

"Lyntog mellom Oslo og Trondheim"

En nytte- kostnadsanalyse med fokus på
agglomerasjons- og miljøeffekter

Tony Chiu – Chun Yip
Mars 2014

FORORD

Denne masteroppgaven ble utført ved Norges Teknisk Naturvitenskapelig Universitet (NTNU), institutt for samfunnsøkonomi.

Masteroppgaven er skrevet med veiledning fra Anne Borge Johannesen på NTNU. Jeg vil takke henne for konstruktive- og motiverende tilbakemeldinger. Jeg vil også takke Wai, Fredrik og Dag Anders for all motivasjon og hjelp under oppgaveskrivingen.

Trondheim, 27. februar 2014

Tony Chiu-Chun Yip

Innholdsfortegnelse

Kapittel 1: Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Jernbaneverkets høyhastighetsutredning	2
1.3 Problemstilling.....	3
1.4 Oppgavens oppbygging	4
Kapittel 2: Lyntogets mulige effekter	5
2.1 Høyhastighetsbane	6
2.2 Jernbanen i Norge	7
2.3 Transportbildet i et miljøperspektiv	8
2.4 Lyntogs forventede effekt på transportbildet.....	11
2.5 Andre mulige effekter av lyntog.....	12
Kapittel 3: Samfunnsøkonomiske analyser	13
3.1 Innledning	13
3.2 Formålet med samfunnsøkonomiske analyser.....	14
3.3 Nytte- kostnadsanalyse (NKA).....	14
3.3.1 Sentrale begreper i nytte- kostnadsanalyse.....	15
3.4 utfordringer i Nytte- kostnadsanalyse.....	19
Kapittel 4: Mernytteeffekter	21
4.1 Innledning	21
4.2 Markedssvikt	22
4.2.1 Eksterne virkninger.....	22
4.2.2 Ufullkommen konkurranse	24
4.3 Ulike mernytteeffekter.....	26
4.3.1 Agglomerasjon.....	27
4.3.2 Arbeidsmarkedsvirkninger	29
4.3.3 Økt produksjon i imperfekte markeder.....	30
4.4 Empirisk litteratur av mernytte av transporttiltak.....	31
Kapittel 5: Grunnlag for casestudium av Oslo - Trondheim	32
5.1 Innledning	32

5.2 Utredninger og anbefalinger	33
5.2.1 Forskjellen mellom norsk og tysk metode.....	33
5.2.2 Nøkkelpunkter i JBV's høyhastighetsutredning	36
5.2.3 Resultatene.....	37
5.3 CO2-utslippet.....	39
5.4 Området for mulige mernytteeffekter	40
5.5 Oppsummering	41
Kapittel 6: Forutsetninger for nytte-kostnadsanalysen	43
6.1 Innledning	43
6.2 Modellen	44
6.3 Forutsetninger	45
6.4 Oversikt av scenarioanalysene.....	50
Kapittel 7: Scenarioanalyse	52
7.1 Scenario 1: Baseline	52
7.2 Scenario 2: Optimistisk	52
7.3 Scenario 3: Pessimistisk	53
7.4 Scenario 4: Kombi 1	54
7.5 Scenario 5: Hagen-utvalgets	55
7.6 Scenario 6: Kombi 2	56
7.7 Scenario 7: Stern.....	56
7.8 Scenario 8: Kombi 3	57
7.9 Oppsummering- og diskusjon av resultatene.....	58
Kapittel 8: Konklusjon.....	60
Referanser:	62
Vedlegg:	68

Kapittel 1: Innledning

«Alle veiprosjekter blir feilaktig dømt ulønnsomme»

(DN.no 25.09.2012)

Dette er overskriften som møtte leserne av Dagens Næringsliv på nett en høstdag i 2012. Overskriften er sitert Vilrid Merete Femoen, leder av politikk og strategi hos Opplysningsrådet for Veitrafikken (OFV). Hun stiller seg kritisk til den norske modellen for samfunnsøkonomiske analyser, som har vært beslutningsgrunnlaget i flere samferdselsprosjekter som har blitt lagt på is på grunn av manglende lønnsomhet. Femoen støttes også av andre rapporter som har konkludert med at de norske samfunnsøkonomiske analysene ikke tar høyde for en rekke viktige faktorer. Modellene er så omdiskuterte at enkelte til og med mener det ikke er noe poeng i å ta hensyn til de samfunnsøkonomiske beregningene. Beregningsgrunnlaget for levetiden på tiltakene settes for kort, kalkulasjonsrenten for beregning av nåverdien settes for høyt og mernytteeffekter utelukkes. På grunn av dette, er det mange som mener utregningene gir et feilaktig bilde av det som skal være et viktig beslutningsgrunnlag for norsk samferdselspolitikk.

