



**TØI notat
1081/1997**

Ulykkeskostnader for jernbanen

Karl-Erik Hagen

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

Tittel: *Ulykkeskostnader for jernbanen*
Forfatter: *Karl-Erik Hagen*

TØI notat 1081/1997
Oslo, desember 1997
24 sider
ISSN 0806-9999

Finansieringskilde: Jernbaneverket

Prosjekt: O-2200 Ulykkeskostnader for jernbanen

Prosjektleder: Karl-Erik Hagen

Emneord: Togulykke
Ulykkeskostnad
Samfunnsøkonomi

Sammendrag:

Samfunnets totale kostnader ved jernbaneulykker, inklusiv velferdstap ved ulykker, er beregnet til ca. 104 mill. årlig. Skadekostnadene er blant annet fordelt etter ulykketype og skadegrad. Kostnadstallene er usikre. Beregningsmodellen som er lagt inn på regneark bør relativt ofte rulleres.

Title: *Accident cost for the railway*
Author: *Karl-Erik Hagen*

TØI working report 1081/1997
Oslo, December 1997
24 pages
ISSN 0806-9999

Financed by: Norwegian National Railway Administration

Project: O-2200 Cost of railway accidents

Project manager: Karl-Erik Hagen

Key words: Railway accident
Accident cost
Socio-economics

Summary:

The total annual costs to society of railway accidents, incl. loss of welfare due to reduced health state, have been estimated to be 104 mill NOK. The estimated costs are uncertain. An accounting model for personal computer has been established.

Language of working report: Norwegian

Notatet kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90

The working report can be ordered from:
Institute of Transport Economics, the library,
PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 Telefax +47 22 57 02 90

Forord

Prosjektet som er finansiert av Jernbaneverket er ledd i en strategi for å kartlegge og redusere kostnadsnivået ved ulykker innen jernbanedrift. Formålet med kostnadsberegningene er også å forbedre grunnlaget for framtidige nytte-kostnadsanalyser. Dette prosjektet må derfor sees i sammenheng med arbeidet med en håndbok for nytte-kostnadsanalyse for NSB generelt sett som er under arbeid på TØI.

Under arbeidet med prosjektet har vi hatt stor nytte av råd og synspunkter som er gitt av Terje Hauger som har vært kontaktperson for prosjektet i Jernbaneverket. For øvrig er det mange personer i Jernbaneverket som har vist velvillighet i forbindelse med fremskaffelse av data og informasjon knyttet til dette. Spesielt vil vi i denne sammenheng takke Espen Østereng. NSB-Bane har også bidratt med nødvendige driftsdata og nyttige synspunkter under prosjektarbeidet. I den sammenheng takker vi både Olaf Larsseter og Gunnar Glomlien. For øvrig takker vi også Stein Fosser for nyttige kommentarer i avslutningsfasen av prosjektet.

På TØI har Rune Elvik skrevet u.kap. 3.2 og 3.4, mens Karl-Erik Hagen vært prosjektleder, foretatt datainnsamling og skrevet den resterende del av notatet. Trude Rømning og Bjørg Mannsverk har stått for tekstbehandling og redigering av manuskriptet. Dessuten har Rune Elvik vært kvalitetssikrer for prosjektet og gitt nyttige kommentarer både i oppstartings- og avslutningsfasen av prosjektet.

Oslo, desember 1997
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

Rune Elvik
forskningsleder

Innhold

Sammendrag	I
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Problemstilling og avgrensninger	1
2 Antall jernbaneulykker	3
2.1 Informasjonsgrunnlaget	3
2.2 Antall ulykker i 1995 og 1996	4
3 Skadekostnader	7
3.1 Forutsetninger	7
3.2 Grunnlaget for beregning av kostnader ved personskader	7
3.3 Vurdering av kostnadselementer som overføres fra veg til jernbane	9
3.4 Effekter av større ulykker på transportetterspørsel og sikringstiltak.....	12
3.5 Skadekostnader på vogner	14
3.6 Infrastrukturkostnader.....	14
3.7 Andre kostnader	15
4 Samfunnsøkonomiske kostnader	17
4.1 Årlige samfunnsøkonomiske kostnader	17
4.2 Gjennomsnittlig samfunnsmessige skadekostnader pr ulykkestype.....	18
5 Eksterne og interne skadekostnader	19
5.1 Forutsetninger	19
5.2 Resultater	20
6 Operativ bruk av beregnede samfunnsøkonomiske kostnader	22
7 Referanser	23

Sammendrag:

Ulykkeskostnader for jernbanen

Hovedformålet med oppdraget som var finansiert av Jernbaneverket var å beregne ulykkeskostnader for jernbanen til bruk i framtidige nytte-kostnadsanalyser.

Statistikkgrunnlaget for drifts-ulykker var i stor grad basert på ulykkestelegrammer, punktlighetsregister for driftsforstyrrelser og Synergi som er et nytt EDB-basert register over uønskede hendelser innen jernbanen. Ingen av ovennevnte registreringer av ulykker ga en utfyllende oversikt over ulykkene. Graden av underreportering kan neppe anslås før det EDB-baserte synergiregistret har blitt endelig innarbeidet.

Antall ulykker i 1995 og 1996 ble oppgitt til å være 144 ulykker i forbindelse med togframføring mv. I 7 av disse ulykkene ble det drept personer, mens det i 31 andre ulykker oppstod personskader. Personer som begår selvmord – vurderes av politiet – regnes ikke som en ulykke (9 tilfeller i 1995 og 1996). I de resterende 106 ulykkene oppstod det bare materielle skader. Ulykkene fordeles også etter ulykkestype. Avsporing som var den største gruppen bestod av 81 ulykker (56%).

Totale samfunnsmessige skadepkostnader ble beregnet til nær 209 mill kroner i toårsperioden, noe som tilsvarer vel 104 mill i gjennomsnitt pr år. Av dette utgjorde personskadepkostnadene en andel på nær 77%. Fordeles disse kostnadene på transportarbeidet som utføres av henholdsvis person- og godstog får vi kroner 0,023 pr personkm og kroner 0,018 pr tonnkm. Tilsvarende eksterne kostnader blir på henholdsvis kroner 0,012 pr personkm og kroner 0,009 pr tonnkm. I forhold til vegtrafikk er dette meget lave kostnader.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Jernbaneverket planlegger å ta i bruk nytte-kostnadsanalyser til lønnsomhetsvurdering av jernbaneinvesteringer etter samme opplegg som Statens vegvesen (Statens vegvesen, håndbok 140, 1995). Dette forutsetter at det utarbeides relevante ulykkeskostnader for jernbanen. I den sammenheng har Transportøkonomisk institutt (TØI) fått i oppdrag både å utrede ulykkeskostnader for jernbanen, noe som dokumenteres i dette prosjektet, og å revidere NSB-håndbok fra april 1992. Sistnevnte prosjekt utføres også av TØI, men vil først bli slutført ved årsskiftet 1998-99.

Trafikkulykker på veg er et stort samfunnsproblem både med hensyn til helse- og skadevirkninger for øvrig. Innen denne sektoren er det derfor allerede brukt mye ressurser for å beregne skadekostnader og konsekvenser av ulykker. Til en viss grad kan kostnadskomponenter og beregningsmetoder fra vegsektoren også anvendes for jernbanen. Dette ble blant annet vurdert i arbeidsopplegget for dette prosjektet, Elvik 1996 og Hagen og Elvik 1995. Denne overføringen av informasjon er viktig for prosjektet både med hensyn til kvalitet og ressursbruk.

