant annet at en har full kontroll over de uavhengige variablene, og dermed kan skreddersy designet etter hvilke faktorer som ønskes analysert. Videre er det enklere å sørge for at undersøkelsesdesignet oppfyller visse statistiske krav, og det er mulig å analysere etterspørselen etter hypotetiske goder.

#### 4.2.2 Betinget verdsetting

Betinget verdsetting (eng. *contigent valuation*) er en mye brukt SP-metode. Årsaken til at metoden har fått navnet, er at den tar utgangspunkt i at respondenten skal tilkjenne sin WTP

eller WTA, betinget av et hypotetisk konstruert marked<sup>16</sup>. Det er viktig å bemerke at i prinsippet er alle SP-metoder betingede. Betinget verdsetting har først og fremst blitt benyttet i økonomisk verdsetting av miljøgoder, men har også blitt anvendt i transport- og helseøkonomi. I praksis går metoden ut på at intervjuobjektet blir spurt om sin maksimale betalingsvillighet for eksempel for en bestemt miljøforbedring eller et transporttiltak. Premissene for, og følgene av, et bestemt tiltak blir gitt på forhånd, og respondentene verdsetter ikke-markedsgodene i absolutte termer. En viktig fordel med betinget verdsetting er at spørsmålene og valgene er enkle slik at materialet lett lar seg analyseres.

### 4.2.3 Samvalgsanalyse

En annen SP-teknikk er samvalgsanalyse (eng. *conjoint analysis*). Denne verdsettingsmetoden ber respondentene om å vurdere endringer i flere faktorer i forhold til hverandre, og hvor faktorene verdsettes indirekte gjennom de valg respondenten gjør. Metoden har hovedsakelig blitt benyttet til markedsanalyser og analyser av trafikanters verdsetting av forbedringer i eksisterende transporttilbud, det vil si til fastsettelse av såkalte bruksverdier. I mange SP-undersøkelser skilles det mellom bruksverdier og ikke-bruksverdier. I verdsettingen av bruksverdier, tilkjenner individene hvor mye de faktisk vil betale for goder de allerede har, mens verdien av ikke-bruksverdier, også kalt opsjons- og eksistensverdier, viser hvor stor betalingsvilligheten er for goder som kan brukes i fremtiden eller som kan bevares for fremtidige generasjoner. I de senere år har også miljøgoder blitt verdsatt ved hjelp av samvalgsanalyser.

De viktigste typene samvalgsanalyse er:

- ”*Stated choice*”, det vil si at respondenten må velge ut det beste blant to eller flere alternativer slik at ikke-markedsgodene blir verdsatt relativt til hverandre. Denne situasjonen prøver å etterligne den virkeligheten som en konsument opplever i transportsammenheng.
- *Rangordning*, som vil si at intervjuobjektet får forelagt samtlige alternativer samtidig og blir bedt om å ordne dem i rekkefølge etter preferanse.

---

<sup>16</sup> WTP er mest benyttet i slike undersøkelser da det har vist seg vanskelig å fremskaffe statistiske gyldige data til bruk for WTA (Johansson, 1999).

- *Poenggivning*, som i utgangspunktet er det samme som rangordning, men som i tillegg gir intervjuobjektet poeng langs en bestemt skala etter hvor sterkt de forskjellige alternativene faller i smak.

Antall alternativer som skal evalueres kan variere mellom de ulike undersøkelsene, men det overordnede designet av eksperimentet er lagd slik at korrelasjonen mellom attributtene skal kunne kontrolleres, slik at det også er mulig å evaluere attributtene separat. De tre metodene er på mange måter identiske, men har ulike statistiske egenskaper. De beste resultatene fås ved bruk av "stated choice". Dataene kan da analyseres ved hjelp av logitmodeller, som er en modell som estimerer sannsynligheten for at et utfall skal inntreffe. I en slik modell er ikke venstresidevariabelen en kontinuerlig variabel, men i stedet en dummyvariabel. En dummyvariabel vil enten ta verdien 1 eller 0, og den indikerer således hvilket valg individet har foretatt. Den enkleste formen for logitmodell er en binomisk modell hvor individet står ovenfor to valg. Dersom det er flere enn to alternativer som spesifiseres i modellen, kan dataene analyseres ved hjelp av multinomiske logitmodeller. Logitmodellen er avledet av økonomisk konsumentteori, og den forutsetter additive nyttefunksjoner. Ben-Akiva og Lerman (1989) gir en grundig redegjørelse for bakgrunnen og bruken av modellen.

Den viktigste fordelene ved samvalgsanalyse er at det er mulig å verdsette flere goder samtidig. Dessuten er det mulig å kontrollere hvordan valgsituasjonen har fungert for den enkelte respondent, i de tilfeller respondentene foretar flere valg. Det kan kontrolleres om respondenten har tatt med alle faktorene i sin vurdering eller om han kun overveier et mindretall av dem. Det kan også avsløres om han har svart helt tilfeldig fordi han ikke tok valgsituasjonen alvorlig, ikke mestret valgsituasjonen eller fordi han ikke hadde tid til å gjøre de nødvendige vurderinger.

#### **4.2.4 Likeverdprismetoden**

En siste metode kalles likeverdprismetoden (eng. *transfer price method*), som er en kombinasjon av betinget verdsetting og samvalgsanalyse. Likeverdprismetoden ligger metodisk nær de enkleste formene for betinget verdsetting, både på grunn av sin forholdsvise enkle form, og det faktum at respondenten blir spurt om en direkte verdsetting. Likeverdprismetoden har vært anvendt til å verdsette viktige faktorer ved et gode som respondenten kjøper i et virkelig marked, det vil si at spørsmålene eksplisitt refererer til respondentens nåværende beslutningssituasjon og valgmuligheter. En slik anvendelse vil i stor

grad begrense hvilke goder som kan verdsettes og i sterkere grad relatere verdsettingen til nåværende verdier.

### **4.3 Metodeproblem ved bruk av SP-undersøkelser**

Det finnes mange markeder hvor penger byttes mot tid, arbeidsmarkedet er et slikt eksempel. I den grad slike markeder fungerer perfekt, kan det forventes at individenes grensenytte av kortere arbeidstid er lik lønnen. Siden lønnen er forskjellig, vil individene ha ulik vurdering av verdien av innspart tid. For godstransport differensieres verdiene etter for eksempel type gods, type kjøretøy eller lengden på tidsinnsparingen. Til tross for dette må det tas hensyn til respondentenes individuelle forskjeller når de tilkjenner sin betalingsvillighet. De tidsverdiene som finnes må fremdeles betraktes som tidsverdiene til individene som besvarer undersøkelsen, men at de har samme grunnleggende vurderinger som et representativt gjennomsnittsindivid.

På det etiske plan vil noen hevde at når undersøkelsen viser at individene har ulik verdsetting av spart reisetid, tilsier konsumentsoverensstemmelsesprinsippet at dette også må tas hensyn til i samfunnsøkonomiske analyser. Andre vil mene at det ikke er noen grunn til å tillegge en time spart kjøretid ulik verdi etter som hvem som får oppleve den.

For prediktive formål bør det tas hensyn til at forskjellige individer verdsetter forkortet transporttid på ulik måte. For normative anvendelser, slik som i en nyttekostnadsanalyse, vil det være uproblematisk å ta hensyn til ulikheter i tidsverdiene som skyldes at en person står i ulike valgsituasjoner, mens den etiske problemstillingen ovenfor gjør seg klarere gjeldende når det skal differensieres mellom ulike personer i samme valgsituasjon.

Killi (1999) mener at konsumentsoverensstemmelsesprinsippet bør gjelde og at nyttekostnadsanalyser bør baseres på individenes egen betalingsvillighet, slik den er dokumentert i empiriske undersøkelser. Dette kan godt forenes med supplerende analyser av fordelingsvirkningene av et tiltak. Beslutningstakerne kan avveie resultatet av nyttekostnadsanalyse mot resultatet av fordelingsanalysen, og eventuelt vurdere kompenserende tiltak.

Stillingen til intervjuobjektet som deltar i SP-undersøkelser om gods varierer fra studie til studie. Generelt innehar personen en sjefsstilling og har dermed autoritet til å ta beslutninger.

Normalt representerer intervjuobjektet avsenderen, andre ganger representerer han operatøren og i mer sjeldne tilfeller representerer han mottakeren. Winston (1981) analyserer viktigheten av hvem som intervjues sett i fra et teoretisk standpunkt. Et aspekt som må tas i betraktning er selvsagt under hvilke betingelser forsendelse og betaling av godset skjer. Er betalingen CIF (eng. *cost insurance freight*)<sup>17</sup>, er det sannsynligvis avsenderen som bør intervjues, men hvis godset selges FOB (eng. *free on board*)<sup>18</sup>, er det derimot mottageren som bør intervjues. Spørsmålet vil selvsagt ikke ha noe å si dersom avsender og mottager kommer fra samme firma og forsendelsen er intern. Winston mener det er fornuftig å bruke data fra valg foretatt av transportoperatører, og med den menes firmaet som foretar transport for leie og betaling. Årsaken ligger i at transportoperatører trolig vil være mer opptatt av kostnadene for egne transporter enn kostnaden knyttet til godset de frakter. Med unntak av Winstons studie, er spørsmålet om mottaker eller avsender bør intervjues i liten grad tatt opp i andre undersøkelser.

Bruzelius (2001) argumenterer for at SP- og RP- undersøkelser ikke bør benyttes dersom de gir et klart estimat på at betalingsvilligheten for å redusere tidsverdien for gods, er større enn estimatene oppnådd gjennom markedspriser. Verdiene som brukes i nyttekostnadsanalyser er i prinsippet verdiene på ekstra gods som konsumeres gjennom for eksempel tidsinnsparinger, og ikke verdiene til avsender og mottaker.

Videre synes det som om estimatene på tidsverdier hentet fra intervjuer med ledere i transportfirmaer er høyere enn de svarene som oppnås fra respondenter som representerer avsendere. Fowkes et al (2001) og de Jong (2000) rapporterer om data hentet fra Storbritannia fra midten av 1990-tallet. Verdiene for tid hentet fra operatører i disse studiene er mye høyere enn verdiene for avsendere.

Den mest populære modellen brukt for å estimere verdier fra SP-data er logitmodellen. Denne modellen er basert på antagelsen om at feilleddet i den generaliserte kostnadsfunksjonen er uavhengig fordelt. Imidlertid er SP-data hentet fra gjentatte intervjuer, noe som betyr at

---

<sup>17</sup> CIF er en leveringsbetingelse som betyr at selger dekker frakt og alle omkostninger inkludert forsikring helt frem til kjøper.

<sup>18</sup> FOB er en kjøpsklausul som betyr fritt levert "om bord". Leveringsbetingelsene anses å være oppfylt når godset er om bord i transportmiddelet. Kjøperen betaler den avtalte kjøpesum samt frakt, assurance og omkostninger for lossing.

antagelsen om uavhengighet ikke er oppfylt. Resultatene bærer preg av at de er forventningsskjeve (eng. *biased*). De synes av den grunn å overestimere den statistiske t-verdien, som for et gitt signifikansnivå gir svar på om en hypotese kan beholdes eller må forkastes. For høye t-verdier betyr at signifikansen av parameterestimatene også er for stor (Cirillo et al, 1996).

Mer generelle problemer knyttet til SP-metodene er blant annet validitetsproblemet, fokuseringseffekten, manglende budsjett hensyn og manglende rasjonalitet. Disse problemene tas opp i påfølgende delkapitler.

#### **4.3.1 Validitetsproblemet**

Et helt sentralt spørsmål vedrørende SP-metodene, er om respondentene er i stand til å verdsette det samme som forskerne ønsker skal verdsettes. I gjennomføringen av SP-studier bør det gjøres en grundig vurdering av hva som er riktig informasjon om et gode og hvor mye informasjon som skal presenteres. I tilfeller der en faktisk ikke har spesielt god kunnskap om konsekvenser ved endringer i kvalitet eller kvantitet av godet, blir det problematisk.

Det kan stilles spørsmål om respondentene i intervjuene i stor nok grad overveier langtidseffektene ved de ulike alternativene. Det bør understrekes at sett fra nyttekostnadsanalysens perspektiv, er det ikke korttidseffektene som er interessante, men langtidsvirkningene fordi disse reflekterer situasjonen i økonomien etter at den har gjenfunnet likevekten etter en forandring.

De innvendinger som rettes mot å anvende SP-teknikken i forbindelse med tidsvurderinger, går på at respondentene foretar hypotetiske valg som ikke nødvendigvis er sammenfallende med deres virkelige valg. De vanligste problemene i forbindelse med SP-metodene er knyttet til kompleksitet i valgsituasjonen respondentene befinner seg i. Dersom valgsituasjonen er for enkel, kan dette for eksempel medføre strategiske svar. Slike svar oppstår når respondenten antar at han ikke vil bli avkrevd for den betalingen han tilkjenner, slik at han ved å oppgi en høyere betalingsvillighet kan påvirke resultatet. Dette vil stort sett være et problem i forbindelse med metodene betinget verdsetting og likeverdpris. En for komplisert valgsituasjon vil kunne gi problemer både for respondenten, som får vanskeligheter med å i det hele tatt foreta et valg, samt forskeren som får problemer i utarbeidelsen av et godt design.