1.1 Bakgrunn

I Norge er man mer opptatt av utbyggings- og driftskostnader enn de indirekte samfunnsøkonomiske gevinstene man får av et prosjekt (Samstad m.fl., 2012). Lyntog er et godt eksempel som gjenspeiler dette. Kostnadene for utbygging, drift og vedlikehold av lyntog er enorme, men til gjengjeld kan det også gi svært store miljøgevinster og gunstig nettonytte selv om netto samfunnsøkonomisk lønnsomhet ikke er positivt. NRK har gått gjennom Norsk Nasjonal Transports (NTP) 30 veiprosjekter for de neste fire årene hvor 18 av dem er samfunnsøkonomisk ulønnsomme. Dette kan tyde på at den samfunnsøkonomiske gevinsten ikke påvirker prioriteringen av hvilke prosjekter som skal satses på (NRK, 2013).

CO₂-utslippet har i Norge de siste årene stabilisert seg på et høyt nivå. Særlig innen transportsektoren har endringen vært svært liten (se figur 5.5). Utslippsnivået for de diverse transportmidlene har store forskjeller, og tog er uten tvil transportmiddelet som er mest miljøvennlig (Selvig m.fl., 2008). Verdsetting og beregning av miljøgevinster vil i noen tilfeller variere, selv for et og samme prosjekt. Dette kan komme av forskjellig bruk av metode. Det samme gjelder for nyttevirkninger utenom de direkte effektene. Det gjøres stadig

forskningsrapporter om hvordan man kan beregne disse effektene, og hvilke forutsetninger som skal inkluderes. For miljøet kan utbygging av lyntog gi reduserte CO₂-utslipp og eksterne kostnader som gir positive miljøeffekter (Norsk Bane, 2008). I denne sammenhengen kan eksterne kostnader være støy, slitasje av veier og bilkø.

1.2 Jernbaneverkets høyhastighetsutredning

I februar 2010 ga Samferdselsdepartementet Jernbaneverket et oppdrag med å utrede Norges muligheter for høyhastighetsbane i fremtiden (Jernbaneverket, 2012). De ulike korridorene (traseene) som skal bli analysert er:

1. Oslo – Kristiansand – Stavanger
2. Oslo – Bergen
3. Oslo – Trondheim
4. Oslo – Göteborg
5. Oslo – Stockholm
6. Bergen – Haugesund – Stavanger i kombinasjon med 1 og 2.

For traseene skal jernbaneverket bruke fire forskjellige handlingsalternativer til å finne ut hvilke av dem som er best egnet til å nå målene:

Handlingsalternativ **A**: Referansealternativet, som er en videreføring av dagens jernbanepolitikk

Handlingsalternativ **B**: En mer offensiv videreutvikling av eksisterende jernbaneinfrastruktur også utenfor intercityområdet.

Handlingsalternativ **C**: Et høyhastighetsalternativ som delvis bygger på eksisterende nett og intercity-strategi¹.

Handlingsalternativ **D**: Hovedsakelig separate høyhastighetslinjer.

I analysedelen av Jernbaneverkets utredning ble kun alternativ C med hastighet på 250 km/t og alternativ D med hastighet på 330 km/t utredet. De generelle konklusjonene for traseene er at det er fullt mulig å drifte lyntog i Norge. Utbyggingskostnadene varierer mellom traseene og er i stor grad avhengig av tunnelandelen, men for de fleste traseene er bedriftsøkonomien positiv hvis kostnader forbundet med investeringer holdes utenfor². Det vil også bli redusert

¹ Intercity (IC) er et jernbaneprosjekt for østlandsområdet, fra Oslo til Lillehammer, Halden og Skien.

² Kostnader som fornyelse av infrastruktur.