1.2 Problemstilling og avgrensninger

Undersøkelsen tar sikte på å få fram en oversikt over bedrifts- og samfunnsøkonomiske kostnadskomponenter. Som nevnt innledningsvis vil det vurderes hva som kan overføres av kunnskap fra vegtrafikk. Viktige hovedkostnadselementer i den sammenheng er følgende:

- 1 Medisinske kostnader, det vil si alle kostnader til medisinsk behandling av skadde, medregnet syketransporter,
- 2 Produksjonsbortfall, det vil si verdien av redusert betalt produksjon og ubetalt husholdsarbeid som følge av skader (dødsfall og andre skader),
- 3 Materielle kostnader, som i hovedsak er kostnader til reparasjon av infrastruktur og vogner som er skadet ved ulykker,
- 4 Administrative kostnader, som består av kostnader til forsikringsadministrasjon, trygdeadministrasjon og politi og rettsvesen,
- 5 Kostnader ved forsinkelser for trafikanter og gods på grunn av ulykker,
- 6 Økonomisk verdsetting av nedsatt livskvalitet, det vil si av velferdstap ved ulykker knyttet til nedsettelse av livskvaliteten i en vid forstand.

Omtale og vurdering av de seks kostnadskomponentene ovenfor kommer vi nærmere tilbake til i kapittel 3 om skadekostnader. I tillegg til totale skadekostnader innen jernbanen vil vi også beregne de samfunnsøkonomiske skadekostnadene for forskjellige typer av ulykker, for eksempel avsporing. Dessuten vil vi fordele skadekostnadene etter skadegrad og etter hvorvidt de er interne eller eksterne for jernbanen. Omfanget og kvaliteten på enkelte kostnadselementer som beregnes i dette prosjektet vil imidlertid også ha visse begrensninger. Det nevnes følgende:

- Enkelte enhetskostnader som inngår i skadekostnadsberegningene vil bli grundig analysert i det omtalte prosjekt om håndbok for nytte-kostnadsanalyse i jernbane som er under arbeid på TØI. Dette gjelder særlig tidskostnader for person- og godstog blant annet i forbindelse med forsinkelser. Det foretas derfor bare et foreløpig grovt anslag for disse kostnadene i dette prosjektet.
- Datagrunnlaget som beskriver jernbaneulykker er i dag mangelfullt, jf kapittel 2. De samfunnsøkonomiske kostnadene som beregnes pr år vil ikke være gode nok til å angi årlige endringer.

2 Antall jernbaneulykker

2.1 Informasjonsgrunnlaget

Informasjonen om jernbaneulykker og skadeomfanget av de enkelte ulykker har blitt hentet fra følgende tre informasjonskilder:

- *Fra ulykkestelegrammer* som sendes sentraladministrasjonen relativt raskt etter at en ulykke har skjedd. I prosjektet har vi innhentet opplysninger om ulykker fra telegrammene i 1995 og 1996. Informasjonen som gis om hver enkelt ulykke er ikke standardisert, noe som gjør at omfanget av informasjonen og kvaliteten av denne varierer noe. Særlig er opplysningene om økonomiske konsekvenser ved materielle skader, og til dels graden av forsinkelse som oppstår på grunn av ulykken, mangelfullt dekket i telegrammene. Dette gjelder ofte også alvorlighetsgraden ved personskader. Ulykkestelegrammene dekker stort sett ulykker i forbindelse med togframføring. Det vil si at arbeidsulykker i forbindelse med reparasjon av tog eller andre personulykker som kan skje i vogner m.v. uavhengig av driftsuhell er utelatt.
- *Et register over punktlighet* og generelle driftsforstyrrelser i toggangen har også blitt anvendt som datakilde for 1995 og 1996. Her oppgis det bl a hva som er årsaken til driftsforstyrrelsene og omfanget av forsinkelsene. Noen fullstendig angivelse av forsinket tid for ulykestog og eventuelt andre berørte tog oppgis imidlertid ikke. Blant annet oppgis ikke forsinkelser for tog som innstilles. Antall passasjerer i togene oppgis heller ikke. Noen konsekvenser må derfor nødvendigvis anslås mer skjønnsmessig.
- For kalenderåret 1996 har vi fått kjørt ut alle data om togulykker i forbindelse med togframføring fra *Synergi*. Synergi er et EDB-basert register over uønskede hendelser innen jernbanen, som ble operativt fra 1.1.96. Her blir informasjonen innhentet via standardiserte skjemaer hvor det blant annet skal foretas spesifisering av omfang og kostnader som følger av skaden. Dels på grunn av at det tar tid å kartlegge slike konsekvenser, og dels på grunn av at systemet er nytt, er informasjonen som er ført inn i skjemaene relativt mangelfull. Likevel gir Synergi for en del ulykker materiellkostnader (over og under visse beløpsgrenser). For en del ulykker får vi også fra dette registeret utfyllende informasjon om skader på infrastruktur. Det antas at Synergi vil gi betydelig bedre informasjon om noen år.

Ingen av de tre ovennevnte datakilder ga noen totaloversikt over antall ulykker pr år. Det vil si at hvert enkelt register har en betydelig underdekning av ulykker. Ulykker med større skadekonsekvenser er imidlertid stort sett inne i alle de tre informasjonskildene.

2.2 Antall ulykker i 1995 og 1996

En oversikt over antall ulykker i 1995 og 1996 fordelt på type og skadegrad er gitt i tabellen nedenfor.

Tabell 1: Antall ulykker etter kategori, skadegrad i 1995 og 1996

Ulykkestype	Skadegrad						Sum
	Dødsulykke		Øvrige personskadeulykke		Materiellskadeulykke		
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	
Sammenstøt				1			1
Avsporing				2	43	36	81
Planovergang	1	1	8	2	8	5	25
Brann					4	4	8
Andre uhell	3	2	11	7	2	4	29
Sum	4	3	19	12	57	49	144

I tabell 1 er det skilt mellom fem ulykkestyper og tre skadegrader. Av tabellen ser vi at ulykker med den alvorligste skadegrad, det vil si ulykker hvor personer er drept, utgjorde henholdsvis fire og tre i 1995 og 1996. I begge disse årene ble en person drept i forbindelse med ulykke på planovergang, mens resten av de drepte er plassert under ulykkestypen andre uhell. Dette gjelder ofte personer som er påkjørt av toget i eller i nærheten av stasjonsområdet.

I oversikten over driftsulykker fra jernbaneverket for 1996 er det bare ført opp 2 drepte. NSB holder selvmord (vurdert av politiet) utenfor statistikken. De tre drepte (fra 23.7, 17.8 og 27.8) i 1996 i angitte informasjonskilder har imidlertid ingen merknader om selvmord. Her kan det nok også være tvil fra politiets side, noe som kan forklare differansen på den ene drepte. For øvrig er det – som tidligere omtalt – en betydelig generell underrapportering i eksisterende statistikk. F eks er det i årsrapporten fra NSB-bane ført opp 14 avsporinger i 1996 mot 36 i tabell 1.

I 1995 og 1996 var det i tillegg ni personer som ble påkjørt av tog som av politiet ble vurdert til å være selvmord. Disse hendelsene blir – også her - ikke definert som en togulykke og holdes derfor utenfor beregningene av skadekostnader m v. Stedene hvor selvmordene fant sted var stort sett utenfor stasjonsområder og ofte på uoversiktlige steder hvor togene hadde stor fart. En grunn til at vi her nevner antall selvmord på jernbanelinjer i 1995 og 1996 er at det også foregår selvmord i vegtrafikken. Underrapporteringen i vegsektoren er antagelig meget stor, noe som er et poeng ved sammenlikning av skadekostnader på skinner og veg.