Ved verdsetting av ikke-markedsgoder gjennom bruk av samvalgsanalyse, er det viktig å finne et design som tar vare på fordelene ved å verdsette flere faktorer samtidig. Dessuten må metoden hindre at problemene som skapes med en komplisert valgsituasjon, reduserer datamaterialets kvalitet. Datainnsamling ved samvalg er en mer komplisert prosess enn ved direkte spørsmål. Siden flere faktorer må vurderes samtidig, kan det bli et vanskelig valg for respondenten. Dette kan resultere i såkalte leksiografiske valg, som er definert som brudd på konsumentteoriens aksiom om kontinuitet. Med leksiografiske valg menes her et sett av valg der respondenten har forenklet situasjon ved å plukke ut det alternativet som er best med hensyn til nivået på bare én av attributtene som inngår, eksempelvis at han hele tiden har valgt alternativet med lavest pris. Selv om respondenten foretar leksiografiske valg, betyr ikke nødvendigvis dette at han har leksiografiske preferanser. Valgene kan derimot være en forenkling fordi respondenten synes valgalternativene er for vanskelige, eller fordi det er for store avstander mellom valgalternativene. Modellverktøy som har en tendens til å gi leksiografiske valg, gir dermed mindre informasjon om respondentenes virkelige preferanser. Forenklingen som skjer ved leksiografiske valg, kan føre til større varians i datamaterialet og kan derfor ha signifikant innvirkning på verdsettingen av goder det ikke er marked for, som for eksempel tidsverdier (Killi, 1999).

Det er verdt å bemerke at det kan være et problem å skille mellom dominerende eller neglisjerbare faktorer og leksiografiske valg. Førstnevnte skyldes at undersøkelsen i for liten grad klarer å skille mellom de ulike nivåene som inngår i samvalget, slik at respondenten får problemer med å foreta en reell avveining mellom faktorene.

#### **4.3.2 Fokuseringseffekten**

Fokuseringseffekten oppstår som følge av at resultatene fra SP-studiene kan påvirkes av at de godene det fokuseres på, er de eneste ikke-markedsgodene som tilbys på det hypotetiske markedet. Siden de fleste goder inngår i en større sammenheng, vil det alltid være en fare for at den faktoren det fokuseres på, blir en representant for en pakke av flere faktorer. Betalingsvillighetsundersøkelser av tidsverdier, trafiksikkerhet, støy og forurensning verdsetter disse faktorene separat, uten å ta hensyn til at disse kan påvirke hverandre gjensidig.

Analyser gjort av Sælensminde (2000) viser at en simultan vurderingsprosedyre, hvor man tar hensyn til gjensidig påvirkning mellom eksterne goder, signifikant reduserer verdier for tid,



støy og forurensning sammenlignet med analyser hvor slike goder verdsettes separat. For å unngå dette, må det forutsettes at respondentene er i stand til å tenke seg at også andre ikke-markedsgoder kan bli tilbudt i et hypotetisk marked senere, slik at de tar hensyn til at de har et gitt budsjett.

Dersom denne forutsetningen ikke holder, vil det resultere i en for høy verdsetting av goder som verdsettes isolert i ulike SP-undersøkelser. I hvilken grad verdsettingen overestimeres, vil trolig variere i betydelig grad og avhenge av hvilke goder som forsøkes verdsatt. Det kan for eksempel antas at fastsettelse av viktige, eller såkalte tunge, faktorer er mindre utsatt for fokuseringseffekter enn fastsettelse av ikke-bruksverdier og lette faktorer. Generelt kan tunge faktorer klassifiseres som de goder som respondenten faktisk gjør bruk av, men dette vil avhenge av hva slags gruppe respondenter tilhører. Eksempelvis vil standardfaktorer ved kollektivreiser som reisetid og omstigning karakteriseres som tunge faktorer, men faktorer som omhandler komfort blir betraktet som lettere.

Konsekvensene av fokuseringseffekten er at verdsettingen av et gode i en SP-studie ikke uten videre kan summeres med verdsettingen av et annet gode i samme eller en annen SP-studie, for så å finne den totale verdsettingen av begge godene. Dette problemet er av stor betydning for den praktiske bruken av SP-resultater.

#### **4.3.3 Manglende budsjetthensyn**

I studier som benytter betinget verdsetting, har det blitt mer vanlig å gi respondenten en påminnelse om at han må ta hensyn til budsjettet sitt når betalingsvilligheten for det aktuelle godet skal tilkjennegis. Budsjettbetingelsen er vanligvis ikke blitt påpekt i studier som har benyttet samvalgsanalyse og likeverdprismetoden. Årsaken er trolig at disse metodene har vært benyttet til å fastsette bruksverdier. Når det gjelder verdsetting av forbedringer av transporttilbudet, kan det stilles spørsmål om respondentene i det hele tatt tenker seg at de har et såkalt transportbudsjett, det vil si at respondenten har et gitt budsjett som kan anvendes til å forbedre transporttilbudet.

Det må legges til at abstrakte alternativer i SP-intervjuer ofte konstrueres på en slik måte at respondenten kan velge mellom alternativ som gir bedre kvalitet på bekostning av at prisen stiger. De fleste ønsker høyere kvalitet, og beslutningstakeren som også tjener som SP-respondent blir gjerne belønnet dersom kvaliteten øker. Hvis kostnaden som betales for bedre

kvaliteten ikke er en reell kostnad, må en spørre seg om dataene har en tendens til å overestimere betalingsvilligheten for bedre kvalitet. Tilgjengelig data tyder på at måten alternativene struktureres har innflytelse på hva slags svar som gis. I en tidsstudie fra 1994/95 i Storbritannia som rapporteres av de Jong (2000), var transportoperatører underlagt to valgalternativer. Det første alternativet involverte abstrakte alternativer og ga verdier fra 36 til 48 GBP, mens det andre spillet involverte valget mellom bomvei og ikke bomvei, og ga tidsverdier mellom 21 og 34 GBP.

#### **4.3.4 Rasjonelle valg**

Dersom resultater fra SP-undersøkelser viser at betalingsvilligheten ikke øker med økende kvalitet eller kvantitet på godet som verdsettes, kan det være et tegn på at respondentene ikke opptrer rasjonelt og at svarene ikke er konsekvente. Andre muligheter kan være at respondentene ikke har fått god nok forståelse av godet som skal verdsettes, eller at de har en avtagende marginal nytte av forbedringer av godet.

#### **4.3.5 Prediksjon av faktisk betalingsvillighet**

Når det gjelder å vurdere hvor godt det er mulig å predikere individenes faktiske betalingsvillighet ut fra resultater av SP-studier, må det skilles mellom det å predikere bruksverdier og ikke-bruksverdier. Sistnevnte viser hvor stor betalingsvilligheten er for goder som kan benyttes i fremtiden eller som kan bevares for fremtidige generasjoner.

Bruksverdier utledet fra SP-data kan testes mot den verdien de samme godene får med metoder som benytter RP-data. Denne muligheten finnes ikke ved fastsettelse av ikke-bruksverdier. Verdier av goder som har et stort innslag av ikke-bruksverdier må testes mot forespørsel om faktisk betaling i etterhånd. Det viser seg at SP-metoder predikerer bruksverdier relativt godt, mens ikke-bruksverdier som for eksempel individenes verdsetting av nye transportløsninger, er svært vanskelig å fastslå med SP-metoden.

#### **4.3.6 Aggregering av preferanser**

Aggregering av preferanser over individer er et generelt velferdsteoretisk problem som ikke er spesielt relatert til resultater fra SP-studier. Siden SP-metodene gjennom sine estimer av gjennomsnittlig betalingsvillighet faktisk allerede har foretatt en aggregering over individer, bør det tas hensyn til de problemene slike aggregeringer kan medføre.

Strand (1999) diskuterer aggregeringsproblematikken, men vekt på lik verdsetting av store og små tidsbesparelser, aggregering av tidsverdier i tid og rom, og hvorledes summere individuelle betalingsvilligheter slik at de kan settes lik den totale samfunnsøkonomiske betalingsvilligheten.

Å måle slike betalingsvilligheter er vanskelig, og det belyses gjennom egenkompetansekravet. Det vil si at i SP-undersøkelser overser forskerne kompetanseproblemer som oppstår når respondenten skal uttale seg om, og teknisk sett klarer å uttale seg om, et hypotetisk valg han egentlig ikke har forutsetninger for å uttale seg om. Egenkompetansen er altså individets iboende kunnskap og kompetanse til å avgi svar med adferdsprediktivt potensial i en gitt situasjon, det vil si når individet har eller ikke har kompetanse til å uttale seg troverdig om sin egen framtidige adferd. Strands hypotese at aggregeringsproblemene ikke forsvinner, verken når aggregeringen foretas for samme person over tid, eller for individer imellom. Dette til tross for at målingene skulle være så godt utført at de klarer å ta inn den enkeltes vurderinger av små kontra større tidsbesparelser, samt på hvilken måte de fordeler seg i tid og rom.

Et generelt problem ved SP-studier, er at beregningen av gjennomsnittlig betalingsvillighet kan bli betydelig påvirket av ekstremverdier. Ekstrem høy betalingsvillighet kan være relatert til virkelige preferanser og faktisk betalingsvillighet, men det kan ikke utelukkes at for eksempel strategiske valg kan være årsaken. Ekstremverdier er grunnen til at medianverdien ofte anses å være et bedre estimat på befolkningens betalingsvillighet enn gjennomsnittsberegninger.

#### **4.4 Konsekvenser av metodeproblemene**

Problemene knyttet til SP-metoden nevnt i forrige delkapittel, vil i mange tilfeller føre til for høy monetær verdi på ikke-markedsgodene som verdsettes, det vil si en feil absolutt verdsetting. Videre kan det resultere i forskjeller fra gode til gode med hensyn på hvor mye den monetære verdien verdsettes for høyt, altså en feil verdsetting av godene relativt til hverandre.

Den mest nærliggende bruken av SP-resultater er i nyttekostnadsanalyser i forbindelse med prosjektvurderinger og sammenligning av prosjekter over tid, slik at resultatene fra samme undersøkelse benyttes i en lengre periode. Dersom SP-metoder benyttes til å finne verdien av

ikke-markedsgoder som skal inngå i en nyttekostnadsanalyse, må godene verdsettes i den sammenhengen de skal brukes. Dette betyr at goder som skal inngå i samme nyttekostnadsanalyse, må verdsettes samtidig og i forhold til hverandre. Dersom enkeltgodene og delfaktorene verdsettes hver for seg, uten at respondentene har mulighet til å vurdere andre forhold som har betydning for konsumet av den totale mengde av goder, bør resultatene av SP-studien anvendes med forsiktighet. Resultater fra en SP-undersøkelse hvor det for eksempel bare er spurt om betalingsvillighet for redusert transporttid, kan kun benyttes til å vurdere tiltak som reduserer transporttiden. Dersom transportselskapet i tillegg til å redusere transporttiden også ønsker å gjøre andre forbedringer i transporttilbudet, må trafikantenes betalingsvillighet for alle disse forbedringene finnes samtidig. Respondentene må altså få en mulighet til å veie de ulike forbedringene mot hverandre i en og samme undersøkelse (Bates, 1994).

## 5 Analytisk evaluering av tid

I tillegg til empiriske vurderingsmetoder, er det også mulig å følge et mer teoretisk spor hvor tid og pålitelighet vurderes i et analytisk rammeverk, som for eksempel ut fra produksjonsteori, logistikkteori eller lagerstyringsteori. Minken (1997 a-b) gir en teoretisk analyse om bruken av tidsverdier og pålitelighet, og en forenklet versjon finnes hos Bruzelius (1986). I følgende delkapittel presenteres Minkens resultater, som er en videreføring av arbeidet til Jara-Diaz (1982). Deretter presenteres den såkalte kapitalverdimetoden, som er basert på blant annet Bruzelius' forskning (1986). Kapitlet tar også for seg svakheter ved kapitalverdimetoden, hvorav den viktigste er at metoden ikke tar høyde for en del tidsgevinster.

### 5.1 Problemstillingen

Minken (1997 a-b) dokumenterer produksjonsmodeller og kostnadsfunksjoner for faste transportopplegg og enkeltturer, og presenterer en grunnmodell for gjentatt transport av en vare fra et sted til et annet. På grunnlag av denne modellen kan det genereres kostnadsfunksjoner som kan brukes til å beregne nytten av raskere og mer pålitelig godstransport. Spørsmålet er hvilken av de fremkomne kostnadsfunksjonene som gir best grunnlag når nytten for næringslivet av raskere og mer pålitelig transport skal beregnes. Minken peker for øvrig på at det eksisterer en stor grad av parallellitet mellom brukernes generaliserte kostnader i persontransporten, og sender og mottakers logistikkostnader i godstransporten.

Innledningsvis deler Minken *transportkostnadene* for gods inn i bruksavhengige kjørekostnader, tidsavhengige kjørekostnader og terminalkostnader. Bruksavhengige kjørekostnader kalles ofte kilometeravhengige, og størsteparten av disse kostnadene er knyttet til drivstofforbruk og reparasjoner. Minken antar kontinuerlig bruk av transportmidlet, og da vil de tidsavhengige kostnadene først og fremst være knyttet til personallønn og kapitalkostnader. Terminalkostnadene er knyttet opp mot bruken av terminalen, som er proporsjonale med terminalkapasiteten, det vil si kapasiteten per lasterampe. Dessuten kommer kostnader i forbindelse med bestillingen, det vil si inn- og utpakking, kontroll- og administrativt arbeid.