CO₂-utslipp, men hvor mange år det tar før utslippsbalansen³ finner sted avhenger av hvilke traseer man bygger, spesielt på grunn av tunnelandelen. Traseene med kombinasjonen Oslo-Bergen, Oslo-Stavanger og Stavanger-Bergen er eksempler på traseer som tar lengst tid, over 60 år før utslippsbalansen finner sted. For Oslo-Tynset-Trondheim vil det ta 37 år. Alle traseene i utredningen er konkludert som samfunnsøkonomisk negative (Jernbaneverket, 2012). Høyhastighetsutredningen blir videre diskutert i kapittel 5.

1.3 Problemstilling

I Norsk Nasjonal Transportplan 2014-2023 ble det bekreftet at lyntog ikke blir å finne i planene for de neste 10 årene (NTP, 2013). Jernbaneverkets utredning var en viktig faktor som førte til denne beslutningen. Utenom Jernbaneverkets utredning engasjerte Norsk Bane i 2008 Deutsche Bahn International GmbH[1] (DBI) til en utredning om høyhastighetsbaner i Norge (Norsk Bane, 2008). DBIs utredning konkluderte med positive økonomiske og samfunnsøkonomiske resultater. Tyske VWI⁴ gjorde også en analyse i 2007 hvor de kom frem til positiv samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Lyntog er et omfattende prosjekt som inkluderer mange virkninger. Det gjelder både økonomiske- og miljøeffekter samt direkte- og indirekte nyttevirksomheter. Hvordan kan et så stort prosjekt få to stikk motsatte konklusjoner? Noen hevder at Jernbaneverket har brukt denne utredningen til å legge debatten om lyntog død, en politisk konklusjon, mens andre mener Norsk Banes utredning er et forsøk om å holde liv i debatten (Aftenbladet, 2013).

For å se på den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av utbygging av lyntog mellom Oslo og Trondheim vil jeg i oppgaven se nærmere på de forskjellige virkningene; eksterne (for eksempel kø og støy), mernytte (agglomerasjon og produktivitet) og miljø (CO₂-utslipp). Jeg vil også gi en kort sammenligning av den norske og tyske metodikken siden begge land har gjort utredninger av lyntogs utbyggingsmuligheter i Norge. Det vil gjøres beregninger for agglomerasjons- og miljøeffekter med ulike forutsetninger. Forklaring av begrepene og fremgangsmetoden for beregningene vil fremkomme i de tilhørende kapitlene. Med denne oppgaven ønsker jeg å vurdere miljøeffekter, og mernytteeffekter utover det som avdekkes i dagens nytte- kostnadsanalyser samt fremheve kalkulasjonsrentens rolle i slike beregninger.

³ Utslippsbalanse er når innspart utslipp utligner utslippet forårsaket under konstruksjonsfasen.

⁴ VWI (Verkehrswissenschaftliches Institut) er et tysk konsulentselskap.

1.4 Oppgavens oppbygging

Kapittel 2 har som hensikt å vise det grunnleggende i dagens transportsystem i Norge. Det innebærer en forklaring av hvilke transportmetoder dominerer dagens marked og hvordan de forskjellige påvirker samfunnet med deres energiforbruk og CO₂ utslipp. Det blir også kort drøftet hvordan lyntog kan påvirke CO₂-utslipp.

Kapittel 3 gir en oversikt av samfunnsøkonomiske analyser. Kapitlet gir en oppsummering av hvilke metoder som er de mest brukte og sentrale. Det blir også en kort diskusjon om metodenes utfordringer.

Kapittel 4 går inn på temaet mernytte. Det finnes flere typer mernytte, og dette kapitlet vil forklare de ulike delene. Disse vil være nyttige for den videre analysen.

Kapittel 5 tar for seg de viktige punktene for et casestudium. Her blir det blant annet en oppsummering av Jernbaneverkets utredning og sammenligning av norsk og tysk metodikk. Mulige miljøgevinst ved utbygging av lyntog blir diskutert.