Hva angår ulykker med personskade for øvrig ser vi at antallet utgjorde henholdsvis 19 og 12 i 1995 og 1996. I disse 31 ulykkene ble det til sammen skadet 43 personer hvorav 15 var alvorlig skadet. Vi ser også at de fleste personskadene innen denne gruppen skjer innen ulykkestypene planovergang og andre uhell. I tredje hovedkolonne ser vi at ulykker som bare omfatter materielle skader helt klart er

den største gruppen, tilsammen 106 for de to årene. Her dominerer ulykkestypen avsporing som omfatter ca $\frac{3}{4}$ av ulykkene med materiell skade.

Av sumkolonnen helt til høyre i tabellen ser vi at det totalt var 144 trafikkulykker for jernbane i 1995 og 1996. Her og for skadekostnadsberegninger i kapittel 3 foretas det ingen sontring mellom 1995 og 1996. Grunnen til dette er at vi ønsker å markere at registreringen av ulykkene ikke synes å være fullstendig. Dessuten har vi forskjellige datakilder i 1995 og 1996, på det vis at Synergi startet opp ved årsskiftet 1995/96. Men selv om vi hadde hatt en registrering av ulykker uten underrapportering ville likevel antall ulykker variere tilfeldig fra år til år. Ut fra erfaring med hensyn til å beregne usikkerhet innen lignende ulykkesgrupper er endringen fra ca 80 ulykker totalt i 1995 til 64 i 1996 langt fra statistisk signifikant. Informasjon om ulykkene gjengitt i tabell 1 brukes derfor bare til å beregne årlig gjennomsnitt m v.

3 Skadekostnader

3.1 Forutsetninger

I tabellen nedenfor er det satt opp enhetskostnader for forskjellige skadetyper som har vesentlig betydning for beregning av skadekostnader.

Tabell 2: Vesentlige forutsetninger i kostnadsberegninger for jernbaneulykker

Kostnadstype	Skadegrad	Enhetskostnad	Datakilder, referanser m v
Personkostnader	Lett skade	0,18	mill kr Justerte tall fra Statens vegvesen, håndbok 140, 1995
	Alvorlig skade	2,9	" " "
	Drepte	16,0	" " "
Vognkostnader	Lett	0,05	Noe skjønnsmessig vurdert
	Betydelig	0,6	Basert på skadevurderinger for 11 vogner (Synergi m v)
Infrastrukturkostnader m v	Sporveksler m v	0,9	Basert på regnskapsdata
	Sporskader pr m. Få vogn på sporet	0,002 0,0018	Regnskapsdata fra 3 større ulykker Kalkulerte kostnader ,kapitalkostn. (kr 320) og lønnskost. (kr 1500) for 2,5 timer
Indirekte kostnader	Tidskostnad pers.tog	0,0038	Kalkulert basert på kost pr time pr tog på kr 50 for 60 pers(tidsk.) , lønnsk. kr 150 og kapitalk. på kr 520 pr time
	Tidskostnad godstog	0,00205	Kalkulert basert på NSB tall for tap pr time pr tog på kr 200 (tid), kr 1700 (punktlighet)og kr 150 (lønn)
	Buss/Taxi	0,006	Forutsatt 2 busser i 6 timer pr ulykke med en gj. sn. Busskost. på kr 500 pr time
	Bilskader planovergang	0,05	Bilskader der det også er personskaade, jfr Elvik (1993)

I tabellen er det gitt en oversikt over kostnadstyper, enhetskostnader og datakilder. Idet følgende vil det bli gitt en mer grundig forklaring på hva som ligger bak enhetskostnadene.

3.2 Grunlaget for beregning av kostnader ved personskader

Kostnadene ved personskader bygger på tidligere beregninger gjort ved TØI (Elvik 1993A, 1993B). Nye ulykkeskostnader for vegtrafikk, der økonomisk verdsetting av velferdstap ved ulykkene inngikk, ble da beregnet. Det ble også opprettet et samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker

og trafikksikkerhetstiltak som skulle gi årlige oversikter over kostnader ved trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak (Hagen 1993). Hensikten var at dette systemet skulle oppdateres årlig, slik at man til enhver tid hadde anslag på ulykkeskostnader og tiltakskostnader.

Ved opprettelsen forelå opplysninger for årene 1990 og 1991 i det samfunnsøkonomiske regnskapssystemet for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak. I 1994 ble systemet ajourført til 1992 (Hagen 1994). Senere har imidlertid oppdragsgiverne mistet interessen for å holde systemet vedlike. Det er derfor ikke oppdatert for årene 1993 og 1994. I 1997 ble imidlertid ulykkesdelen av regnskapssystemet oppdatert til 1995 av TØI for egen regning (Hagen 1997). Oppdatering til 1996 og 1997 er ikke utført.

I mellomtiden utga Statens vegvesen høsten 1995 en ny utgave av håndbok 140, konsekvensanalyser, der de trafikkulykkeskostnader TØI hadde beregnet for 1991 og 1993 (Elvik 1993A, 1993B) var oppdatert til 1995-priser. Håndboken opplyser ikke hvordan oppdateringen til 1995-priser er utført. Ulykkeskostnadene som er oppgitt i Statens vegvesens håndbok 140 ble imidlertid umiddelbart tatt i bruk av Statens vegvesen i forbindelse med revisjonen av Norsk veg- og vegtrafikkplan for perioden 1998-2007. De ble også tatt i bruk i ulike undersøkelser utført av TØI, herunder nytte-kostnadsanalyse av endrede fartsgrenser på motorveger (TØI-notat 1014/1995), nytte-kostnadsanalyse av tiltak mot elgulykker på ny riksveg 35 (TØI-notat 1031/1996) og nytte-kostnadsanalyse av statlige redningshelikoptre (TØI-notat 1033/1996). Alle disse undersøkelsene ble utført før ulykkesdelen av det samfunnsøkonomiske regnskapssystemet for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak ble oppdatert til 1995-priser tidlig i 1997.

Ulykkeskostnadene som er oppgitt i Statens vegvesens håndbok 140 har på denne måten langt på veg fått status som ”offisielle” ulykkeskostnader for vegtrafikk i Norge. TØI mener at det faglig sett hadde vært bedre å sørge for regelmessig oppdatering av ulykkeskostnader i det samfunnsøkonomiske regnskapssystemet for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak. Vi må imidlertid konstatere at det ikke har vært grunnlag for dette.

For å sikre en mest mulig konsistent bruk av ulykkeskostnader i ulike transportgrener, er derfor ulykkeskostnadene for jernbanen beregnet med utgangspunkt i de kostnader pr skadet person rapportert i offentlig vegtrafikkulykkesstatistikk som er oppgitt i Statens vegvesens håndbok 140. Tabell 3 oppgir disse kostnadene i 1995-priser.

Tabell 3: Samfunnsøkonomiske kostnader pr skadet person registrert i offisiell vegtrafikkulykkesstatistikk. 1995-priser

Skadegrad	Kostnad pr skadet person (kr)
Drept	16.600.000
Meget alvorlig skadet	11.370.000
Alvorlig skadet	3.780.000
Lettere skadet	500.000

Ved en overføring av disse kostnadene til jernbaneulykker, er det viktig å være klar over at kostnadene i tabell 3 tar hensyn til underrapportering av ulykker i offisiell statistikk. Antar man at det ikke forekommer underrapportering av personskader ved jernbaneulykker, kan ikke tallene i tabell 3 brukes direkte. Man bør da i stedet ta utgangspunkt i kostnadstall pr beregnet reelt tilfelle av personskade i vegtrafikken. Tabell 4 oppgir slike kostnadstall i 1995-priser.