I tillegg kommer *lagerkostnaden*, som for det første omfatter alternativkostnaden ved å holde et lager, det vil si den avkastningen som kunne oppnås ved å frigjøre kapital bundet i lagerbeholdningen. Det er rimelig å sette kostnaden per bundet krone noe høyere enn renten. Ved å redusere lageret, frigjøres ikke bare kapital bundet i varer, men også kapital til leie og drift av lagerlokalene. Hvor mye kapital som bindes per vareenhet, avhenger av varenes verdi. For det andre omfatter lagerkostnaden kostnader knyttet til svinn, skade, inkurans<sup>19</sup>, samt leie og drift av lageret.

Eventuelle *mankokostnader* kommer også i tillegg, og de oppstår i situasjoner med usikker etterspørsel hvor varene ikke kan leveres. Denne kostnaden er avhengig av hvor mange slike tilfeller som oppstår, tidsperioden hvor varene ikke kan leveres, sannsynligheten for at slike tilfeller oppstår eller sannsynligheten for at en tilfeldig kunde skal oppleve det. *Sikkerhetslageret* kan defineres som den mengden varer som gjennomsnittlig vil være på lager i det øyeblikk en ny leveranse ankommer. Sikkerhetslageret skal motvirke mankokostnader som kan oppstå dersom etterspørselen i ledetiden er høyere enn gjennomsnittlig. Ledetiden er det samme som transporttiden fra dør til dør, inklusive tilsluttede transportere til og fra hovedtransportmidlet.

Minken antar at målsettingen med lagerpolitikken er å minimere de totale *logistikkostnadene*, som består av transport-, lager- og mankokostnader, samt kostnader knyttet til sikkerhetslageret. Minken analyserer ulike måter å integrere transportkostnader og resten av logistikkostnadene i en total logistisk kostnadsfunksjon. I de tilfellene hvor tidsverdien har blitt vurdert ved en besparelse i kjøretiden, finner han at den omfatter de tidsavhengige kostnadene i transporten, samt lagerkostnaden under transporten, slik at den er bestemt av hvor stramme tidsfrister transporten har.

I en analyse av godstransport må det tas med i betraktningen at transportmarkedet ikke er et frikonkurransemarked hvor tilbyderne tilpasser seg slik at pris er lik grensekostnaden. Det velutviklede transportmarkedet er heller et slags spotmarked som består av like mange delmarkeder som det finnes transportoppdrag, og at en stor del av dem er naturlige monopol. I følge Baumol et al (1982) er et marked et naturlig monopol hvis kostnadsfunksjonene er

---

<sup>19</sup> Inkurans er en samlebetegnelse på den verdireduksjon som oppstår hos en vare fordi den er blitt gammel, umoderne eller skadet, og dermed har mindre verdi.

subadditive, det vil si hvis produksjonen av det aktuelle kvantum i hele markedet blir dyrere hvis det splittes på flere produsenter. Da vil prisene settes slik at de gir kostnadsdekning, det vil si lik gjennomsnittskostnaden. Teorien om konkurranseutsatte markeder (eng. *contestable markets*) har følgelig bred anvendelse på transportmarkedene.

## 5.2 Lagerstyring ved usikkerhet i ledetiden og etterspørselen

Når både etterspørselen og tilkjøringstiden er konstante og med kjent sikkerhet, trengs det bare et gitt leveringskvantum for å minimere logistikkostnaden. Når det oppstår usikkerhet, må det tas hensyn til i frekvensen av leveringene. Dersom etterspørselen eller tilkjøringen er uventet, vil dette føre til manko eventuelt at varene hopper seg opp på lager. Begge deler vil medføre ekstrakostnader.

Minken (1997b) peker på at én mulighet er å bruke et fast kvantum per leveranse, og dessuten bestemme et ordrepunkt,  $R$ , det vil si den størrelsen på lageret som utløser en ny bestilling. Hvis  $R$  settes for høyt, vil det hele tiden være en unødvendig reserve av varer på lager. Hvis  $R$  settes for lavt, øker sjansen for å få manko i ledetiden. Sannsynlighetsfordelingen til etterspørselen i ledetiden er av avgjørende betydning for størrelsen på sikkerhetslageret. Etterspørselen i ledetiden er en komplisert størrelse som både varierer med generelle endringer i etterspørselen og med lengden av ledetiden.

## 5.3 Verdien av raskere og mer pålitelig transport

Dersom det antas at transportkostnadene kun avhenger av forventet ledetid, og ikke variansen, betyr dette i realiteten at tapt tid under transport ikke er mer verdifull enn spart tid. En må da legge til grunn at hele behandlingen av usikkerhet bygger på transportkostnadene i tilfeller med velutviklede transportmarkeder, hvor kapasiteten kan leies inn for en enkelttur. Frakttariffen varierer ikke med tidsbruken på den enkelte tur fordi transportøren verken taper eller vinner på å bli raskt ferdig i det enkelte tilfellet, så lenge han i gjennomsnitt får dekt sine kostnader per tur.

Med dette som bakgrunn gir Minken, med utgangspunkt i Das (1975), en plattform for å beregne den årlige verdien av raskere transport for en vareeier, forutsatt at det er mulig å anslå forventningsverdien og variansen til etterspørselen og ledetiden. En annen forutsetning er at logistikkplanleggerne bygger opp varelagerene for å forsikre seg om at de ikke vil gå tomme,



eller sjeldent vil gå tomme, avhengig av variansen på ledetiden. Verdien av forbedret pålitelighet blir bestemt ut fra reduksjonen i sikkerhetslageret som oppstår på grunn av reduksjonen i variansen til ledetiden. Videre er det kombinasjonen av variansen i ledetiden og variansen i etterspørselen som kan gi store kostnader i form av økt sikkerhetslager. Utledning og forklaring av formlene er gjort grundig rede for i Minken (1997b).

Beregninger bygd på Minkens modell vil kunne komme i stedet for SP-undersøkelser, eller gi kontroll på om svarene i slike undersøker er avgitt på bakgrunn av ønsket om kostnadsminimering eller om andre faktorer er avgjørende. Dessuten kan beregningene gi et grunnlag for å kontrollere om svarene i SP-undersøkelser oppgir et rimelig forhold mellom verdiene av raskere transport og verdien av økt pålitelighet, dersom det antas at økt pålitelighet bare har effekter for sikkerhetslageret.

Metoden kan også brukes for å oppnå pålitelighetsverdier gjennom simuleringer. Metoden er attraktiv fordi den gir rom for å uttrykke forbedringer i påliteligheten i form av variabler som kan måles i sammenheng med transport, eksempelvis gjennom endringer i standardavviket til transporttiden. En annen egenskap ved tilnæringsmåten er at den kan brukes til å finne estimater på hva som kan sees som en øvre grense for verdien av økt pålitelighet, gitt av det faktum at logistikkplanleggere har et valg mellom å bruke et sikkerhetslager og eller ikke. Når det siste alternativet benyttes er det billigere å tillate at lageret går tomt. Bruken av en tilnæringsmåten til Minken vil kreve studier av transporttidens varians.

Minken hevder at mankokostnader ikke bør være en del av nyttekostnadsanalysen. Årsaken til dette er at en ubestemmelig del av mankokostnadene ikke er samfunnsøkonomiske kostnader, siden i de tilfeller hvor det ene firmaet taper, så vinner et annet. Siden tapet i siste instans må være et tap i forbrukernytte, kan det samme saksforholdet forklares med at forbrukerne som ikke får gjennomført sine planlagte kjøp på grunn av at butikken har gått tom, som regel vil kunne finne varen i en annen butikk, eller bruke pengene på noe annet, som gir nesten samme nytte.

Minken mener at derimot vil det være en reell samfunnsøkonomisk gevinst dersom færre ressurser i gjennomsnitt er bundet opp i lager til enhver tid. Hvor mye som bindes i lager, bestemmes av bedriftenes faktiske leveringsdyktighet og de objektive forholdene som gjør etterspørselen i ledetiden usikker. En samfunnsøkonomisk analyse av gevinstene ved raskere



og mer pålitelig transport, bør derfor bygge på forutsetninger om at leveringsdyktigheten er mest mulig lik den faktiske praksisen. Analysene bør holde seg til de virkningene tiltaket har på lagerstørrelsene, fremfor å gjøre antakelser om mankokostnadene.

Med unntak av Minken (1997b, a og b), kjenner ikke Bruzelius (2001) til at noen større empirisk undersøkelse har blitt foretatt rundt en teoretisk tilnærming til tid.

#### 5.4 Kapitalverdimetoden

Tidlig på 1980-tallet startet svenske Vägverket å bruke datamodeller for å beregne kjøretøykostnader (eng. *vehicle operating costs, VOC*), og disse beregningene kunne også benyttes som grunnlag for kostandsberegninger på frakttiden av gods. Konseptet baserer seg på at tidsbesparelser som resultat av infrastrukturinvesteringer kan beregnes ut fra besparelsene i verdiene på kapitalen som er bundet opp i godset. Ut fra dette ble ulike typer kjøretøy gitt en verdi etter fra hva slags type gods som ble fraktet. Deretter ble timeverdien på kapitalen beregnet ved å multiplisere med en timebasert rente. Denne tilnæringsmåten har senere blitt referert til i Sverige som *kapitalverdimetoden* for beregning av tidsverdier for gods. Forutsetningen for metoden er at økonomien er karakterisert med et rimelig nivå av konkurranse slik at markedsprisene kan antas å gjenspeile konsumentenes betalingsvillighet (Bruzelius, 2001).

Bruzelius (1986) foretok en gjennomgang av metoden på bakgrunn av kritikken om at metoden ikke tok med i beregningene andre relevante aspekter i forbindelse med godstransport, og da særlig verdien av økt pålitelighet. Bruzelius konkluderte med at det kunne tas hensyn til økt pålitelighet ved at verdien for fremføringstid ble oppjustert med en faktor på mellom 2 og 2,5. Sammenhengen mellom fremføringstid og punktlighet bekreftes også av Bergkvist og Tavassy (2002).

Bruzelius konkluderte videre med at oppjusteringen ville ha en marginal effekt på gjennomførbarheten og rangeringen av prosjekter. Dette skyldes at tidskostnaden spiller en liten rolle for den totale nytten sammenlignet med verdien på de andre komponentene i nyttekostnadsanalysen. Vurderinger av sekundære og logistiske tidsgevinster i øvrige deler av håndteringssystemet, som denne oppjusteringsfaktoren skal fange opp, bør erstattes med en mer grundig analyse. Effektene av disse tidsgevinstene blir tatt opp i påfølgende delkapittel.

## 5.5 Vurdering av sekundære tidsgevinster

Godset ligger i betydelig grad stille i transportkjeden i påvente av tilgang til håndteringsterminaler, omlasting og lignende. Terminaler, havner, flyplasser m.m. må forholde seg til regulerte åpningstider, og fartøy, tog og lastebiler opererer med en gitt turfrekvens. Dersom kortere transporttid påvirker forutsetningene og dermed den etterfølgende håndteringstiden, leder den initielle tidsbesparelsen til ytterligere tidsbesparelser i påfølgende ledd i transportkjeden. Dermed bør kortere transporttider, hvis alt annet likt, i prinsippet føre til at flere transporter komme inn i systemet på et tidligere tidspunkt. Følgene blir at den gjennomsnittlige ventetiden for godset avtar og ledetiden går ned (Swahn, 2002).

## 5.6 Vurdering av logistiske tidsgevinster

Vurderinger av fremføringstid basert på en kapitalverdiberegning, komplementert med punktlighetsaspektet, antas ikke å kunne gi et fullstendig nyansert bilde av verdien for fremføringstid, også kalt godstiden. I følge Swahn (2002), vil godstidgevinster sammenlignet med en reisende persons tidsgevinster, spille liten rolle i en samfunnsøkonomisk analyse av eksempelvis tiltak i transportinfrastrukturen. Dette henger blant annet sammen med relativt høye tidsverdier for persontrafikken, som også er differensiert for ulike reisemål, reisemåter og avstander.

Med unntak av Norge og Sverige, har en forkortelse av transporttiden for gods normalt ikke blitt verdsatt i samfunnsøkonomiske analyser (Bruzelius, 2001). De gangene dette har blitt gjort, viser det seg at tidsgevinsten oftest har blitt en redusert post i den samfunnsøkonomiske analysen<sup>20</sup>. Det har ikke blitt tatt hensyn til om den forkortede transporttiden vurderes ut fra en ren eller modifisert kapitalverditilnærming, eller basert på SP-metoden.

Et eksempel som belyser dette, er hvis transporttiden antas forkortet med én time for en høyverdivare. Dette kan være en bil, og markedsprisen settes til kr 128500 per tonn. Med en bedriftsøkonomisk kalkulasjonsrente på 4 prosent, blir verdien av den reduserte kapitalbindingen:

---

<sup>20</sup> Se for eksempel SIK A-rapport 1996:1 *Botniabana – en samhällsekonomisk bedömning*, hvor nytten av tidsbesparelsen beregnes til 10 MSEK per år av totalt 212 MSEK per år.

$$\frac{128500 \text{ kr / tonn} * 0,04}{8760 \text{ timer}} \cong 0,59 \text{ kr / tonn} * \text{time}^{21}$$

Den modifiserte kapitalverdiberegningen tar i bruk en oppjusteringsfaktor (for eksempel 2), en høyere bedriftsøkonomisk kalkulasjonsrente (for eksempel 20 prosent), samt færre antall timer per år for å ta hensyn til at ikke alle timer i året er tilgjengelig til godshåndtering (mer om dette i kapittel 7.2). I følge den modifiserte modellen blir verdien:

$$\frac{128500 \text{ kr / tonn} * 0,80}{3600 \text{ time} * 2} \cong 14,3 \text{ kr / tonn} * \text{time}$$

Dette kan sammenlignes med tidsverdien for en personreise som verdsettes i intervallet 25-190 kr avhengig av reisens karakter. Dersom et rent kapitalverdiressonnement legges til grunn, kan denne overslagsberegningen bidra til å forklare hvorfor fokus i de samfunnsøkonomiske analysene ofte er på reisetidsbesparelser for personer snarere enn på eventuelle gevinster av kortere godstransporttid.