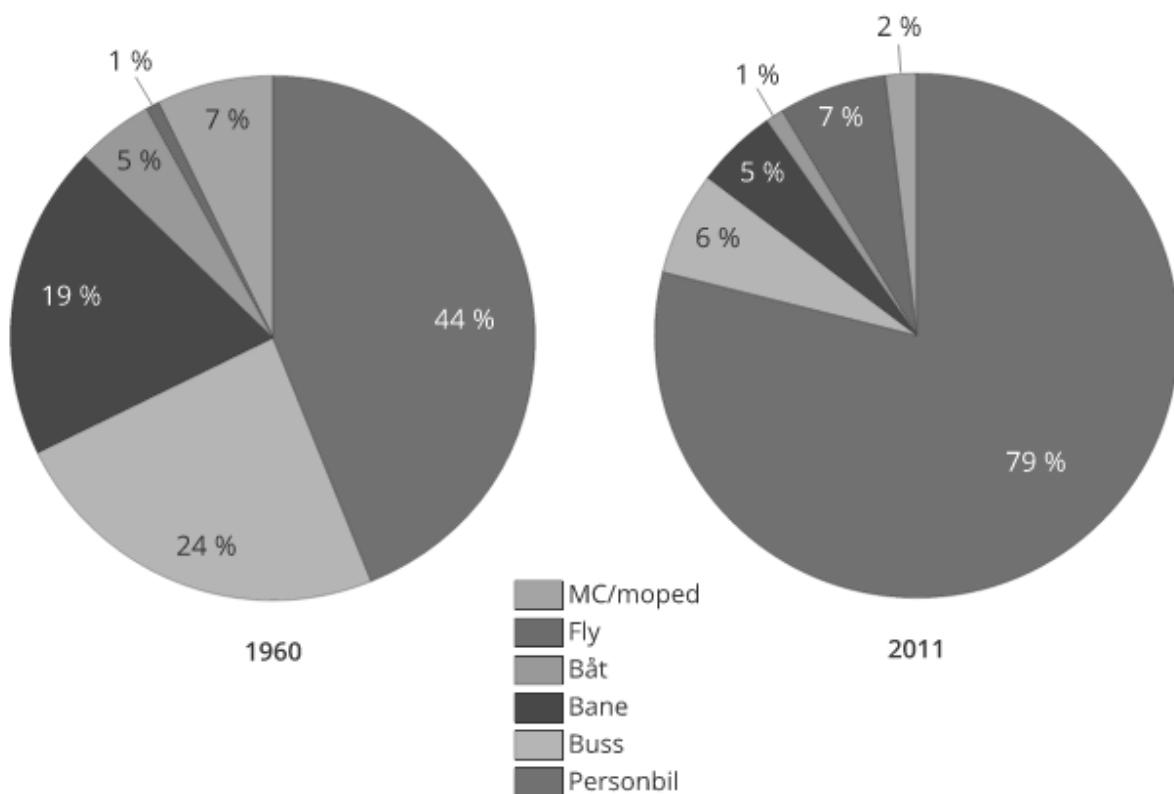
Kapittel 6 tar for seg forutsetningene for nytte- kostnadsanalysen. Her vil modellen som brukes til å beregne agglomerasjonseffekten introduseres. Analysen vil fokusere på agglomerasjons- og miljøeffekter. Det vil brukes ulike scenarier for å sammenligne resultatene ved bruk av ulike forutsetninger.

Kapittel 7 viser resultatene for de ulike scenariene ved bruk av ulike forutsetninger.

Kapittel 8 oppsummerer det som er blitt diskutert i oppgaven og gir en konklusjon på arbeidet.

Kapittel 2: Lyntogets mulige effekter

Internasjonale utviklinger i form av globalisering, økonomisk vekst og befolkningsvekst gir norsk transport stadig nye utfordringer. Økonomisk vekst gir blant annet flere lange reiser, spesielt med fly, og økt godstransport. Befolkningsvekst fører også til flere daglige reiser som igjen fører til kapasitetsutfordringer i kollektivtransporten (NTP, 2013). Klimagassutslipp, energiforbruk og mer miljøvennlige transportmidler har lenge vært et diskusjonstema innen transportsektoren. Når vi tenker på hvilke transportmidler som er de mest vanlige kommer vi normalt frem til lufttransport, personbil og kollektivtransport i form av buss, bane og båt. Disse fremkomstmidlene gjelder først og fremst for privatpersoner.



Kilde: Statistisk sentralbyrå og Transportøkonomisk institutt: Innenlandske transportytelser.

Figur 2.1: Innenlandsk passasjerkilometer⁵ for transportmidlene i Norge, endringen fra 1960 til 2011 (SSB, 2013b).