Tabell 4: Samfunnsøkonomiske kostnader pr skadet person regnet pr beregnet reelt antall skadetilfeller. 1995-priser

Skadegrad	Kostnad pr skadet person (kr)
Drept	16.600.000
Meget alvorlig skadet	6.450.000
Alvorlig skadet	2.150.000
Lettere skadet	220.000

Følgende kostnadselementer er trukket ut av kostnadene ved vegtrafikkulykker, fordi de må beregnes spesielt for jernbanen: (1) Kostnader ved materielle skader, (2) Kostnader ved forsinkelser. Korrigert for disse kostnadselementene, blir kostnadene ved personskader ved jernbaneulykker grovt sett som oppgitt i tabell 4.

Tabell 5: Samfunnsøkonomiske kostnader pr skadet person ved jernbaneulykker korrigert for relevante kostnadselementer. 1995-priser

Skadegrad	Kostnad pr skadet. (Mill. kr)
Drept	16,00
Meget alvorlig skadet	6,40
Alvorlig skadet	2,10
Lettere skadet	0,18

Begrunnelsen for korrigeringen som er foretatt i tabell 4 utdypes i u.kap. 3.3.

3.3 Vurdering av kostnadselementer som overføres fra veg til jernbane

Under kapittel 1.2 om problemstillinger ble det satt opp 6 punkter som gjaldt kostnadselementer som skulle vurderes i forbindelse med bruk av enhetskostnader

hentet fra vegtrafikk. Ovennevnte enhetskostnader for personskader vil berøre kostnadselementene i pkt 1 om medisinske kostnader, pkt 2 om produksjonsbortfall, pkt 6 om økonomisk verdsetting av nedsatt livskvalitet og i noe mindre grad pkt 4 om administrative kostnader. Nedenfor vil vi foreta en vurdering av de tre enhetskostnadene i lys av realismen i overførbarheten av nevnte fire kostnadskomponenter fra vegsektoren.

Enhetskostnader for ulike typer medisinsk behandling (for eksempel kostnader pr liggedøgn i sykehus eller pr poliklinisk konsultasjon) varierer sannsynligvis bare i mindre grad med hvilken transportsektor ulykkene skjer. Ikke dermed sagt at dette er uinteressant å undersøke. Men innenfor prosjektets rammer vil vi ikke prioritere dette. Hovedpoenget ved bruk av slike enhetskostnader er at de skadde personene blir gruppert etter minst tre skadegrader. Som vi ser av tabell 2 og 5 varierer enhetskostnadene fra 0,18 mill kroner for lette skadde til 2,9 mill kroner for alvorlig skade og hele 16,0 mill kroner for drepte. De medisinske behandlingskostnadene utgjør en svært liten del av disse enhetskostnadene. I den sammenheng vises det til tabell 6 som inneholder kostnadselementene bak de nevnte enhetskostnader for personskader i vegtrafikk som vi omtalte i tabell 3.

Tabell 6: Totale samfunnsøkonomiske kostnader ved trafikkulykker der motor-kjøretøy er innblandet regnet pr skadet person. 1991-kr. Kilde: Elvik, 1993

Kostnader pr skadet person etter skadegrad (1991)				
Kostnadselement	Dødsfall	Meget alvorlig skade	Alvorlig skade	Lettere skade
Medisinske kostnader	6.000	188.000	106.000	13.000
Produksjonsbortfall	2.872.000	2.400.000	746.000	12.000
Materielle kostnader	58.000	55.000	41.000	30.000
Administrative kostn	42.000	70.000	40.000	24.000
Forsinkelser for trafikk	5.000	4.000	3.000	1.000
Nedsatt livskvalitet	11.250.00	2.812.000	900.000	112.000
	0			
Totale kostnader	14.233.00	5.529.000	1.836.000	192.000
	0			

For å komme fram til enhetskostnadene i tabell 5 for personskader har vi slått sammen skadegradene meget alvorlig skadde og alvorlig skadde ved å bruke antall skadde personer på veg som vekter. Dessuten har vi tatt ut kostnadselementene materielle kostnader og forsinkelser for trafikken (spesialberegnes for jernbanen) og deretter priskorrigert skadekostnadene til 1995-priser i henhold til omtalte håndbok 140. De øvrige kostnadselementene i tabell 6 vil vi kommentere i det følgende.

- Hvorvidt pkt 2 om produksjonsbortfall, det vil si verdien av redusert betalt produksjon og ubetalt husarbeid som følge av trafikkskader (dødsfall og andre skader), bør differensiere for samme skadegrad i jernbaneulykker kan diskuteres både ut fra teori og empiri. Vi har valgt å ikke prioritere en slik saksbehandling innenfor ressursrammene og anvender derfor samme produksjonsbortfall som i vegsektoren. I den sammenheng vises det også til konfidensintervaller for ulykkeskostnadene, som ifølge Elvik (1994), er relativt stor (minst $\pm 25\%$)

- Økonomisk verdsetting av nedsatt livskvalitet, det vil si av velferdstap ved ulykker knyttet til nedsettelse av livskvaliteten i vid forstand, utgjør som vi ser av tabell 6 en vesentlig andel av enhetskostnaden pr skadet. Hva som ligger bak de beregnede kostnadene for nedsatt livskvalitet er utførlig dokumentert og forklart i Elvik (1993). Kort fortalt er det beregnet hva velferdstap på grunn av trafikkulykker er verdsatt til økonomisk ved å knytte resultatene til undersøkelser om betalingsvilligheten for en risikoreduksjon som statistisk sett tilsvarer et unngått dødsfall (verdien av et statistisk liv). I tillegg er det ved hjelp av ulike indekser for livskvalitet ved ulike helsetilstander beregnet konsekvensen av trafikkulykker på kort og lang sikt (kvalitetsjusterte leveår). Ved å kombinere informasjon om nedsatt helse med betalingsvilligheten for redusert risiko, er det beregnet gjennomsnittlig velferdstap for ulike skadetyper etter alvorlighetsdiagnose. Undersøkelser og datamateriale fra mange land er lagt til grunn for beregningene i Elvik (1993). De tre enhetskostnadene for personskader som er lagt til grunn i tabell 2 innebærer at kostnadene som skyldes nedsatt livskvalitet er overført fra vegulykker til jernbaneulykker. Denne forutsetningen er også diskutabel. Blant annet viser utenlandske undersøkelser at risikoen knyttet til større ulykker innen tog og fly oppfattes som betydelig mer skremmende enn i vegtrafikk selv om risikoen for skade eller død er den samme. Dette gir derfor større betalingsvillighet og tilsier et høyere anslag på nedsatt livskvalitet pr skade enn i vegtrafikk jf for eksempel betalingsvillighetsstudier fra Londons undergrunnsbane hvor konklusjonen var at verdien av et statistisk liv burde settes 50% høyere enn for tilsvarende i vegtrafikken. Senere foretas det derfor følsomhetsberegninger for denne forutsetningen. For øvrig vises det til en mer utdypende diskusjon i u.kap. 3.4.
- Hva angår punkt 4 som omhandler kostnadselementet administrative kostnader er det også her tvil om hvorvidt man kan forutsette tilsvarende kostnader som innen vegtrafikk, jf for eksempel Hagen og Elvik (1995). Administrative kostnader i forbindelse med trafikkulykker består av kostnader til forsikringsadministrasjon, trygdeadministrasjon og politi og rettsvesen. I sistnevnte dokument ble administrative kostnader pr ulykke for tog, fly og båt vurdert til å være høyere enn for vegtrafikkulykker. For jernbane var det et poeng at jernbanen i liten grad kjøpte forsikringstjenester. Dette har så, vidt vi vet i stor grad endret seg de siste par årene, noe som gjør at jernbanen på dette området er blitt mer lik vegtrafikk som igjen bør tilsi mer ensartede administrasjonskostnader pr ulykke. Administrasjonskostnadene i tabell 6 inngår derfor i enhetskostnadene gjengitt i tabell 2.