Flere SP-studier har gitt resultater som antyder at verdien av innspart tid er høyere enn verdiene som fremkommer fra en ren kapitalverdiberegning (de Jong, 1996). Verdiene er i visse fall en eller flere størrelser mer betydningsfulle. Det er mange uklarheter omkring målemetodene og modellene som er benyttet i disse undersøkelsene, men resultatene tyder likevel på at redusert kapitalbinding ikke er den eneste gevinsten av kortere transporttid (SIKA, 2002).

Det kan identifiseres fire andre effekter av kortere transporttid for gods enn de som kapitalverdimetoden tar høyde for:

- Mulighet for tidligere konsum eller videreforedling
- Redusert aldring eller forringelse av godset
- Mulighet til å tidligere rette opp feil i produksjons- eller serviceprosesser
- Skalafordele<sup>22</sup> i lagerbeholdning og produksjon grunnet kortere transporttid

Disse effektene blir det gjort kort rede for i følgende delkapittel, og eksemplene er hentet fra SIKA (2002).

<sup>21</sup> Hvis renten er gitt per år, må den deles på (24 timer\*365=) 8760 timer for å få en rente per time.

<sup>22</sup> Skalafordele oppstår på grunn av endringer i gjennomsnittskostnadene som følge av at produksjonen øker.

### 5.6.1 Tidligere konsum eller videreføring

Konsumentene antas å ha en betalingsvillighet for raskere og tidligere leveranse av en vare, for eksempel en bok. Betalingsvilligheten for raskere transport kan komme av at konsumenten har ufullstendig informasjon om når varen skal konsumeres, det vil si leses.

Eksempelvis kan det antas at en konsument bestiller ei bok via Internett. Personen ønsker som oftest å få tilsendt boka raskt, og han er villig til å betale for å få den hurtigere. Dette er ikke inkonsistent med teorien, ettersom han vet når han vil lese boka, og derfor vil bestille den slik at han får den til rett tidspunkt. En rasjonell konsument vil ikke bestille boka for tidlig ettersom han da taper renten ved å betale tidligere enn han ønsker å konsumere. Teorien tilkjenner også at rask transport og hurtigere konsum har en verdi. Dersom det antas at konsumenten først betaler når han mottar boka, har selgeren et incitament til å forkorte tiden, ettersom lengre transporttid motsvarer rentekostnaden ved uteblivende betaling for boka. Hvis transporttiden antas å være én uke, bokas verdi er kr 1000 og realrenten er 10 prosent p.a., blir rentetapet:

$$(1,1^{\frac{1}{52}} - 1) * 1000kr \cong 1,83kr$$

I en perfekt konkurransesituasjon innebærer dette at bokhandleren kan selge boka omlag 2 kr billigere ved samme transportkostnad, dersom transporten går en uke raskere. Sannsynligvis er dette et lite beløp sammenlignet med den betalingsvilligheten de fleste konsumenter har for å få tilsendt boka i løpet av én uke.

### 5.6.2 Redusert aldring eller forringelse av godset

En komponent som har en direkte betydning for godstidsverdien, er tidsavhengige reduksjoner av godsets markedsverdi. Dette kan gjelde varer som for eksempel ferske næringsmidler som frukt, melk, fisk med mer hvor kvaliteten forringes over tid, samt aviser og motevarer som fort blir foreldet. Jo mer transporttiden forkortes, desto lengre eksponeringstid kan oppnås for en fullgod vare. Ved anvendelser av denne type varer som forringes over tid i produksjon eksempelvis storkjøkken og næringsmiddelforedling, innebærer kortere transporttid en høyere verdi for råvarene.

### **5.6.3 Tidligere oppretting av feil i produksjons- og serviceprosesser**

Nedetiden ved slumpmessige feil i tilvirkningsprosesser kan reduseres gjennom å forkorte transporttiden, eksempelvis for reservedeler som er nødvendig for å rette opp feilene. Lignende forhold gjelder også i andre tilfeller, som for eksempel materiell som må tilføres for å gjennomføre visse serviceprosesser i installasjoner og medisinsk behandling.

Et eksempel på dette er om en maskindel ryker i en fabrikk, og denne delen må erstattes med en ny fra utlandet. Produksjonen stanser opp til den nye delen ankommer fabrikk. Verdien av denne transporten har ingen enkel relasjon med kostnaden til reservedelen. Selv om dette ekstremtilfellet utgjør en liten del av all frakt, er det trolig at fabrikkeierne er villige til å betale mer for gevinsten av frakttid enn hva rentegevinsten tilsvarer. Dette skyldes sannsynligvis ikke irrasjonalitet hos fabrikkeierne, men snarere den fleksibilitet som raskere transport innebærer. Selv om endringen i lastemengden eller lasteinholdet muligens utgjør en liten del av mengden gods som transporteres, er det ikke nødvendigvis slik at dette utgjør en liten andel av tidsverdien.

For varetransporter som sørger for service- og produksjonsprosesser, er det viktig at vurderingen skjer i sammenheng med mankokostnadene i konsum eller i produksjonsprosessen. Verdiene for varer i transport er ikke på noen enkel måte relatert til disse mankokostnadene.

### **5.6.4 Skalafordeler i lagerbeholdning og produksjon**

Innledningsvis må det antas at det eksisterer en gitt lagerstruktur, det vil si et lager fordelt geografisk med et relevant varesortiment. En slik lagerstruktur er ikke nødvendigvis optimert med hensyn på total kostnaden bestående av lagerbeholdning, transport og kundeprosessenes mankokostnader. Siden etterspørselen oppstår i visse geografiske punkt, er det med disse gitte forutsetningene rimelig å anta at det foreligger en umiddelbar mankosituasjon som forårsaker en mankokostnad i prosessen.

Kortere transporttid gir redusert ventetid på leveransen fra lager, og dette leder til at mankokostnadene som oppstår under ventetiden reduseres. Den samfunnsøkonomiske verdien av denne tidsgevinsten representerer en reduksjon av mankokostnadene, samt en redusert kapital kostnad for varer i transport. Dette kan også formuleres som at kunden, som er økonomisk avhengig av at prosessen fungerer, har en betalingsvillighet for raskere leveranse.

Betalingsvilligheten vil til dels gjenspeiles i prisdannelsen i markedet, for eksempel gjennom høye reservedelspriser og servicekontrakter hvor prisen bestemmes av ulike servicenivåer.

På lengre sikt er ikke den geografiske lagerstrukturen gitt, men kan forandres for bedre å kunne tilpasses endrede forhold, for eksempel når det gjelder transportsystem og transporttider. Det antas at det totale lagernivået for en gitt leveransesikkerhet i et geografisk distribuert lagersystem, synker dersom lageret konsentreres til færre punkter. En slik konsentrasjon kan imidlertid bare gjennomføres dersom servicenivået for kundeprosessene kan opprettholdes, hvilket forutsetter at summen av betjeningstid og transporttid holdes på et akseptabelt nivå. Hvis transporttiden av ulike årsaker reduseres over tid, blir eksisterende lagerstrukturer dårligere tilpasset den optimale lagerstrukturen. Suksessivt kommer da et antall bedrifter til å konsentrere lagerstrukturen, noe som fører til betydelige reduksjoner i lagerbeholdningskostnadene i den samlede lagerstrukturen.

Det kan stilles spørsmål om reduksjonen i lagerbeholdningskostnadene er lik summen av reduksjonen i kapitalkostnader for varer i transport som følge av kortere transporttid. I så fall må kapitalkostnaden for varer i transport være den samme før og etter reduksjonen i transporttiden, noe som skyldes at konsentrasjonen av lagerstrukturen har kommet akkurat så langt at den samlede transporttiden er like før og etter endringen. Gevinsten av strukturendringen kan beskrives som *verdien av tidsgevinsten i transportleddet (VT)*, og *verdien av konsentrasjonen (VK)*. Disse beskrives på følgende måte:

$$VT = a * K * dT / 8760 * r, \text{ hvor}$$

a = andelen av total lagerkvantitet som etterspørres og derfor transporteres hvert år

K = totale lager

dT = reduksjonen i transporttid

r = renten

$$VK = K * (r + i)(1 - m), \text{ hvor}$$

i = redusert inkurans

m = reduksjon i lagernivå som i følge lagerteorien kan oppnås gjennom konsentrasjonen

$VT$  bestemmes av tidsgevinsten for transportert kvantitet i løpet av et år, mens  $VK$  bestemmes ut fra endret inkurans og redusert lagerbeholdningsnivå for et gitt servicenivå. Derfor er det kun under spesielle forhold at  $VT$  vil være lik  $VK$ . Et resonnement rundt dette kan være at i første omgang, med en gitt lagerstruktur, så leder forkortet transporttid til gevinsten  $VT$ . Etter hvert skjer det en tilpasning av lagerstrukturen slik at gevinsten  $VK$  fremkommer. Dermed vil transporttidene være tilnærmet lik det opprinnelige nivået, hvilket antas å være den maksimalt akseptable transporttiden, og gevinsten  $VK$  kan hentes i lagerleddet. I trafikknettets fremkommer en slik lagerkonsentrasjon i økt transportvolum. Markedsverdien av dette økte volumet minus ressursforbruket for den fremtidige transportproduksjonen, er et mål på den samfunnsøkonomiske bruttoverdien av lagerkonsentrasjonen. Et problem i denne sammenheng er at eksisterende etterspørselsmodeller ikke klarer å beregne økt transportvolum som følge av slike forandringer. Godstidsverdien har da fått rykke inn som en reservevariabel for å fange opp denne etterspørselseffekten.

## 5.7 Vurdering av punktlighet

Oppjusteringsfaktoren mellom 2 og 2,5 som ble anbefalt av Bruzelius (1986), kan tolkes som en stedfortreder for logistikkfaktoren eller punktlighetsfaktoren. Respondentens problem i SP-undersøkelser med å skille mellom tidsgevinster og økt punktlighet, kan løses ved å anvende kombinerte kalkulasjonsverdier for godstid og punktlighet. Det fins underlag for å anvende en punktlighetsfaktor på 2.34, med henvisning til Bruzelius (1986), hvis analyser viste at verdien av en økt pålitelighet i infrastrukturen ved en gitt lokaliseringsstruktur, kunne vurderes til å være av samme størrelsesorden som verdien av redusert transporttid (SIKA, 2002).

Forholdene rundt Bruzelius' oppjusteringsfaktor er ikke tilstrekkelig kvantifisert. For at det skal gjøres, må det fremskaffes et bedre grunnlag rundt vurderingen av betalingsvillighet for tidligere konsum grunnet kortere transporttid, reduksjonen av godsets markedsverdi under transport, nedetiden ved slumpmessige feil i ulike tilvirkningsprosesser, skalafordeler i lagerbeholdning og produksjon m.m. Dessuten bør relevansen for de ovennevnte faktorene overfor ulike varer og varegrupper frembringes. Det er også uklart hvilken kopling som eksisterer mellom logistiske nytter og transporttid. For å klargjøre dette synes det viktig å unngå å overbelaste en variabel som godstidsverdi, og i stedet ta sikte på å gjøre de ulike verdiene eksplisitte. For eksempel bør mer empirisk materiell skaffes til veie og modellverktøyet bør utvikles.



## 5.8 Flaskehalsproblemer i forskningen

Tid er gjennomgående det desidert tyngste elementet i nyttekostnadsanalyser i samferdselssektoren, men dette gjelder først og fremst nytten knyttet til persontidsverdier. Strand (1999) viser at i et gjennomsnittlig veiprojekt representerer den kalkulatoriske nytten av tidsbesparelsen opptil 80 prosent av den totale nytten. Dette forteller hvor avhengig en er av at den konvensjonelle pengevurderingen av tid oppfattes som samfunnsøkonomisk troverdig. Dette innebærer også at tidsverdiene som den økonomiske tidsnytteteorien produserer, må underkastes en spesielt kritisk analyse.

Ifølge Eriksen et al (1994) er de viktigste forutsetningene for bruk av tidsnyttens at den marginale vurderingen av en tidsbesparelse er lik den gjennomsnittlige, og at grenseverdien av tid er konstant og uavhengig av prisene, lokal reisetid og inntekt, og at etterspørselen er inntektsuavhengig. Dette er meget strenge forutsetninger, og de blir ofte forbigått i den forstand at forutsetningene styrer anvendelsen av teorien, blant annet for å kunne anvende begrepet generaliserte reisekostnader som felles uttrykk for tidskostnader og andre kostnader. Forskere hevder ofte at å overse disse strenge føringene er eneste farbare vei for å kunne beregne tidsverdier.

Spørsmålet er om dette gir gode nok resultater så lenge konsekvensene av disse forenklingene ikke kartlegges. Når føringene er så strenge som nevnt ovenfor, blir konsekvensene for adferdsrelevansen helt avgjørende for om føringene er akseptable eller ikke i en anvendt sammenheng. Bruzelius (1978) peker på at årsaken ligger i at all anvendt velferdsteori må bygge på tilnærminger, et utsagn som for øvrig kan generaliseres til all teorianvendelse og modellbygging.