Figuren ovenfor viser oss endringen i markedsandelen av diverse transportmidler for persontransport fra 1960 til 2011. Vi ser at prosentandelen personbil og flytransport har økt

⁵ Passasjerkilometer (personkilometer): Tallet på passasjerer på én tur multiplisert med kjørt distanse

betraktelig mens kollektivandelen som buss, båt og bane har en betydelig reduksjon i løpet av denne perioden. I 1967 passerte Norge 500 000 registrerte personbiler (SSB, 2001). Tallet ved årsskiftet 2012/2013 er oppe i underkant av 2,5 millioner der drøye en million er dieserbiler (SSB, 2013a). I løpet av en 45 års periode har tallet økt med nesten to millioner. Den 19. mars 2012 passerte Norge 5 millioner innbyggere (VG, 2013), noe som betyr at nesten i snitt hver andre innbygger har en bil registrert. Dette er ikke en positiv utvikling sett fra et miljøperspektiv. Både energiforbruk og CO₂-utslipp er betraktelig høyere med fly og personbil sammenlignet med buss og bane.

2.1 Høyhastighetsbane

Før vi går videre vil jeg avklare hvordan jeg i oppgaven definerer lyntog. Det finnes ulike definisjoner for hvilke kriterier som må oppfylles for at man kan kalle et tog for lyntog. I følge *International Union of Railways* (UIC) er lyntog i Europa definert som tog med en hastighet høyere enn 250 km/t på ny bane, og minst 200 km/t på oppgradert bane (UIC, 2013). I Norge er Gardermobanen, flytoget, som har en topphastighet på 210 km/t, eneste høyhastighetsbane. Gardermobanen åpnet i 1998. Banen er en 66 km lang dobbeltsporet høyhastighetsbane som går fra Oslo Lufthavn til Eidsvoll (Flytoget, 2007).

Første lyntog i verden ble åpnet i Tokaido Shinkansen, Japan, i 1964. Lyntoget åpnet med en topphastighet på 210 km/t, men er i dag oppe i 270 km/t. Denne høyhastighetsbanen har siden åpningen transportert nærmere 5 mrd mennesker, mer enn noen andre baner i verden. I Europa kom den første høyhastighetsbanen i Frankrike i 1967, med en toppfart på 200 km/t.

I dag er det ca. 13 land som opererer ny-moderne høyhastighetsbaner og over 25 land som enten oppgraderer eksisterende baner eller bygger nye høyhastighetsbaner (HS2, 2012). Av dem alle er Kina det landet som satser hardest på kollektivtransportmiddelet lyntog. Den første høyhastighetsbanen i Kina kom ikke før i 2007, men har siden den gang brukt over 3500 mrd, tilsvarende nesten hele det norske Oljefondet på prosjektene (Aftenposten, 2012). Den lengste høyhastighetsbanen er også i Kina, og dekker strekningen mellom Beijing og Guangzhou- på hele 2300 kilometer. Siden åpningen i 2007 har Kina bygget nesten 10 000 kilometer høyhastighetslinjer, noe som utgjør halvparten av det som er i verden i dag. Selv om Kina allerede er ledende innen høyhastighetsbaner, fortsetter de å satse hardt på lyntog som

fremtidens ledende transportmiddel. Hele 25 000 nye kilometere høyhastighetslinjer forventes å være ferdigbygget innen 2020 (CNN, 2013).

2.2 Jernbanen i Norge

Store deler av det norske jernbanenettet er bygget under andre forutsetninger enn det vi krever og forventer i dag. Nettet er 4237 km lang, men kun 245 km av det totale nettet er bygget med dobbeltspor, noe som tilsvarer i underkant av 6 % (Jernbaneverket i tall, 2013). Det krever tid, politisk vilje og økonomisk satsing for at jernbanenettet i Norge skal egne seg til lyntog. Vår nye samferdselsminister, Ketil Solvik-Olsen, kommenterte i Dagens Næringsliv at de er mest opptatt av trafikken i de tettest befolkede områdene, det vil si den daglige pendlertrafikken på vei og bane (DN, 2013). Lyntog blir dermed et prosjekt som forsvinner lenger og lenger ned på agendaen med dagens regjering, og fokuset blir satt kortdistanse i sentrumsområdene på bekostning av de lengre strekningene. Trafikken i de tettest befolkede områdene er et stort problem mye på grunn av næringslivet. Store bedrifter og kjøpesentre er med på å samle trafikken til et sted. Norge er et land med mange ubrukte landområder som kan utvikles. Lyntog kan være med på å bedre transporttilgjengeligheten til steder utenfor byen og skape mulige mernytteeffekter. Områder som Skøyen i Oslo og Forus i Stavanger er gode eksempler på agglomerasjonseffekten. Jeg vil kommentere mer om dette i delkapittel 2.3.