Materielle kostnader og kostnader knyttet til forsinkelse for trafikk som er oppgitt i tabell 6, er blitt luket ut i enhetskostnadene ved personskader i tabell 2 på grunn av spesielle forhold innenfor jernbanedrift. Kostnadene må derfor her beregnes spesifikt, noe vi kommer nærmere tilbake til.

3.4 Effekter av større ulykker på transportetterspørsel og sikringstiltak

Et særtrekk ved jernbaneulykker, er at de har et stort katastrofepotensiale. Det betyr at mange mennesker kan bli drept eller skadet i samme ulykke. Erfaring har vist at store ulykker kan påvirke etterspørselen etter det transportmiddel ulykken gjelder og dermed påføre transportselskapet tap i form av redusert trafikk. I dette avsnittet vil den internasjonale forskning som er gjort for å kartlegge effekter på etterspørsel av større ulykker bli kort gjennomgått.

Borenstein og Zimmerman (1988) undersøkte virkninger av flyulykker på etterspørselen etter flyreiser og flyselskapenes aksjeverdi. Undersøkelsen omfattet større flyulykker i USA fra 1960 til 1985. Borenstein og Zimmerman fant ingen statistisk pålitelig virkning på etterspørselen etter flyreiser av disse ulykkene. De fant derimot at berørte flyselskapers aksjeverdi gikk ned med gjennomsnittlig 0,94% første omsetningsdag etter dødsulykker. I gjennomsnitt representerte dette et tap på 4,5 millioner dollar pr selskap. Nedgangen i aksjekurser var imidlertid kortvarig. Borenstein og Zimmermans undersøkelse tyder følgelig på at større flyulykker ikke har noen statistisk påvisbare virkninger på etterspørselen.

Broder (1990) studerte virkningen på aksjeverdien til en rekke børsnoterte selskaper av godt publiserte dødsulykker i selskapene. Studien omfattet alle bransjer. Den omfattet både arbeidsulykker, transportulykker og ulykker knyttet til bruk av en bedrifts produkter. Broder fant store effekter av dødsulykker. I gjennomsnitt førte slike ulykker til et tap av aksjeverdi på 50 millioner dollar pr drept person. Dette tapet er betydelig høyere enn vanlige ulykkeskostnader og kommer i tillegg til disse.

Jones-Lee og Loomes (1994) studerte betalingsvillighet for økt sikkerhet på undergrunnsbanen i London. De nevner blant annet at brannen på Kings Cross stasjonen i 1987, der 31 mennesker omkom, førte til et inntektstap på minst 30 millioner pund. Jones-Lee og Loomes (1995) er en oppfølgingsstudie, der såkalte skalaeffekter og konteksteffekter i økonomisk verdsetting av sikkerhet på undergrunnsbanen i London ble undersøkt. Med "skalaeffekt" menes et katastrofetillegg til ulykkeskostnadene, det vil si at en ulykke med f eks 30 drepte vurderes som mer alvorlig enn 30 ulykker, hver med 1 drept, slik at publikum er villig til å betale mer for å unngå den store ulykken enn de mange små. Med "konteksteffekter" siktet Jones-Lee og Loomes til effekter av følgende forhold:

1. Manglende egen kontroll over risikoen når man er T-bane passasjer,
2. Graden av frivillighet i eksponeringen for risiko,
3. Graden av eget ansvar for ulykker, og
4. Det at transportene foregår under baken i et lukket rom.

De fant ingen statistisk pålitelig skalaeffekt i den økonomiske verdsetting av økt sikkerhet på undergrunnen i London. De fant derimot en konteksteffekt på 51%. Det vil si at forebygging av en dødsulykke på undergrunnen i London verdsettes ca 50% høyere enn forebygging av en dødsulykke i

vegtrafikken, fordi man på undergrunnen opplever at man ikke har kontroll over risikoen, er i et lukket rom, osv. Denne konteksteffekten har imidlertid ikke noe med antallet drepte i hver ulykke å gjøre.

Zeckhauser (1996) gir en bred innføring i "katastrofeøkonomi" og drøfter vurderingen av katastrofer generelt. Han påpeker at det er et paradoks at en flyulykke i USA i 1994 der 130 mennesker omkom ble gitt enorme medieoppslag og av alle betraktet som en katastrofe, mens det ikke ble betraktet som noen katastrofe at 1.000 mennesker omkom i trafikkulykker i USA den samme uken som flyulykken skjedde. Han hevder at frykten for katastrofer kan føre til irrasjonelle beslutninger. Som et eksempel på dette nevner han at kullfyrte kraftverk i USA mer og mer erstatter kjernekraftverk. Ifølge Zeckhauser kan dette føre til en generell økning av dødeligheten på grunn av økt forurensning.

Evans og Morrison (1997) drøfter hvordan ulykkesrisiko og driftsforstyrrelser som følge av ulykker kan innlemmes i økonomiske analyser av hvordan et optimalt kollektivtrafikktilbud utformes. De nevner blant annet at Kings Cross brannen i 1987, der 31 mennesker omkom, førte til at det ble gjennomført ekstra brannsikringstiltak på undergrunnen i London til en kostnad på 250 millioner pund. Togkollisjonen ved Clapham Junction i 1988, der 35 mennesker omkom, førte til at British Rail i perioden 1990-92 forsterket signalanleggene for 500 millioner pund. Disse eksemplene viser at store ulykker kan føre til skjerpede sikkerhetskrav som medfører betydelige kostnader. Evans og Morrison nevner også at trafikken med undergrunnen i London gikk ned med 6% det første året etter Kings Cross brannen.

Resultatene av disse undersøkelsene er sprikende. De fleste undersøkelser tyder likevel på at større ulykker med tog eller fly kan ha betydelige ringvirkninger som påfører de berørte selskapene store kostnader. Tre typer slike virkninger er påvist:

- 1 Etterspørselen kan nå ned. Dette fører til inntektstap,
- 2 Aksjeverdien kan synke. Dette betyr at selskapets formuesverdi reduseres, f eks at jernbanens bygninger og rullende materiell faller i verdi,
- 3 Ekstra sikkerhetstiltak kan bli innført. Dette fører til at kostnadene til sikkerhetstiltak øker.

Det foreligger for få undersøkelser, med altfor sprikende resultater, til at det er mulig å tallfeste disse virkningene med hensyn til togulykker i Norge. Det er likevel viktig å være oppmerksom på at disse virkningene kan forekomme og kommer i tillegg til de ulykkeskostnader som er beregnet i dette notatet.