Strand (1999) mener at tidsvurderingen må betraktes som en tretrinns prosess, som kun fungerer dersom trinnene utløses i riktig rekkefølge: i) måling av tid og tidsbesparelser, ii) aggregering av tidsbesparelser, og iii) monetær vurdering av tidsbesparelser. I litteraturen er trinn (i) og (ii) definert som ikke-problemer, det vil si at de implisitt løses i trinn (iii). Flaskehalsproblemer ligger i å begrunne hvorfor også trinn (i) og (ii) må håndteres eksplisitt for å kunne avgjøre om det i en gitt situasjon i det hele tatt er mulig å gå inn på trinn (iii).



Dessuten er det spørsmålet om koblingen mellom generaliserte reisekostnader og nyttekostnadsanalysen. Siden generaliserte reisekostnader defineres som den samlede summen av tidskostnader og kjørekostnader, dreier dette seg om adferdsrelevansen i begge kostnadskomponentene, og da særlig dagens metodikk for kvantifisering av disse komponentene. Det eksisterer lite forskningsarbeide rundt problematikken, samtidig som generaliserte reisekostnader er et av de grunnelementene i nyttekostnadsanalyser som anvendes med aller største selvfølgelighet. Dette impliserer at adferdsrelevansen i en slik addisjon betraktes som uproblematisk på den måten at modellens spesifikasjonsusikkerhet er lik null. Strand stiller seg spørsmål om det er faglig dekning for en slik uforbeholden bruk.

Når det i den politiske beslutningsprosessen gjøres avvik fra den samfunnsøkonomiske analysen, er det først og fremst med henvisning til de elementer som *ikke* er formelt integrert i analysen. Dette kan være komfort, sysselsettings- og regionale virkninger. Strand (1999) mener at det heller er motsatt, det vil si at nyttekostnadsanalysen bør være kontroversiell på grunn av hvordan de elementene som *alltid* er med håndteres og som det ikke er noen særlig faglig diskusjon omkring. Strand mener at nyttekostnadsanalysen har et kjerneproblem som er større enn det vanlige grenseproblemet, og at hovedproblemet med nyttekostnadsanalyser ikke er de faktorene som utelates, men hvordan en behandler de standardelementene som alltid inngår, og som i realiteten på mange måter behandles som ferdig utforskede.

## 5.9 Kritikk og anbefalinger

En kritikk som anvendes mot den analytiske tilnæringsmåten er at den ikke fanger opp alle relevante, og muligens de viktigste, faktorene i forbindelse med vurdering av kvalitet og transporttid. Kritikken går videre på at de faktorene som evalueres ikke fanges opp på rett måte ettersom analysen forutsetter at ulike variabler identifiseres og vurderes gjennom et gitt analytiske verktøy, hvor en faktor inngår på en forutbestemt måte i forhold til de andre faktorene. En fordel med tilnæringsmetoden er at den er konsis og gjør det mulig å identifisere og skille ut effekter som er til nytte for mottakere respektive avsendere, og som kun inkluderer de faktorer som er relevante ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv.

Et indirekte innspill i diskusjonen har kommet fra EU-kommisjonen gjennom deres arbeide med videreutvikling og presisering av hvordan avgifter for infrastruktur bør beregnes på bakgrunn av EUs hvitbok *Fair payment for Infrastructure Use* (COM, 1998). I et av

delprosjektene behandles kostnader knyttet til trengsel og knapphet i infrastrukturen. Forfatterne mener at vurderingen av endret transporttid og pålitelighet for godsforsendelser bør baseres på empiriske målinger (RP eller SP) fremfor betraktninger om rentekostnaden for varer under transport. Det pekes på at tilgjengelig empiri antyder at transporttidsforandringer i allmennhet vurderes høyere enn den rene rentekostnaden for varer i transport, hvilket antas å bero på at lengre transporttid gjør det vanskeligere å håndtere variasjoner i etterspørselen og derfor øker kravet på sikkerhetslager. Forfatterne synes det er viktigere å vurdere påliteligheten knyttet til transporten fremfor transporttiden, fordi utbredelsen av just-in-time-konseptet har ført til endringer i produksjons- og distribusjonssystemene.

Det norske Kostnadsberegningutvalget (NOU, 1998) anbefaler at det så langt som mulig bør benyttes markedsbaserte metoder for å fastsette tidsverdier, og i så måte vil kapitalverdimetoden på en enkel måte gjenspeile hvordan markedet evaluerer tidsbesparelser gjennom vareprisen på godset. Utvalget viser også til at det i mange tilfeller kan være nødvendig å benytte samvalgsanalyser eller betinget verdsetting. Det må stilles strenge krav til kvaliteten på eventuelle undersøkelser som gjennomføres, og rimeligheten av resultatene må sjekkes. Utvalget anbefaler at det i størst mulig grad etableres standardverdier for likeartede situasjoner, som for eksempel tidsinnsparinger ved reiser i arbeid med samme transportmiddel. Videre tilrår utvalget at en i større grad forsøker å etablere tidsverdier også i andre sektorer enn samferdselssektoren.

*Statens Institut for Kommunikatitonsanalys* i Sverige, SIKKA (1999b) tilrår at en kapitalkostnadsbasert verdi legges til grunn for tidsvurderingen, noe som medførte at det svenske Banverket endret sine verdier for fremføringstid for godstrafikk.

## 6 Grunnlaget for Jernbaneverkets verdier

Dette kapitlet presenterer den svenske SP-undersøkelsen som Banverket baserer sine tidsverdier på. Jernbaneverket på sin side har tatt utgangspunkt i Banverkets verdier. Som et sammenligningsgrunnlag for de svenske verdiene, blir det presentert en norsk SP-undersøkelse datert tilbake til 1992.

I de etterfølgende kapitler henvises det til et par institusjoner som her gis en kort presentasjon slik at de skal være enklere å forholde seg til:

- *SIKA (Statens Institut for Kommunikatitonsanalys)* er underlagt det svenske Näringsdepartementet. Instituttets hovedoppgaver er å utføre utredninger for den svenske regjeringen, å utvikle prognose- og planleggingsmetoder, samt å fremlegge offisiell statistikk for transportsektoren.
- *ASEK (Arbetsgrup för Samhälls-Ekonomisk Kalkyler)* består av medlemmer fra SIKA, Banverket, Vägverket, Luftfarsverket, Sjöfartsverket og Naturvårdsverket. Arbeidsgruppen er nedsatt av svenske myndigheter for å evaluere og revidere verdiene som brukes i samfunnsøkonomiske analyser i samferdselssektoren. ASEK har foretatt en gjennomgang av de ulike trafikketatenes bruk av samfunnsøkonomiske analyser, samt kommet med anbefalinger om endringer i 1995, 1999 og senest i 2002.

### 6.1 SP-undersøkelse fra 1990

Jernbaneverket baserer sine verdier for transporttid og forsinkelse på Banverkets metodehåndbok *Beräkningshandedningen* (1997), som igjen henter tidsverdiene fra en svensk SP-undersøkelse, *Godskunders Värderingar* (Transek, 1990). Denne undersøkelsen er en samvalgsanalyse som ble bestilt av Banverket, og som ble utført av konsulentselskapet Transek i 1990. Det var 161 bedrifter som deltok i undersøkelsen, og det var avsendere av godset som ble intervjuet. Respondentene kunne velge mellom abstrakte jernbanetransporter. Tidsverdiene ble utledet fra de deltagende bedrifters typiske forsendelser, og segmenteringen ble gjort etter følgende faktorer: i) transportkostnad, ii) forventet transporttid, iii) punktlighet i form av antall forsendelser som ankommer sent, og iv) turtetthet (frekvens).

Undersøkelsen ble gjennomført slik at den fanget opp bedriftenes utgående transporter, og resultatet ble estimert ved hjelp av logitanalyse. Variablene ble ikke målt i absolutte termer, det vil si som forskjeller i tid og pris, men som prosentvise endringer. Siden det kun er

verdiene for punktlighet og fremføringstid som ligger innenfor hva som er formålet med oppgaven, vil verdiene for kostnad og frekvens ikke bli behandlet videre.

Transek definerte transporttiden til å være lik ledetiden. Resultatet viste at en forandring av transporttiden med 10 prosent vurderes likt som en kostnadsendring på 1 prosent. Med gjennomsnittlige transportkostnader uttrykt på 1990-nivå, innebar dette at verdien av transporttiden ble SEK 6 per time og vogn for en gjennomsnittlig transport. I rapporten er verdiene differensiert etter ulike transporttyper (eksempelvis vognlast, systemtog og kombitransporter), avstander og verdier på lasten, men gjennomsnittsverdien var i alle tilfeller SEK 6 per time og vogn. Omregnet til datidens valutakurs (1990) og korrigert med norsk prisstigning, utgjør dette nøyaktig 6 NOK per time, prisenivå 1995 (Fridstrøm og Madslie, 1995).

Når det gjelder forsinkelse, definerte Transek en forsinkelsesrisiko. Den ble satt lik antall forsinkede forsendelser dividert med totalt antall forsendelser, over en viss tidsperiode. Etter at undersøkelsen var utført, ble andelen forsinkede tog i løpet av en gitt tidsperiode delt inn i tre klasser; i) tog forsinket *mindre* enn 1,5 time, ii) tog forsinket *mellom* 1,5 og 3,5 timer, og iii) tog forsinket *mer* enn 3,5 timer. Denne oppdeling er kun gjort for de tog som fraktet gods som ikke kunne ankomme bestemmelsesstedet dagen etter avtalt leveringsdag. Dette utgjorde 45 prosent av transportene. Med andre ord er det kun disse 45 prosent av forsinkede tog som faktisk er blitt delt inn i klasser, for så å brukes videre i undersøkelsen.

For hver av disse klassene ble det beregnet *forventet reduksjon i forsinkelsestid*, noe som i følge Transek ble gjort ved å multipliseres forsinkelseslengden med forsinkelsesrisikoen. Lengden på forsinkelsen var kjent for de bedrifter som pådro seg kostnader dersom godset ikke kom frem rett tid på dagen. Hvordan denne beregningen er gjort synes diffust, noe som også Bruzelius (2001) peker på. Verdiene for forsinkelse ble differensiert etter ulike togtransporter, verdi på lasten, om vognene ble eid av Svenska Järnvegen eller bedriften selv, samt om toget gikk innenlands eller utenlands.

Verdien for forsinkelse ble beregnet til SEK 1700 per time og lastet vogn for de bedrifter som krevde at godset måtte komme frem rett dag.

## 6.2 Banverkets metodehåndbok før 2001

Banverkets bruk av tidsverdier i nyttekostnadsanalyser var tidligere bygd på Transeks undersøkelse (1990). I sin 2001-utgave av metodehåndboken *Beräkningshandedningen*, er det hentet inn resultater fra en nyere undersøkelse, og dette tas opp i kapittel 7. Siden Jernbaneverket baserer sine verdier for godstid og forsinkelse på Banverkets verdier i tidligere utgaver av *Beräkningshandedningen*, er det naturlig å presentere disse tallene.

Tabell 2 viser hvilke verdier Banverket opererte med i sin versjon av *Beräkningshandedningen* fra 1992. Verdien av spart godstid for jernbane er differensiert etter transporttype. Tidsverdiene i tabellen er i sin helhet hentet fra Transek (1990).

Tabell 2 Banverkets (1992) oversikt over tidsverdier for godstransport

| Transporttype                 | Transporttid i timer | SEK per time og vogn |
|-------------------------------|----------------------|----------------------|
| Vognlast                      | 57                   | 6                    |
| Heltog/Systemtog              | 68                   | *                    |
| Kombitransporter              | 37                   | 10                   |
| Utenlands                     | 122                  | 9                    |
| Innenlands                    | 32                   | 4                    |
| Bedriftens egne vogner        | 72                   | 7                    |
| SJ (Statens Järnväger) vogner | 46                   | 6                    |
| Gjennomsnittsverdi**          | 54                   | 6                    |

\* Ikke signifikant resultat \*\* Gjennomsnittsverdiene er vektet etter volum.

Betalingsvilligheten for forventet innspart fremføringstid er SEK 6 per time og lastet vogn. Dette er en middelvei, og Banverket anbefaler at verdien benyttes med mindre det finnes informasjon om eksakt fordeling av godset på de ulike transporttypene. Banverket mener det kan være hensiktsmessig å anvende de transportspesifikke verdiene dersom trafikken på den banestrekningen som analyseres i hovedsak består av for eksempel grenseoverskridende transport.

Banverket opererer med en betalingsvillighet for unngått forsinkelsestid, det vil si punktlighet, som i gjennomsnitt er på SEK 1700 per time ved forsinkelser over 3,5 timer (tabell 3). Med mindre det ikke finnes opplysninger om transporttype og destinasjon slik at transportspesifikke verdier kan benyttes, anbefales det at gjennomsnittsverdien anvendes. Det er ikke redegjort for årsaken til at verdien for forsinkelser over 3.5 time bør benyttes, uavhengig av kjennskap til forsinkelsens størrelse. Både for verdien av godstid og punktlighet

må det tas hensyn til hvor stor andel av trafikken som består av tomme vogner siden tidsverdiene er beregnet for lastede vogner.