For godstransport foregår det meste via sjø og vei. Andelen av gods som blir sendt via luftveien er liten sammenlignet med de førstnevnte, og mesteparten av luftveisgodset blir transportert med passasjerfly (Jernbaneverket, 2012). Postmarkedet på bakkenivå distribueres for det meste av Posten Norge. De har ansvaret for omtrent to millioner husstander og firmaer i Norge. Over 80 % av all post blir sendt med jernbane, og siden 2009 ble pakker og brev mellom Norges to største byer, Oslo og Bergen, fullstendig overført til jernbane (Jernbaneverket, 2012). Det vil si at over 1000 lastebiler har blitt erstattet med godstog mellom byene (Jernbaneverket, 2012). Det er forventet at lyntog ikke vil påvirke særlig mye på postmarkedet siden det meste allerede går på jernbane. I høyhastighetsutredningen diskuteres det om at det er flere elementer som kan være med på å bestemme størrelsen på overføringen av godstransport fra vei til bane. Bedriftene er positive dersom det blir lovet punktlighet og konkurransedyktige fraktpriser, men likevel er den antatte størrelsen fra vei til bane ganske lav. Overføringen fra biltransport til bane er ikke blitt vurdert. Størrelsen på mulig gevinst/tap er derfor uvisst, kun basert på Jernbaneverkets utredning (2012).

2.3 Transportbildet i et miljøperspektiv

FNs medlemsland har i de siste årene fått tildelt en årlig klimagassutslippskvote som må holdes. Denne avtalen ble vedtatt i 1997, også kjent som Kyotoprotokollen (Miljødirektoratet, 2012). Kyotoprotokollen som trådte i kraft i 2005 er den første internasjonale avtalen for bindene og tallfestede begrensning for klimagassutslipp. Målet for avtalen var at medlemslandene, særlig industrilandene, i første periode 2008-2012 skulle senke sine klimagassutslipp med et bestemt antall prosent sammenlignet med tallene fra 1990 (Miljødirektoratet, 2012). Norge fikk på sin side utdelt et gjennomsnitt tillatt årlig utslipp på 50,1 mill. tonn CO₂ i denne perioden (NOU 2012:16). Fasiten for denne perioden i Norge anslås å være 54 mill. tonn CO₂ årlig, noe som er høyere enn begrensningen (NOU 2012:16). Norge har derfor måttet kjøpe klimakvoter⁶ for å oppnå målet.

	2012	Endring i prosent	
		Siden 1990	2011 - 2012
Utslipp fra norsk territorium	*52,9	*5,1	*-0,8
Olje- og gassutvinning	*13,7	*76,7	*0,5
Industri og bergverk	*11,8	*-38,2	*0,4
Energiforsyning	*1,6	*393,5	*-24,1
Oppvarming i andre næringer og husholdninger	*1,4	*-46,7	*-11,2
Veitrafikk	*10,1	*30,1	*0,4
Luftfart, sjøfart, fiske, motorredskaper m.m.	*7,4	*30,6	*0,9
Jordbruk	*4,5	*-10,3	*-0,2
Andre kilder	*2,5	*14,6	*1,1

¹ Omfatter ikke utenriks sjø- og luftfart.