3.5 Skadekostnader på vogner

Som omtalt i kapittel 2 om informasjonsgrunnlaget (2.1) vil skaderegisteret, synergi på sikt også omfatte data om skadekostnader. På grunn av at det tar tid å kartlegge skadekostnader på vogner og på grunn av at synergi er et relativt nytt EDB-register er skadekostnader bare sporadisk innarbeidet i systemet. Det er derfor innhentet skadekostnader for en del utvalgte ulykker i 1996 fra interne kilder i NSB-BA. Dette gjaldt 8 ulykker hvor skadegraden på vognene ble antatt å være betydelige. For de 11 vognene som inngikk i disse ulykkene ble gjennomsnittlige skadekostnader beregnet til ca 0,6 mill kroner som også er ment å inkludere skade på last og administrasjonskostnader i forbindelse med ulykkene. Ovennevnte 8 jernbaneulykker med 11 vogner som ble antatt å være betydelig skadet ble hentet ut av synergiregisteret for de syv første månedene av 1997. For hele 1995 og 1996 ble det registrert til sammen 33 vogner i uhellstelegrammer, synergi m v med betegnelsen betydelige vognskader. Regnes helårsvirkning av nevnte 8 ulykker med 11 impliserte vogner for de 7 første månedene av 1997, henger dette godt sammen med 33 vogner med betydelig skade i årene 1995 og 1996. Selv om anslaget på 0,6 mill pr vogn er grovt for vogner med betydelig skade synes det rimelig å legge dette til grunn. På lengre sikt vil synergisystemet gi bedre anslag her, noe som også tilsier at det ikke bør legges for mye ressurser i dette nå.

For årene 1995 og 1996 var det 130 vogner som ble oppgitt med lettere grad av skade. I ulykkene hvor disse vognskadene inngikk ble de totale materielle skadekostnadene ofte vurdert til å ligge under 10 000 ecu, noe som tilsvarer 80 000 kroner. Noe skjønnsmessig er gjennomsnittlige skadekostnader for vogner med lettere skader satt til 50 000 kroner, inklusive skade på last og administrasjon i forbindelse med skadevurdering av vognene. Settes for eksempel denne enhetskostnaden opp med kr 10 000 vil de totale skadekostnadene for alle jernbaneulykker pr år øke med 0,6%.

3.6 Infrastrukturkostnader

I tabell 2 ser vi at det er ført opp tre enhetskostnader for beregning av kostnader ved infrastruktur. Det knyttes følgende kommentarer til disse:

- Sporveksel blir ofte ødelagt ved avsporinger. I følge jernbaneverket er det relativt sjelden lønnsomt å reparere vekselen. En ny sporveksel koster ca kr 0,9 millioner når installeringen er inkludert.
- Sporskade pr ødelagt svillemeter er ut fra regnskapsdata fra jernbaneverket for 3 større ulykker gjennomsnittlig beregnet til kr 2 000 pr meter. To av ulykkene skjedde i 1995 (Fidjetun, Årnes stasjon) og en i 1996 (Hell). Her er alle materielle kostnader og kostnader ved maskinbruk lagt inn i regnestykket. Regnskapstallene måtte spesialutkjøres, noe som har lagt begrensninger på antall observasjoner. Det er grunn til å tro at spredningen i enhetskostnadene for ødelagt svillemeter er stor. Blant annet vil spesifikke lokale forhold ha betydning for kostnadene.

- Som angitt i tabell 1 ble over 50% av ulykkene oppgitt til å være avsporinger (skyldes ofte feil ved skinnene). I den sammenheng må avsporede vogner settes på sporet igjen vanligvis med hjelp av en kranvogn. Kostnaden ved denne operasjonen er som vi ser av tabell 2 kalkulert til 1 800 kroner. Grunnlaget for dette er kapitalkostnader på kr 320 (kranvognkjøp 2 mill kroner, levetid 30 år, kalkulasjonsrente på 7%) og lønnskostnader på kr 1 500 (tre personer i 2,5 time).

3.7 Andre kostnader

Av tabell 2 ser vi at det er satt opp flere enhetskostnader under andre kostnader. Først kommenteres tidskostnader pr time for person- og godstog

- Tidskostnadene for persontog kalkuleres både på grunnlag av tidstap for passasjerene og av driftsstansen som oppstår for toget. Passasjerenes tidskostnader er basert på kr 50 pr time pr person ganget opp med et gjennomsnittlig belegg pr tog på 60 personer. Tidskostnaden pr time pr person er stort sett i tråd med tilsvarende forutsetninger for buss jfr håndbok 140 fra Statens vegvesen. Imidlertid vil før nevnte prosjekt som er på gang på TØI om håndbok for nytte-kostnadsanalyser for jernbanen omfatte en grundig kalkulasjon av tidskostnader, noe som gjør at forutsetningene i dette avsnittet bør justeres senere. Dette gjelder også lønnskostnader for personale på toget (kr 150 pr time x 2) og kapitalkostnader på vel kr 500 pr time som også inngår i det generelle driftstap pr tog som her settes lik kostnadene. Sistnevnte kapitalkostnader er basert på nyvognpris på kr 10 millioner pr vogn, 50 års levetid, driftstimer på 3 000 pr år og 7% kalkulasjonsrente.
- Tidskostnadene pr time for godstransport er basert på tall som NSB selv bruker. For direkte tidstap er det lagt til grunn 8 kroner pr vogn x 25 det vil si kr 200 pr tog og i tillegg kr 1 700 pr tog pr time som gjenspeiler viktigheten av punktlighet ovenfor kunder, jf for eksempel før nevnte ECON-rapport 105/94.

I 1995 og 1996 ble det ved 34 jernbaneulykker satt inn buss/taxi for å redusere tidstapet for passasjerene. Enhetskostnaden pr ulykke i disse tilfellene er satt lik 6 000 kr. Bakgrunnen for dette enhetstallet er at det brukes to busser i 6 timer pr ulykke med en gjennomsnittlig busskostnad på kr 500 pr time, jfr rutebilstatistikk fra NSB. I forbindelse med ulykker på planoverganger oppstår det bilskader. Enhetskostnaden er som angitt i tabell 2 ført opp med 50 000 kroner. Dette tilsvarer gjennomsnittlig bilskadekostnad med personskaade som er beregnet i Elvik (1993).

4 Samfunnsøkonomiske kostnader

4.1 Årlige samfunnsøkonomiske kostnader

Legges forutsetningene fra kapittel 3.1 kombinert med antall ulykker som det ble redegjort for i kapittel 2 til grunn, blir de samfunnsmessige skadekostnadene som angitt i tabell 7 nedenfor:

Tabell 7: Totale samfunnsmessige skadekostnader fordelt på komponenter i 1995 og 1996. Mill kr (1995- priser)

Type kostnader	Skadebetegnelse	Mill kr.	Mill kr
Personkostnader	Lett skade	5,04	
	Alvorlig skade	43,50	
	Drepte	112,00	
	Sum		160,54
Skadekostnader på vogner	Lett	6,50	
	Betydelig	19,80	
	Sum		26,30
Infrastruktur mv	Sporveksler	12,60	
	Sporskader(Sviller)	5,97	
	Få vogner på sporet	0,15	
	Sum		18,72
Andre skader	Tidskostnader	1,62	
	Buss/Taxi	0,20	
	Bilskader – m.v.	1,30	
	Sum		3,13
Sum			208,69
Gjennomsnitt pr år			104,34

Av høyre kolonne i tabellen ser vi at totale personkostnader for de to årene utgjør vel 160,5 mill kroner. Herav utgjør beregnede personkostnader for drepte vel 112 mill kroner, mens tilsvarende tall for alvorlig skadde og lett skadde er henholdsvis 43,5 mill og 5 mill kroner. I forhold til totale samfunnsmessige skadekostnader på nær 209 mill kroner utgjør personkostnadene nær 77%.

Dersom verdsettingen av velferdstapet øker med 50% - jfr diskusjonen i kap 3.1 – øker personskadekostnadene med ca 56 mill for de to årene. Dette skulle isolert sett tilsi at det er vesentlig å sette inn forebyggende tiltak ovenfor jernbaneulykker med personskader, for eksempel planovergangsulykker.