Tabell 3 Banverkets (1992) oversikt over verdier for redusert forsinkelse ved ulike størrelser på forsinkelsen, men med krav om leveranse rett tid på dagen; prisnivå 1992

| Forsinkelseslengde   | SEK per time og lastet vogn |                 |             |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|-------------|
|                      | < 1,5 time                  | 1,5 – 3,5 timer | > 3,5 timer |
| Vognlast             | 1130                        | 1695            | 2260        |
| Heltog/Systemtog     | 425                         | 637             | 850         |
| Kombitransporter     | 850                         | 1275            | 1700        |
| Utenlands            | 1130                        | 1695            | 2260        |
| Innenlands           | 708                         | 1062            | 1416        |
| Egne vogner          | 708                         | 1062            | 1416        |
| SJs vogner           | 850                         | 1275            | 1700        |
| Totalt gjennomsnitt* | 850                         | 1275            | 1700        |

\* Gjennomsnittsverdiene er vektet etter volum.

I senere utgaver av *Beräkningshandledningen* (1997 og 2001) oppjusteres disse tallene for å ta hensyn til skattefaktor og prisstigningen. Tabell 4 gir en oversikt over verdiene for unngått forsinkelse som Banverket brukte frem til siste utgave av *Beräkningshandledningen*, mens de oppjusterte verdiene for endret forsinkelsestid er vist i tabell 5.

Tabell 4 Vurdering av tid i godstrafikken for ulike transportert; SEK per time og vogn, inklusive skattefaktor; prisnivå 1997 (SIKA, 1999b)

| Type transport               | Verdi; SEK per time og vogn <sup>23</sup> |
|------------------------------|---|
| Jernbanevogn i vognlast      | 9,00                                      |
| Kombivogn                    | 15,00                                     |
| Godsvogn i utenlandstrafikk  | 13,50                                     |
| Godsvogn i innenlandstrafikk | 6,00                                      |
| Gods på egne vogner          | 10,50                                     |
| SJs egne vogner              | 9,00                                      |

<sup>23</sup> Verdiene er justert opp med 50 prosent sammenlignet med 1990-verdiene i tabell 2.

Tabell 5 Vurdering av redusert forsinkelsestid; SEK per time og vogn; prisnivå 1997 (SIKA 1999b)

| Type vogn/transport  | Verdi ved forsinkelse < 1,5 time <sup>24</sup> | Verdi ved forsinkelse 1,5 –3 timer | Verdi ved forsinkelse > 3 timer |
|----------------------|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Vognlast             | 1406   | 2108                               | 2112                            |
| Heltog/systemtog     | 529  | 793                                | 1058                            |
| Kombitransport       | 1058   | 1588                               | 2166                            |
| Utenrikstransport    | 1406   | 2108                               | 2812                            |
| Innenrikstransport   | 881  | 1321                               | 1763                            |
| Benytter egne vogner | 881  | 1321                               | 1763                            |
| Benytter SJs vogner  | 1058   | 1588                               | 2116                            |
| Totalt gjennomsnitt  | 1058   | 1588                               | 2116                            |

### 6.3 Norsk SP-undersøkelse

Fridstrøm og Madslie utførte høsten 1992 en undersøkelse ved hjelp av samvalgsanalyse blant et utvalg av norske engros- og agenturhandelsbedrifter. Undersøkelsen tar først og fremst for seg lastebiltransporter, da kun et lavt antall (ca. 2 prosent) av de spurte benyttet seg av jernbane. Likevel gir undersøkelsen en indikasjon om valgene norske transportbrukere tar. Variablene som ble undersøkt var i) kostnad, ii) transporttid, iii) frekvensen på forsinkede leveranser (punktlighet), og iv) frekvensen av skadde leveranser (skaderisiko).

#### 6.3.1 Kostnader og punktlighet er viktig

Viktige resultater fra undersøkelsen var at bedriftene, under ellers like forhold, viste en tendens til å velge rimeligere transportløsninger fremfor dyrere. Det synes derimot som om bedriftene legger noe mindre vekt på å spare kostnader for kunden enn for seg selv. Skjematisk kan det sies at verdien av én krone spart på en FOB-transport vurderes likt med om lag 0,78 kr spart på en CIF-transport<sup>25</sup>. I en frikonkurransesituasjon burde selgeren teoretisk internalisere kundens transportkostnader, og av hensyn til egen konkurranseevne, legge like stor vekt på å spare kostnader for kunden som for seg selv. Analysen tyder imidlertid på at dette ikke er tilfelle.

Fridstrøm og Madslie (1995) definerte punktlighet som sannsynligheten for at en forsendelse skulle nå fram til avtalt tid. Ett prosentpoengs forverring av punktligheten, vurderes som

<sup>24</sup> Verdiene er justert opp med 25 prosent sammenlignet med 1990-verdiene i tabell 3.

<sup>25</sup> CIF: Cost Insurance Freight, FOB: Free On Board



omlag lik stor ulempe som en ca. 8 prosents økning i fraktkostnaden, i de tilfellene det dreier seg om matvarer. For andre varegrupper kan den tilsvarende forverring av punktligheten med ett prosentpoeng, anslås til ca. 2 prosent av fraktkostnaden. Disse punktlighetsverdiene gjelder for sendinger uten strengere krav til leveringstid enn avtalt dag, uke eller ikke presisert i det hele tatt. Dersom kunden stiller krav om levering rett formiddag eller ettermiddag, vil verdien av ett prosentpoengs forbedret punktlighet øke.

### 6.3.2 Verdien av redusert transporttid

Bedriftenes forhold til tidsbesparelser og økt transporttid er ikke symmetriske. Betalingsvilligheten for å unngå en økning i fremføringstiden er tydelig større enn betalingsvilligheten for å oppnå en tilsvarende reduksjon. Teoretisk kan dette begrunnes med at betalingsvilligheten for forbedringer, WTP, og kompensasjonskrav for forverringer, WTA, generelt ikke faller sammen. En annen mulig forklaring på forskjellen er at økte transporttider forbindes med uforutsette økninger, det vil si forsinkelser.

Fridstrøm og Madslie definerer tidsverdien for gods lik betalingsvilligheten for å oppnå en reduksjon av fremføringstiden. Resultatene viser at bedriftene ikke synes å legge nevneverdig større vekt på fremføringstiden dersom sendingen er spesielt stor eller verdifull. Derimot ser det ut som om transporttidens lengde har en viss betydning for tidsverdien. Bedriftene legger mindre vekt på én times innspart tid dersom transporten i utgangspunktet for eksempel tar to døgn, enn om den tar to timer. På en annen side har en viss prosentvis forbedring i transporttiden større verdi på lange transporter enn på korte. Tidsverdiene er betydelig høyere blant brukere av jernbane, skip og fly enn de er i lastebiltransport. Dette må tas med forbehold om at det ligger forholdsvis få observasjoner bak anslagene for bruk av jernbane-, sjø- og flytransport, slik at tallene er meget usikre.

Tidsverdien er klart størst for ferskvarer. For denne varegruppen har en 10 prosents reduksjon i transporttiden omtrent samme verdi som en omlag 6 prosents reduksjon av fraktraten. Anslaget viser hva engrosbedriftene i sin alminnelighet er villige til å betale for raskere transport representert ved sendinger med 24 timers fremføringstid. Omregnet i kroner tilsvarer dette ca 1800 kr per døgn, eller 75 kr per time, regnet for den mediale ferskvaresendingen. Det vil altså si at halvparten av ferskvaresendingene har lavere verdi enn dette. For frysevarer er tidsverdien klart negativ, noe som tyder på at engrosbedriftene slett ikke ønsker at disse varene skal komme raskere frem. Forfatterne mener dette henger trolig sammen med at



frysevognene fungerer som et slags kjølelager, og at for tidlig levering kan innebære brudd i frysekjeden. For andre varegrupper, som andre næringsmidler, halvfabrikata og ferdigvarer unntatt næringsmidler, er tidsverdiene lave, mellom 0 og 285 kr per døgn.

Når sendingens størrelse og verdi har liten betydning for bedriftenes avveining mellom fraktkostnader og fremføringstid, innebærer dette at kapitalkostnaden knyttet til det å ha varer under transport tillegges liten vekt. Forfatterne konkluderer med at bedriftene ser ut til å ha andre motiver for sine ønsker om raskere transport enn at kapitalkostnadene løper. I motsatt fall ville materialet ha vist klart høyere tidsverdier for de mest kostbare varepartiene. Det viktigste motivet for engrosbedriftene er trolig at de taper goodwill og omsetning dersom de ikke er i stand til å tilby konkurransedyktig, hurtig og sikker levering. For ferskvarer kommer det i tillegg inn i bildet at varen har begrenset holdbarhet og kan tape verdi ved forlenget transport. Ved å regne tidsverdien i forhold til varenes salgsverdi, fremkommer et tall som er direkte sammenlignbart med rentenivået. Disse beregningene viser tidsverdier som i det store flertall av tilfellene langt overstiger rentekostnaden.

### **6.3.3 Bedriftsøkonomiske kontra samfunnsøkonomiske verdier**

Fra et samfunnsøkonomisk synspunkt er det mindre interessant hvilke markedsandeler de enkelte bedrifter har. Så lenge den samlede etterspørselen blir tilfredsstilt, spiller det liten rolle hvor tilbudet kommer fra. Det samfunnsøkonomiske verditapet knyttet til for eksempel en forsinket transport er antagelig langt mindre enn vedkommende bedrifts betalingsvillighet for å unngå det tilknyttede tapet av goodwill og markedsandeler. Omvendt er det samfunnsøkonomiske verditapet knyttet til en skade på sendingen minst like stort som hva det koster å erstatte varen, men bedriftene dekker selv kun den delen de ikke har forsikret seg mot. Dette innebærer at tids-, punktlighets- og skaderisikoverdiene som utledes av Fridstrøm og Madslie, neppe kan tolkes som samfunnsøkonomiske verdier, til bruk for eksempel i nyttekostnadsanalyser.

Transeks undersøkelse (1990) kom frem til en tidsverdi på SEK 6 per time, som er vesentlig høyere enn de medianverdier for ferdigvarer og halvfabrikata unntatt næringsmidler Fridstøm og Madslie fant i sin undersøkelse. I lys av at de svenske tidsverdiene gjelder for hele jernbanevogner, med en gjennomsnittlig verdi på kr 200.000, er det ikke så overraskende at tidsverdiene er høyere. Transeks gjennomsnittlige tidsverdi er for eksempel kun omlag 50 prosent høyere enn rentesatsen, når det regnes kr per tidsverdi.

Resultatene av Fridstrøm og Madslisens undersøkelse er også usikre på grunn av et forholdsvis lite utvalg av bedrifter og forsendelser. Dessuten er resultatene beheftet med de generelle metodeproblemene knyttet til samvalgsanalyser. Bruzelius (2001) hevder at modellen ikke kan benyttes til å utlede enhetsverdier, da modellen baserer seg på en ikke-lineær funksjon, noe som bryter med forutsetningene for bruken av generaliserte reisekostnader.

#### 6.4 Jernbaneverkets metodehåndbok fra 2001

I Jernbaneverkets metodehåndbok JD 205, *Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen* (Jernbaneverket, 2001) er verdien for gods i hovedsak basert på Banverkets metodehåndbok fra 1997. Denne utgaven er i utgangspunktet den samme som 1992-utgaven, men verdiene er justert for prisnivå og skattefaktor, som vist i tabell 4 og 5. Det er VISTA analyse AS som har regnet om tallene fra Banverket, til de tallene som Jernbaneverket benytter seg av.

Tabell 6 viser tidsverdiene som Jernbaneverket bruker i sine nyttekostnadsanalyser. Tabellen viser den monetære verdsetting av én time for ulike typer reiser innen persontrafikken. Verdiene for persontrafikken er i stor grad basert på Killi (1999).

Tabell 6 Satser for reisetid, kr per person og time; prisnivå 2000 (Jernbaneverket, 2001)

|                       | Korte reiser (< 50 km) |     |      |                 | Lange reiser (> 50 km) |     |      |     |
|-----------------------|------------------------|-----|------|-----------------|------------------------|-----|------|-----|
|                       | Tog                    | Bil | Buss | Gang/<br>Sykkel | Tog                    | Bil | Buss | Fly |
| Reiser i arbeid       | 119                    | 153 | 119  | 215             | 134                    | 203 | 84   | 225 |
| Reiser til/fra arbeid | 43                     | 44  | 43   | 78              | 102                    | 145 | 54   | 225 |
| Øvrige reiser         | 27                     | 41  | 27   | 49              | 70                     | 101 | 53   | 194 |

Tilsvarende verdi for fremføringstid av gods er 0,45 kroner per time og tonn (Jernbaneverket, 2001). Tallet er beregnet ut fra Banverkets vurdering av betalingsvilligheten for forventet innspart frakttid, som i 1997 var satt til 9 kroner per time og lastet vogn (se tabell 4). I følge Homleid (2003), som er ansvarlig for beregningene hos VISTA analyse, er det brukt en gjennomsnittsvekt på 20 tonn per vogn:  $9 \text{ kr} / \text{time} : 20 \text{ tonn} = 0.45 \text{ kr} / \text{time} * \text{tonn}$

I håndboken heter det at trafikantenes tidsbruk er knyttet til faktorer som reisetid om bord i toget, gangtid, ventetid, omstigning og forsinkelser. For godstransport er ikke gangtid, ventetid og omstigning relevant, slik at foruten verdsettingen av selve transporttiden, er det

kun forsinkelsene som vurderes (se tabell 7). Tabellen viser at endringer i forsinkelsestiden for gods skal multipliseres med 160. Deretter kan generaliserte reisekostnader beregnes ut fra trapesformelen (se kapittel 3.13). Da ventetidsfaktorene for persontrafikken var i form av vektorer, var det ønskelig å endre tallene fra *Beräkningshandledning* på samme måte. Banverket opererte i 1990 med en vurdering av forsinkelsestiden på gjennomsnittlig kr 1700 per time og vogn (tabell 3), mens den i 1997 var justert til kr 2116 per time og vogn (tabell 5).