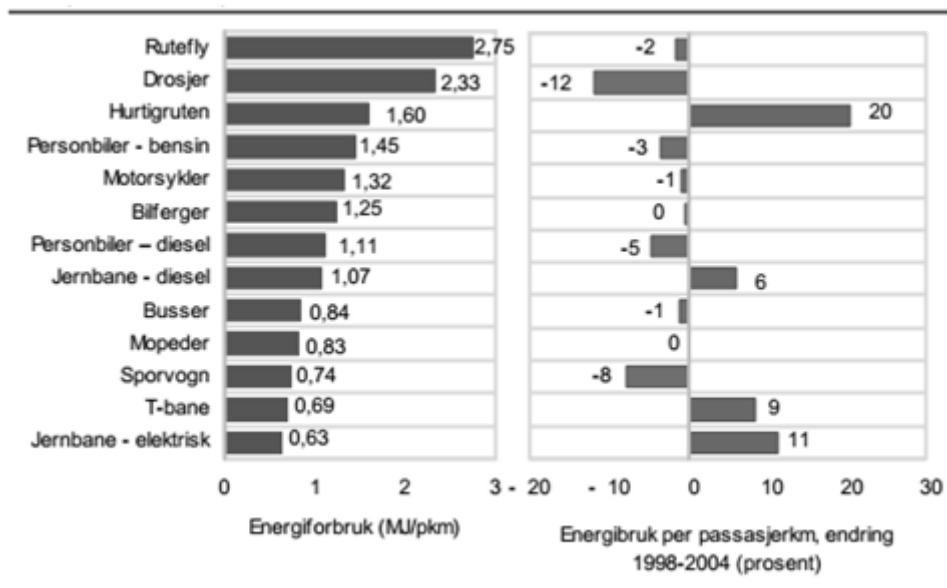
Figur 2.2: Utslipp av klimagasser, millioner tonn CO₂-ekvivalenter (SSB, 2013c)

Fra figur 2.2 kan vi se at veitrafikk har et årlig utslippsnivå på 10,1 millioner tonn CO₂, og samlet utslipp i Norge er 52,9 millioner tonn CO₂ (SSB, 2013c). Det vil si at veitrafikken står for omtrent 20 % av Norges utslipp. Enda har vi ikke inkludert utslippet fra fly og bane.

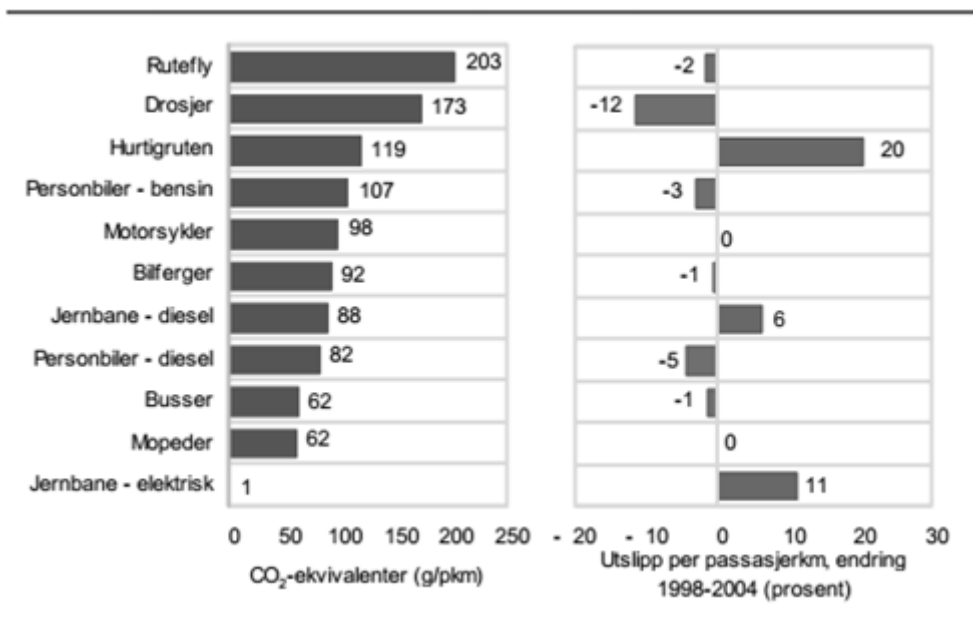
⁶ Én klimakvote tilsvarer utslipp av ett tonn karbondioksid (CO₂). Å kjøpe klimakvoter innebærer å kjøpe tillatelse til å slippe ut klimagasser.

Figuren viser også at utslippet for veitrafikk og luftfart har økt fra 2011-2012, noe som er i strid med Norges mål om å redusere klimagassutslippet.

Som tidligere nevnt er Norge inne i en svært utfordrende periode med både befolkningsvekst, urbanisering, økende registrerte personbiler og ikke minst stadig flere reiser både til og fra inn- og utland. Nedenfor har vi to tabeller som viser energiforbruk- og CO₂-utslipp per passasjerkilometer for de ulike transportmidlene for 1998 og 2004.