Av materielle skadekostnadskomponenter ser vi av tabellen at vognskadene har størst betydning. Totale skadekostnader utgjør for denne gruppen vel 26 mill. Tilsvarende tall for skadekostnader i forbindelse med infrastruktur utgjør nær 19 mill kroner for 2-årsperioden. Her ser vi at det er sporveksler på 12,6 mill som veier tyngst. Skadekomponenten som er kalt for andre skader utgjør vel 3 mill.

Her er det tidskostnadene på ca 1,6 mill som veier mest, mens bilskader i forbindelse med planoverganger på ca 1,3 mill har også en viss betydning.

Totalt sett utgjør de samfunnsmessige skadekostnadene for jernbaneulykker gjennomsnittlig pr år ca 104 mill, noe som gir en kostnad på under kr 2,8 pr togkilometer i 1996 jfr årsrapport fra NSB BA 1996. Fordeles sistnevnte kostnad på person- og godstog - basert på transportarbeid gitt i tabell 12 - får vi henholdsvis kr 0,023 pr personkm og kr 0,018 pr tonn km. Ulykkeskostnaden ved sammenstøt mellom person- og godstog er da fordelt med 50%. Til sammenligning utgjorde de samfunnsøkonomiske skadekostnadene innen vegtrafikk ca 22 630 mill i 1995 noe som tilsvarer ca kr 0,8 pr kjørte vognkm, jfr Hagen (1997).

4.2 Gjennomsnittlig samfunnsmessige skadekostnader pr ulykkestype

Fordeles de samfunnsøkonomiske kostnadene på antall ulykker etter type angitt i tabell 1 får vi følgende oversikt over skadekostnader pr ulykke.

Tabell 8: Gjennomsnittlig skadekostnad pr ulykke etter kategori og skadegrad. Mill kr. 1995 - priser

Ulykkestype	Skadegrad		
	Drepte*	Personskade*	Materiellskade
Sammenstøt		8,40	
Avsporing		3,03	0,44
Planovergang	16,06	2,15	0,21
Brann			0,06
Andre uhell	16,02	1,35	0,25

*Inklusive eventuelle materielle skadekostnader.

Som vi kunne forvente ligger ulykker med drepte personer høyest med gjennomsnittlig skadekostnad på ca 16 mill. Som nevnt under kapittel 2 var det til sammen 7 slike ulykker i 1995 og 1996. For ulykker med personskade for øvrig varierer tilsvarende skadekostnad pr ulykke fra ca 1,3 mill til 8,4 mill, i stor grad avhengig av antall skadde personer pr ulykke og delvis avhengig av omfanget av materielle skader. Antall ulykker med personskade utgjorde til sammen 31 for de to aktuelle årene. De fleste ulykkene utgjøres av den tredje ulykkestypen som bare omfatter materiellskade (106). For denne gruppen varierer gjennomsnittlig skadekostnad pr ulykke fra ca 60 000 for brann til 440 000 ved avsporing. Som nevnt innledningsvis bør beregningene som ligger til grunn for tabell 5 rulleres om et par år når prosjektet som gjelder håndbok for nytte-kostnadsanalyser er utført og den interne statistikkregistret er forbedret.

5 Eksterne og interne skadekostnader

5.1 Forutsetninger

Virkninger av jernbaneulykker kan deles inn i følgende to hovedtyper:

- Interne virkninger, som inngår i aktørens nyttefunksjon
- Eksterne virkninger, som *ikke* inngår i aktørens nyttefunksjon

Inndelingen ovenfor – jfr. En mer presis definisjon og omtale i Elvik m fl (1996) innebærer at eksterne kostnader ikke betales av den som er årsak til skaden. Snderingen mellom interne og eksterne kostnader er således vesentlig for å finne fram til gode tiltak med hensyn til å forebygge trafikkulykker. Forutsetninger som legges til grunn for beregninger av interne og eksterne skadekostnader er analoge med Elvik (1994) som gjelder vegtrafikk hvor eieren av vegsystemet er statlig med individuelle private brukere. For jernbanedrift er systemet antagelig mer komplekst på grunn av oppsplittingen i jernbaneverket og NSB-bane, noe som krever en mer omfattende utredning enn hva som gjøres her. Følgende kostnadskomponenter er forutsatt å være eksterne:

- Personkostnader for 3. person, dvs personer som verken er ansatte eller reisende. 3. person som blir skadet av jernbane oppholder seg som regel langs sporet utenfor plattform m v eller krysser sporet i forbindelse med planovergang
- For ansatte i jernbanen og for passasjerer forutsettes hoveddelen av skadekostnadene å være interne. Unntak her er komponenter av skadekostnader som faller på pårørende i form av redusert livskvalitet, privat tredjepart og offentlig sektor (hovedsakelig kostnader i det offentlige helsevesen og tapte skatteinntekter). De samfunnsøkonomiske skadekostnadene pr ulykke som var gjengitt i tabell 3 foran er i Elvik (1993) også fordelt på trafikanter, pårørende, privat tredjepart og offentlig sektor. For disse beregningene utgjør de eksterne kostnadene følgende andeler av skadekostnader for ansatte og passasjerer:

Drepte: 18,2%

Alvorlig skadde: 38,2%

Lettere skadde: 28,6%

- Alle materielle skadekostnader er forutsatt å være interne bortsett fra bilkostnader ved planovergangulykker.
- 20% av tidskostnadene er forutsatt å være eksterne. Tanken bak dette er at ikke hele ulempen som passasjerene har av forsinkelser slår ut i tapte billettinntekter på kort og lang sikt. Denne eksterne skadekomponenten

vil bli vurdert mer grundig i forbindelse med nevnte håndbok for nyttekostnadsanalyser innenfor jernbane.

5.2 Resultater

Forutsetningene skissert i kapittel 5.1 er opphav til gjennomsnittlig eksterne skadekostnader pr ulykkestype i tabellen nedenfor.

Tabell 9: Gjennomsnittlig eksterne skadekostnad pr ulykke etter kategori og skadegrad. Mill kr. 1995 - priser

Ulykkestype	Skadegrad		
	Drepte*	Personskade*	Materiellskade
Sammenstøt		0,68	
Avsporing		1,11	0,016
Planovergang	16,03	2,03	0,020
Brann			0,003
Andre uhell	8,15	0,74	0,016

*Inklusive eventuelle materielle skadekostnader

Som vi ser av tabell 6 er de gjennomsnittlige eksterne skadekostnader pr ulykke betydelige for drepte i forbindelse med planovergang på ca 16,0 mill og for andre uhell på ca 8 mill. Eksterne skadekostnader for personskader for øvrig er også betydelige og varierer fra ca 0,7 mill til 2,0 mill for de fire angitte ulykkestypene.

Eksterne, skadekostnader for ulykker med bare materiellskader må relativt sett sies å være lave. Av tabellen ser vi at disse varierer fra 3 000 kr til ca 20 000 pr ulykke. I tabellen nedenfor har vi beregnet omtalte eksterne skadekostnader i prosent av totale skadekostnader pr ulykke.

Tabell 10: Eksterne i % av totale skadekostnad pr ulykke etter kategori og skadegrad.

Ulykkestype	Skadegrad		
	Drepte*	Personskade*	Materiellskade
Sammenstøt		8,15	
Avsporing		36,57	3,54
Planovergang	99,80	94,49	9,56
Brann			3,94
Andre uhell	50,87	54,98	6,17

* Inklusive eventuelle materielle skadekostnader

Som vi ser av tabellen er nær 100 % av skadekostnadene eksterne for planovergangulykker der det er drepte personer. For andre uhell er tilsvarende skadekostnadsandel nær 51%. Ulykker ved planovergang har også en høy prosentandel for ulykker med personskade for øvrig (94%). Tilsvarende

prosentandel for eksterne kostnader for andre uhell, avsporing og sammenstøt er henholdsvis nær 55%, nær 37% og ca 8%.