Tabell 7 Vektfaktorer for reisetidskomponenter; verdiene for omstigning er oppgitt i NOK per somstigning (Jernbaneverket, 2001)

| Reisetidskomponent          | Vekt                 |
|-----------------------------|----------------------|
| Gangtid, korte reiser       | 1,8                  |
| Ventetid, korte reiser      |                      |
| • 0-7,5 min                 | 1,8                  |
| • 7,5-15 min                | 1,2                  |
| • > 15 min                  | 0,4                  |
| Ventetid, lange reiser      | 0,2                  |
| Omstigning, korte reiser    | (NOK per omstigning) |
| • Arbeidsreiser             | 7,22                 |
| • Fritidsreiser             | 4,57                 |
| • Forretningsreiser         | 19,87                |
| Forsinkelser                |                      |
| • Korte reiser              | 3,0                  |
| • Lange reiser              | 1,5                  |
| • <i>Gods</i>               | 160                  |
| Tilbringertid, lange reiser | 1,0                  |
| Omstigning, lange reiser    | (NOK per omstigning) |
| • Arbeidsreiser             | 17,05                |
| • Fritidsreiser             | 11,60                |
| • Forretningsreiser         | 22,23                |

I følge Homleid (2003) er det mangelfull dokumentasjon rundt beregningene av vekten for godstransporten, men følgende fremgangsmåten skal ha blitt benyttet:

$$1700 \text{ kr / time \& vogn} : 20 \text{ tonn / vogn} = 85 \text{ kr / time \& tonn}$$

$$85 \text{ kr / time \& vogn} : 0.45 \text{ kr / time \& vogn} \cong 189$$

Det er ikke brakt klarhet i hvorfor VISTA Analyse har valgt å benytte vekten 160 fremfor 189, eller hvorfor ikke 1997-verdiene ble benyttet som utgangspunkt i denne beregningen<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> 1997-verdien på 2116 kr per time og vogn, ville gitt en vektfaktor på 235 dersom samme utregningsmåte benyttes.

I regnearkene som følger med metodehåndboken opereres det med andre enheter for forsinkelse enn det som benyttes i metodehåndboken. I den tilhørende Excel-filen *NK02-2008*, arket *Felles forutsetninger*, er endringer i forsinkelsestiden satt lik 935 kr per time og lastet vogn. Gjennomsnittlig vekt per vogn er satt til 23 tonn, mens verdien av endringer i fremføringstiden fremdeles er kr 9 per time og lastet vogn. Verdiene i regnearket er derfor ikke konsistente med vekten i metodehåndboken. Dersom verdiene hentet fra regnearket skulle legges til grunn for verdiene i metodehåndboken, vil dette gi en vekt på 90,3:

$$935 \text{ kr / time \& vogn} : 23 \text{ tonn / vogn} \cong 40,65 \text{ kr / time \& vogn}$$

$$40,65 \text{ kr / time \& vogn} : 0,45 \text{ kr / time \& vogn} \cong 90,3$$

I videre henvisninger eller beregninger hvor det benyttes verdier for forsinkelse og fremføringstid hentet fra Jernbaneverket, er det verdiene fra regnearkene som det vil bli benyttet. Grunnen til dette er at i faktiske beregninger er det verdiene i regnearkene som brukes.

## 7 Grunnlaget for Banverkets verdier

Da det ikke var mulig å utlede varegruppespesifikke verdier på bakgrunn av Transeks 1990-undersøkelse, anbefalte ASEK at en ny undersøkelse burde gjennomføres. Dessuten tyder litteraturoversikter (se kapittel 10) på at verdiene som ble benyttet i Sverige er lave i forhold til resultatene i sammenlignbare studier i Europa og USA.

Delkapittel 7.1 tar for seg den nye SP-undersøkelsen fra 1999. I delkapittel 7.2 gjøres det rede for hvilke endringer ASEK og SIKA foreslo gjennomført for fremførings- og forsinkelsesverdier på bakgrunn av undersøkelsen. Delkapittel 7.3 presenterer endringene Banverket gjennomførte i metodehåndboken etter råd fra ASEK.

### 7.1 SP-undersøkelse fra 1999

Dette delkapittelet presenterer bakgrunnen, fremgangsmåten og resultatene fra SP-undersøkelsen, *Tidsvärden och transportkvalitet för godstransporter*, som ble utført i 1999 av det svenske konsultentselskapet Inregia med danske COWI som underkonsulent (Henriksson og Persson, 1999).

#### 7.1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

I mai 1999 ble SIKA oppnevnt av den svenske regjeringen til å lede et prosjekt med aktører fra Vägverket, Banverket, Sjöfartsverket og Luftfartsverket, samt VINNOVA (Verket for innovasjonssystem) som blant annet skulle foreta empiriske undersøkelser og gjennomføre en modellutvikling for godstransporten på lastebil, jernbane, sjø og fly. Samarbeidsprosjektet fikk navnet *SAMGODS*, og modellen de senere utviklet blir også omtalt som *SAMGODS-modellen*.

Den forrige tidsverdiundersøkelsen (Transek, 1990) ble gjennomført i en tid hvor just-in-time-konseptet begynte å bli mer vanlig innen logistikken. Det siste tiåret har oppfatningen om trendretningen på godstransportmarkedet vært relativt samstemt blant aktørene og kritikerne av markedet. Endret organisasjon for produksjon i form av mindre lagerbeholdning både når det gjelder kunde- og produksjonlager, samt økt fokus på kortere ledetider i produksjonen, har ført til økte krav til transportaktørene. Transportsektoren har endret seg mye siden 1990 da Transeks undersøkelse fant sted, og de svenske myndighetene mente derfor det var maktpåliggende å foreta en ny tidsverdiundersøkelse.

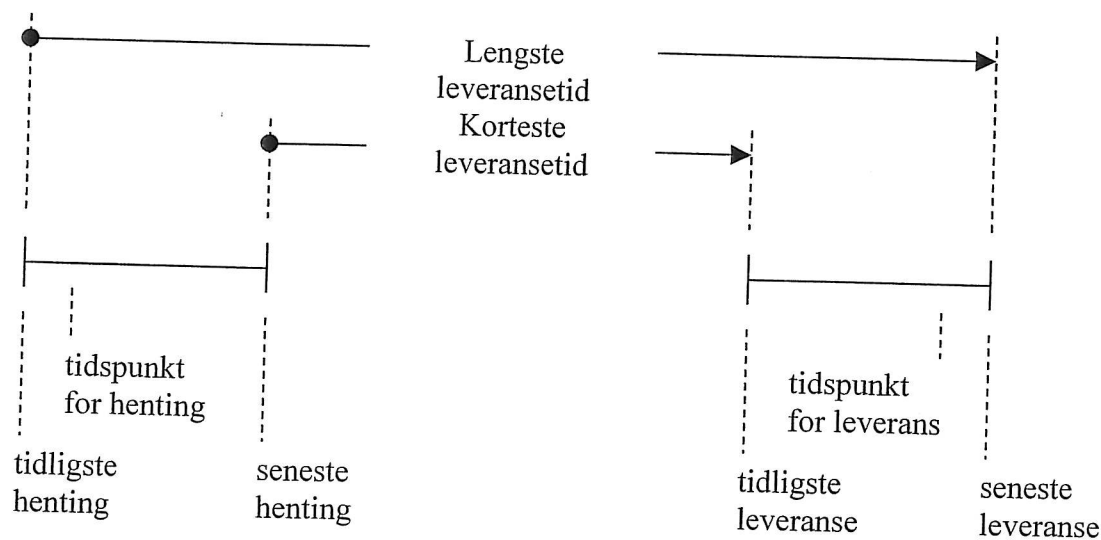
### 7.1.2 Variabler og avgrensninger

Undersøkelsen ble innledet med kvalitative intervjuer i ulike bedrifter, slik at det kunne settes opp ulike hypoteser for å forklare variasjonene i betalingsvilligheten. Svarene fra disse intervjuene ligger til grunn for hvilke faktorer som ble benyttet, og som presenteres i avsnittene som følger.

Tidsverdiene og vurderinger av andre aspekter ved transportkvaliteten kan forventes å avhenge av hvordan produksjonen organiseres og hvilken type gods som transporteres. Derfor var en forutsetning at betalingsvilligheten som funksjon av godstype skulle undersøkes. Inregias undersøkelse deler godset inn i seks varegrupper avhengig av hvordan godset lastes, verdien og tettheten av det. Følgende tre kriterier ble brukt for å dele inn godset:

- *Bulk* eller *stykkgods*
- *Vareverdi*, under respektive over 25 SEK per kg
- *Tetthet*, uttrykt i  $\text{kg/m}^3$  i intervallene:  $< 0.6$  ,  $0.6$  ,  $1.0$  ,  $> 1.0$

En del av transportene er gods som skal leveres neste dag. Tidspunktet for tidligste/seneste leveranse eller henting kan være uten betydning så lenge den holder seg innenfor et oppsatt tidsvindu<sup>27</sup>. Dette illustreres med figur 17.



Figur 17 Leveranseskjema (Henriksson og Persson, 1999)

<sup>27</sup> Tidsvindu er en betegnelse på hvor mye transportens ankomsttid kan avvike fra den avtalte leveringstiden uten at godset leveres for tidlig eller for sent. Tidsvindu er altså et tidsintervall som transporten skal levers innenfor.

Figur 17 viser forholdene ved henting og leveranse av godset. En rimelig antagelse ut fra figuren er at ved en forandring av transporttiden slik at korteste leveransetid  $\leq$  ny transportid  $\leq$  lengste leveransetid, så oppstår det ikke nødvendigvis en forandring i produksjonen. Dette skyldes at transporttiden enten er kortere enn den gjeldende lengste leveransetid, eller den er lengre enn gjeldende korteste leveransetid. I så fall vil fremføringstiden i stor grad kunne forventes å være avhengig av hvorledes bedriften tilpasser produksjonen til endringer i sende- og leveransetidspunkter, og om leveransetiden er en kritisk faktor for ledetiden i produksjonen.

Dersom transporttiden øker så mye at den lengste leveransetiden overskrides, samt at leveransetiden er bestemmende for ledetiden i produksjonen, bør det forekomme en kompensasjon i kostnaden for å akseptere økningen. Dette fører til en høyere tidsverdi. Omvendt, dersom leveransetiden er bestemmende for ledetiden, og transporttiden minsker til under korteste leveransetid, bør dette føre til en økning i betalingsvilligheten for å kunne benytte seg av kortere transporttid. Hypotesen som ligger til grunn er at godssendinger med kort tidsvindu gir de høyeste tidsverdiene. Videre ble det antatt at ikke-skjemalagde<sup>28</sup> transporter som omfatter blant annet akutte reservedeltransporter og transporter innenfor ordreproduksjon, har en høyere tidsverdi enn planlagte transporter.

Med dette som bakgrunn ble godstransportmarkedet segmentert etter seks ulike faktorer:

- Transportmiddel (lastebil, tog, skip, fly)
- Varegrupper (oppdelt etter type forsendelse, vareverdi og tetthet)
- Tidsvindu for leveranse (det vil si akseptabel avvikelse fra oppgitt leveransetidspunkt)
- Leveransedag (samme dag, neste dag, to dager senere, mer en to dager senere)
- Fraktavstand
- Skjemalagde eller ikke-skjemalagde transporter

### 7.1.3 Estimering og modellvalg

Transportkjøpere utgjorde undersøkelsens respondenter. Størsteparten av SP-spillene ble gjennomført med hensyn på ett transportmiddel, det vil si at respondenter ut i fra en type

---

<sup>28</sup> Definisjonen på en skjemalagd transport er at den utføres mange ganger, for eksempel en daglig jernbanetransport av gods med en bestemt kunde som mottaker (Henriksson og Persson, 1999).

faktisk transport (tog, lastebil, fly eller skip), fikk velge mellom ulike transportalternativer hvor det var forskjeller med hensyn på variablene:

- Transportkostnad
- Transporttid
- Forsinkelsesrisiko –forventet andel transporter som forsinkes, målt i promille
- Skaderisiko –forventet andel transporter med skade eller svinn, målt i promille

Da transportkostnad og skaderisiko ikke ligger innenfor oppgavens ramme, vil ikke resultatene for disse variablene bli diskutert nærmere.

Data fra SP-undersøkelsen ble analysert ved hjelp av logitmodeller. To modeller ble testet: I modell 1 har alle variabler som er i bruk en virkelig verdi, mens i modell 2 har variablene for blant annet forsinkelse blitt byttet ut med såkalte dummy-variabler. Dummy-variablene tar kun hensyn til om en forandring har inntruffet, og omfatter ikke forandringens størrelsesorden. En dummy-variabel er per definisjon lik 1 dersom et bestemt vilkår er oppfylt; ellers er den lik 0. Modell 1 ble testet først, og modell 2 ble kun testet hvis modell 1 viste for høye verdier for variablene forsinkelse og skaderisiko.

Modell 1 er formulert med alle variabler på alle nivåer, slik modeller for SP-data vanligvis formuleres. Resultatet fra estimeringen av denne modellen tydet imidlertid på visse problemer, da de beregnede verdiene for forsinkelser og skade var meget høye. Dette tyder på at en stor del av respondentene har truffet valg i spillet som er dominert av enten forsinkelser eller skader, det vil si at respondentene har foretatt leksiografiske valg. Den alternative modellen tar derfor høyde for at dataene omfatter en effekt som inkluderer at respondentene ikke er i stand til å skjelve mellom forskjellige risikonivåer for forsinkelser og skader, men at de kun skjelner mellom "godt" og "dårlig".

Modellene tillater videre at respondentene har asymmetriske preferanser, det vil si at de er mer motvillige overfor en forringelse enn de er positive overfor forbedringer. For begge modellene beregnes betalingsvilligheten for kortere transporttid, færre forsinkelser og skader.

#### Modell 1:

Ideen bak modellen er at transportkjøperen ønsker å minimere omkostningene ved transporten, men det antas ikke at beslutningstakeren har perfekt informasjon. Individuelle



beslutningstakere har ulike preferanser, og det introduseres et stokastisk element i modellen. Det stokastiske elementet betyr at modellen kun kan forutsi sannsynligheten for at alternativ A velges fremfor alternativ B.

Modellen kan skrives som:

$$P(A) = \Lambda(\gamma'(X_A - X_B)) = \Lambda(\gamma' \Delta X),$$

hvor  $X_A$  og  $X_B$  er en vektor av forklarende variabler for henholdsvis alternativ A og B. Forskjellen mellom de forklarende variablene i A og B, uttrykt ved  $\Delta X$ , inngår lineært i modellen.  $\gamma$  er en vektor av parametre som skal bestemmes. Sannsynligheten for at A velges,  $P(A)$ , bestemmes altså som en funksjon av  $\gamma$  og  $\Delta X$ . Da logistiske modeller benyttes, anvendes den logistiske fordelingsfunksjonen ( $\Lambda$ ).

Parametervektoren  $\gamma$  ble bestemt ved hjelp av "maximum likelihood-estimering". Det vil si at for hver transportkjøper  $i$  observeres det om alternativ A eller alternativ B velges. Modellens sannsynlighet for at dette er en funksjon av  $\gamma$  og  $X$ , og sannsynligheten for å observere alle valgene som respondentene har foretatt, settes lik likelihooden. Likelihooden kan skrives som:

$$P = \prod_{i \in A} \Lambda(\gamma' \Delta X_i) \prod_{i \in B} (1 - \Lambda(\gamma' \Delta X_i)),$$

hvor det første leddet er den samlede sannsynligheten blant spill hvor alternativ A velges og det andre leddet er den samlede sannsynligheten blant spill hvor B velges. Resultatet av estimeringen er det estimatet for  $\gamma$  som gjør observasjonene mest sannsynlige.

Formelen under viser spesifikasjonen av  $P(A)$  for de virksomheter som velger jernbanetransport:

$$P(A|Tog) = \Lambda(\tau_1 \Delta \text{Transporttid} + \tau_2 \Delta \text{Transportkostnad} + \tau_3 \Delta \text{Forsinkelser} + \tau_4 \Delta \text{Skader}),$$

hvor  $P(A|Tog)$  angir sannsynligheten for at respondentene som er med på togspillet velger alternativ A fremfor alternativ B. Sannsynligheten for å velge A er i modellen gitt som en funksjon  $\Lambda$ , og denne funksjonen viser forskjellen mellom verdiene av de fire faktorene i alternativ A og B.

Det var 817 observasjoner som omhandlet tog, og verdiene ble testet mot en t-fordeling på 5 prosents signifikansnivå. Signifikante forskjeller mellom ulike varegrupper kunne ikke

påvises, slik at det ble beregnet resultater for de ulike transportgruppene som helhet. Følgende resultater fremkom for togtransport:

- Tidsverdi, SEK per time: 0, det vil si en ikke-signifikant verdi
- Forsinkelse, SEK per promille: 1142

#### Modell 2:

Betalingsvilligheten for forsinkelse i modell 1 er meget høy. Dette kan skyldes at respondentene faktisk har en meget stor uvilje mot forsinkelser, men det kan også skyldes modellspesifikasjonen. Den alternative modellen tar ikke utgangspunkt i hvordan spillene er designet, men i hypoteser om hvordan respondentene forventes å treffe sine valg.

For det første tillates det at respondentene ikke velger etter antall forsinkelser, men at de er tillatt å velge *færre forsinkelse fremfor flere*. Dermed testes hypotesen om at respondentene ikke overveier all informasjonene i spillet, men kun svarer på en forenklet versjon. Forenklingen består i at respondentene bare overveier om nivået på forsinkelser er ”godt” eller ”dårlig”. I tillegg tillates det, på liknende måte som i modell 1, at respondentene har asymmetriske preferanser. På den måten testes hypotesen om at transportkjøperne er villige til å betale mer for å unngå en forverring av den nåværende situasjonen enn for å få en tilsvarende forbedring.

Formelen under viser spesifikasjonen for forsendelser med tog:

$$P(A | Tog) = \Lambda(\tau_1 \Delta \text{Transporttid} + \tau_2 \Delta \text{Transportkostnad} + \tau_3 \Delta \text{Forsinkelser} + \tau_4 \text{Forsinkelsesdummy} + \tau_5 \Delta \text{Skader} + \tau_6 \text{Skadedummy}_A)$$

hvor forsinkelsesdummy og skadedummy = 1, hvis det er flere forsinkelser i alternativ A  
-1, hvis det er flere forsinkelser i alternativ B  
0, ellers

Følgende resultater fremkom for togtransport:

- Tidsverdi, SEK per time: 0, ikke-signifikant verdi
- Forsinkelser, SEK per promille forsinkelse: 297  
SEK for færre forsinkelser: 12.099

#### 7.1.4 Evaluering av resultatet

Hensikten med studien var å beregne verdier for ulike typer gods, uavhengig av transporttype. Da dette ikke var mulig, ble beregningene i stedet utført med hensyn på de viktigste transportmidlene. Verdiene for tog har ikke signifikante forskjeller for ulike segment. Derfor kan ikke verdiene deles opp på en mer detaljert måte. Tabell 8 viser at tidsverdien for tog ikke har en tidsverdi som er signifikant forskjellig fra null.

Tabell 8 Inregias verdier (Henriksson og Persson, 1999)

|                    | Verdi      | Enhet  |
|--------------------|------------|--|
| Transporttid       | 0          | SEK per time                                 |
| Forsinkeleserisiko | 1142/12099 | SEK per promille/ SEK for færre forsinkelser |

Logitmodellen som ble anvendt til å estimere vurderingene, viser den økonomiske nytten respondentene har av å velge et gitt alternativ i SP-spillet. Modellen antar at nytte består av en systematisk del som beskriver de faktorer som inngår i spillet, pluss en stokastisk slumpfeil (eng. *error*) som beskriver den variasjonen i dataene som den systematiske delen av nytten ikke kan forklare. For faktorer som ikke samvarierer med transportkostanden, som for eksempel forsinkelse- og skaderisiko, innebærer dette et problem med heteroskedasitet. Det vil si at variansen for nyttenes stokastiske feil ikke er den samme for alle observasjonene, noe som strider mot modellens grunnleggende antagelser. Heteroskedasitet leder til ustabile parameterestimater for de ulike modellspesifikasjonene.

For at resultatene skal kunne regnes per tonn, ble tidsverdiene dividert med gjennomsnittlig vekt for de ulike transporttypene. For togtransport var det ikke mulig å differensiere på bakgrunn av varegruppene da antall observasjoner var begrenset slik at analyseresultatene ikke ble signifikante. For tog ble gjennomsnittlig vekt for en godssending funnet å være lik 74,5 tonn, slik at verdien for en promilles risikoreduksjon er lik:

$$1142 \text{ SEK} / \text{promille} : 74,5 \text{ tonn} = 15,3 \text{ SEK} / \text{tonn} * \text{promille}$$

Tidsverdien (SEK per tonn og time) er fremdeles 0 siden transporttiden i utgangspunktet ikke var signifikant.

Undersøkelsen viste også en tydelig sammenheng mellom kapitalkostnad regnet ut fra vareverdi og godsets tidsverdi, og at godsets tidsverdi generelt ligger høyere enn kapitalkostnaden. Relasjonen mellom beregnet tidsverdi og kapitalkostnad ble beregnet til en

faktor på 4 for lastebiltransport, 2 for sjøfart, mens for jernbane er det ikke påvist noen slik sammenheng.

## **7.2 Nye kalkulasjonsverdier**

Dette delkapittelet presenterer de forslag til endringer i verdiene for fremføring og forsinkelse som ASEK anbefalte på bakgrunn av Inregias SP-undersøkelse, og litteraturkilden er SIKA (1999b og 2002).

### **7.2.1 Verdien av redusert fremføringstid**

ASEK mener at vurdering av fremføringstid i prinsippet ikke bør skille mellom ulike transportslag når det gjelder varer i samme transportsituasjon. De forskjellene som fremkommer i Inregias resultater beror først og fremst på ulike varesammensetninger og ulikheter i vareverdien mellom de ulike transportslagene. Varesammensetningen antas likevel å være avhengig av transportslagenes egenskaper i visse tilfeller. Dersom disse endres, vil også varesammensetningen endres. Derfor bør verdiene for forsinkelse og fremføringstid baseres på vareslag, og ikke transporttype. Grunnlaget for en felles modellverdi for lastebil-, sjøfart- og jernbanetransport, er tidsvurderingen av de transporter som ikke skjer over dagen med snevert tidsvindu, som utgjør over 80 prosent av lastebiltransportene og praktisk talt alle jernbane- og sjøtransporter.

Inregias tidsverdistudie (Henriksson og Persson, 1999) viser at verdiene for fremføring av gods har en positiv samvariasjon med vareverdiene, og at de beregnede tidsverdiene i den nye SP-undersøkelsen ligger betydelig over en ren kapitalverdi, noe som antas å gjenspeile at kostnadene for "varer i transport" ikke fanges opp av kapitalverdiregningene. ASEK foreslo derfor et kompromiss, ettersom de ønsket å benytte varegruppespesifikke tidsverdier for gods, men ikke kunne støtte seg på den nye SP-undersøkelsen fordi den ikke fremviste signifikante resultater. I virkeligheten vil en ikke ubetydelig del av forskjellene mellom SP-resultatene og den rene kapitalverdien kunne forklares ut fra en unøyaktig anvendelse av kapitalverdimetoden og feilaktig bruk av parameterverdier.

Inregias undersøkelse viste derimot at det fantes en sammenheng mellom tidsverdiene og kapitalkostnaden, slik at ASEKs kompromiss lå i at de så det som rimelig å bruke en kapitalkostnadbasert verdi til grunn for tidsvurderinger av gods på jernbane. Dette til tross for

at det i utgangspunktet ikke var påvist en slik sammenheng for jernbane, men kun for vei- og sjøtransport. ASEK anbefalte at en verdi basert på kapitalkostnaden burde oppjusteres med hensyn til ikke-inkluderte faktorer som sekundære og logistiske tidsgevinster. Denne oppjusteringen bør gjøres forsiktig, og ASEK foreslo at oppjusteringsfaktoren bør settes til 2. Ergo vil tidsverdien for gods bli det dobbelte av kapitalkostnadene.

Med bakgrunn i dette ble det beregnet nye godstidsverdier basert på en modifisert kapitalverdimetode. I beregningen av de varegruppespesifikke godstidsverdiene ble det benyttet tre faktorer for å korrigere den rendyrkede kapitalverdiberegningen, nemlig den bedriftsøkonomiske kalkulasjonsrenten, systemets tilgjengelighet for godstransport og håndtering, samt verdien av gevinster i logistikksystemet.

De spesifikke tidsverdiene for hver gruppe av gods beregnes etter følgende formel:

$$TV = G * R * T * U, \text{ og hvor}$$

$TV$  = tidsverdien for en viss varegruppe

$G$  = godsets verdi, uttrykt som vareverdi

$R$  = bedriftens markedsbetingede kalkulasjonsrente

$T$  = korrigeringsfaktor for tiden som logistikksystemet er tilgjengelig

$U$  = oppjusteringsfaktor som tar hensyn til logistikk og punktlighet

Godsets vareverdi ( $G$ ), målt i SEK per kg per varegruppe, ble beregnet for basisåret 1997 basert på opplysninger fra utenrikshandelen, for så å bli prognosiert frem til 2010. Beregningene er dokumentert blant annet i SIKA (1999a).

Den bedriftsøkonomiske kalkulasjonsrenten ( $R$ ) antas å utgjøre bedriftens kalkulasjonsrente for kapitalbinding i arbeidskapital, hvilket blant annet gjenspeiler markedspriser for bedriftens finansiering og det spesielle risikonivået som gjelder for varer under transport. På grunn av et manglende systematisk empirisk grunnlag for å fastsette denne renten, ble det vurdert at renten burde være 20 prosent per år.

Med hjelp av en tidskorrigeringsfaktor ( $T$ ), ble det tatt hensyn til at kritiske røster hevder at logistikksystemet ikke er tilgjengelig til enhver tid. Derfor ble tilgjengelig timer per år satt til 3600 i stedet for alle årets 8760 timer. Resonnementet var delvis en analogi fra diskusjonen rundt lastebilenes kapitalkostnad, som er beregnet ut fra antall driftstimer.