Ulykker med materiellskader har en relativt lav prosentandel eksterne kostnader. Avsporingulykkene ligger her på ca 9,5% mens de tre andre ulykkestypene ligger i intervallet 3,5% til 6%.

I tabell 11 har vi også beregnet totale eksterne samfunnsmessige skadekostnader fordelt på komponenter i 1995 og 1996.

Tabell 11: Eksterne samfunnsmessige skadekostnader i 1995 og 1996. Mill kr (1995- priser)

Type kostnader	Mill kr
Personkostnader	104,03
Skadekostnader på vogner	0,00
Infrastruktur m v	0,00
Andre skader	1,62
Sum	108,16
Gjennomsnitt pr år	54,08

Som vi ser av tabellen utgjør de totale eksterne skadekostnadene nær 108 millioner for de to årene. Dette utgjør ca 51% av de totale samfunnsmessige skadekostnadene i perioden, jfr tabell 7. Som vi kunne forvente er det personskadekomponenten som utgjør mesteparten av disse kostnadene (106,5 mill). Til slutt fordeles de eksterne skadekostnadene etter type transportarbeid, jfr tabell 12.

Tabell 12: Eksterne skadekostnader fordelt på transportarbeid i 1995 og 1996. Mill kr (1995-priser)

	Mill kr	Mill pers.km	Mill tonnkm	Kr pr pers/tonnkm
Persontog	57,97	4830*		0,012
Godstog	50,19		5351*	0,009

*Kilde: Årsrapport fra NSB BA 1996.

I tabell 9 er eksterne skadekostnader for persontog (ca 58 mill) og for godstog (ca 50 mill) fordelt på transportarbeidet for de to togtyper. Som vi ser av høyre kolonne utgjør eksterne skadekostnader henholdsvis 0,012 kr pr personkm og 0,009 kr pr tonnkm for persontog og godstog. I forhold til tidligere grove beregninger i Eriksen og Hovi (1995) utgjør disse enhetskostnadene en andel på henholdsvis ca 14% og 36%. Nedgangen kommer delvis av at antall drepte og alvorlig skadde er redusert betydelig i forhold til 1993 som var beregningsgrunnlaget til Eriksen og Hovi.

6 Operativ bruk av beregnede samfunnsøkonomiske kostnader

Som nevnt innledningsvis (kap 1) var hovedhensikten med prosjektet å beregne samfunnsøkonomiske ulykkeskostnader til bruk for nytte-kostnadsanalyser. Ut fra Jernbaneverkets behov – som også er oppdragsgiver – er dette målet nådd. Jernbaneverket som er en statlig institusjon bør legge de samfunnsøkonomiske skadekostnader pr ulykkestype i tabell 8 (u.kap 4.2) til grunn i slike investeringsanalyser.

I forbindelse med beregninger av eksterne og interne skadekostnader i kap 5 ble det forutsatt analoge forutsetninger som i vegsektoren. Hovedsakelig på grunn av at NSB fra og med 1997 er delt opp i et Jernbaneverk og et driftsselskap (NSB BA) kan derfor ikke disse to kostnadskomponentene være basis for å bestemme et riktig avgiftsnivå og en samfunnsøkonomisk riktig pris for jernbanetjenester. I hvilken grad NSB-bane kan betraktes som en privat aktør vil blant annet ha betydning i denne sammenheng. De eksterne og interne skadekostnadene som er beregnet i kap 5 vil bare være et grunnlag for videre utredninger i bl a før nevnte revidering av Jernbaneverkets håndbok som er under arbeid. Uansett er det av interesse at de eksterne skadekostnadene – som er beregnet analogt med tidligere beregninger – utgjør en andel på ca 14 og 36% for henholdsvis persontog og godstog i forhold til Eriksen og Hovi 1995.

7 Referanser

- Borenstein, S.; Zimmerman, M.B.
Market incentives for safe commercial airline operation. American Economic Review, 78, 913-935, 1988.
- Broder, I. E.
The cost of accidental death: a capital market approach. Journal of Risk and Uncertainty, 3, 51-63, 1990.
- ECON Analyse A/S.
Nytte-kostnadsanalyse av jernbaneinvesteringer. Om metoder og forutsetninger. ECON Rapport 105/94. Oslo, ECON Senter for økonomisk analyse, 1994.
- Elvik, R., Eriksen Sandberg, K. Minken, H., Rekdal, J.
En kort gjennomgang av ProSuS' rapport "Transport, helse og miljø i et samfunnsøkonomisk perspektiv". Arbeidsdokument TØ/945/96. Oslo, Transportøkonomisk institutt. 1996.
- Elvik, R.
The external costs of traffic injury: definition, estimation and possibilities for internalization. Accident Analysis and Prevention, 26, 719-732, 1994.
- Elvik, R.
Økonomisk verdsetting av velferdstap ved trafikkulykker. Dokumentasjonsrapport. TØI-rapport 203. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1993B.
- Elvik, R.
Hvor mye er unngåtte trafikkulykker verd for samfunnet? TØI-rapport 193. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1993A,
- Eriksen Sandberg, K og B. Hovi
Transportmidlenes marginale kostnadsansvar. TØI-notat 1019/95. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1995.
- Evans, A. W.; Morrison, A.D.
Incorporating accident risk and disruption in economic models of public transport. Journal of Transport Economics and Policy, 31, 117-146, 1997.

- Hagen, K-E.
Samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak TØI rapport 182/1993.
Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1993
- Hagen, K-E.
Rullering av samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak (SRT) for 1992. Arbeidsdokument TST/0570/94.
Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1994.
- Hagen, K-E.
Rullering av skadedelen i samfunnsøkonomisk regnskapssystem for trafikkulykker og trafikksikkerhetstiltak (SRT) for 1995. Arbeidsdokument TST/0823/97. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1997.
- Hagen, K-E., Elvik, R.
Planlegging og vurdering av tiltak på tvers av transportgrener, anvendeligheten av ulykkeskostnader i ulike transportgrener. Arbeidsdokument TST/0664/95. Oslo, Transportøkonomisk institutt, 1995.
- Hansen, J.K.
Transport, helse og miljø i et samfunnsøkonomisk perspektiv. Oslo (Prosus-rapport, utkast), 5. oktober 1997.
- Jones-Lee, M. W.; Loomes, G.
Scale and context effects in the valuation of transport safety. Journal of Risk and Uncertainty, 11, 183-203, 1995.
- Jones-Lee, M. W.; Loomes, G.
Towards a willingness-to-pay based value of underground safety. Journal of Transport Economics and Policy, 28, 83-98, 1994.
- Norges Statsbaner.
Driftsuhell 1996. Oslo, Norges Statsbaner, 1997.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet.
Håndbok 140. Konsekvensanalyser. Del IIB. Metodikk for beregning av prissatte konsekvenser. Brukerveiledning for EFFEKT 5. Oslo, Vegdirektoratet, 1995.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet.
Håndbok 140. Konsekvensanalyser. Del 1. Prinsipper og metodegrunnlag. Oslo, Vegdirektoratet, 1995.
- Statens vegvesen.
Håndbok 140. Veiledning. Konsekvensanalyser. Del I. Prinsipper og metodegrunnlag. Oslo, Statens vegvesen, 1995.
- Zeckhauser, R.
The economics of catastrophes. Journal of Risk and Uncertainty, 12, 133-140, 1996.