Figur 2.3: Energiforbruk for innenlandsk persontransport, målt i energiforbruk per passasjerkilometer, MJ/pkm. Høyresiden viser endringen fra 1998 til 2004, i prosent (Selvig m.fl., 2008).



Figur 2.4: CO₂-utslipp til luft fra innenlandsk persontransport, målt i CO₂-ekvivalenter per passasjerkilometer, g/pkm. Høyresiden viser endringen fra 1998 til 2004, i prosent (Selvig m.fl., 2008).

Figur 2.3 viser at fly bruker fire ganger så mye energi som tog, mens figur 2.4 viser at CO₂-utslippet til luft også er høyest ved rutefly. Fra figur 2.1 kunne vi se at flyets markedsandel har økt fra 1 % til 7 % fra 1960 til 2011. Incentivet for å bruke rutefly som transportmiddel for både lange innen- og utenlands reiser har alltid vært sterkt, og i realiteten er det også slik at klimagassutslippet og energiforbruket per passasjerkilometer er høyest.

For godstransport regnes det ikke i passasjerkilometer, men tonnkilometer⁷. Figurene nedenfor viser energiforbruket og utslipp per tonnkilometer for godstransporten.

År	Over 11 tonn (tung)	5-11 tonn (medium)	1-5 tonn (lett)
1994	96	183	544
1998	82	179	520
2004	76	143	499

Figur 2.5: CO₂-utslipp til luft fra godstransport fra 1994 til 2004, målt i CO₂-ekvivalenter per tonnkilometer, g/tkm (Simonsen, 2010).

⁷ Tonnkilometer er summen av reiselengde multiplisert antall tonn

Vektklasse	Gj.snitt MJ/tkm	MJ/tkm 2004
Lett	5,23	6617
Medium	2,73	1908
Tung	1,73	1018

Figur 2.6: Gjennomsnittlig energiforbruk i 2004 de for lastebiler i ulike vektklasser, målt i MJ/tkm (Simonsen, 2010).

I følge figur 2.5 har CO₂-utslippet for de letteste lastebilene gått ned mest målt i gram fra perioden 1994 til 2004, men i prosent er endringen størst for de tyngste lastebilene. Vi ser at både energiforbruket og CO₂-utslippet er høyest for de lette lastebilene. Dersom vi sammenligner godstransporten med flytransport som har et energiforbruk på 2,75 og utslipp på 203, er de letteste lastebilene over det dobbelte nivået. For de mellomtunge lastebilene er nivået nærmere flyets, mens de tyngste er ligger på klart lavere nivå. Foruten CO₂-utslipp medfører person- og godstransport (lastebiler) andre eksterne kostnader som støy og kø. De eksterne marginale kostnadene for slike virkninger kommenteres nøyere i delkapittel 4.2.1.

Som vi kan se fra figurene er tog verdt å bli satset på dersom det baseres på energiforbruk og CO₂ utslipp. I tillegg til å være mye mer miljøvennlig har tog også stor passasjer- og lastekapasitet til både korte og lange reiser, for både person- og godstransport (for lastebiler).

2.4 Lyntogs forventede effekt på transportbildet

Jernbaneverkets høyhastighetsutredning initierte ulike analyser fra flere bedrifter. For blant annet markeds-, miljø- og finansielle og økonomiske analyser hentet Jernbaneverket ekstern kompetanse til å utføre arbeidet. Atkins (UK) fikk ansvaret for markedsanalysen. Av brukerundersøkelsen med et utvalg på 3108 personer kommer det frem at nesten 7 av 10 ville valgt å bruke lyntog fremfor fly dersom prisen er lik (Jernbaneverket, 2012). Det er først og fremst reisetid, komfort og enkle overgangsmuligheter brukerne er mest opptatt av. Nordmenn generelt er generøse i pengebruken. Bruker vi Oslo – Trondheim som eksempel er det antatt en økning fra ca. 2,4 millioner reiser i året til 2,8 millioner reiser i året hvis billetten koster det samme som fly. Lyntog vil da ta 70 % av markedet (tog og fly) hvis billettene koster det samme som fly, og eventuelt 80 % hvis billettene koster samme som tog (Jernbaneverket, 2012). Her har rapporten antatt et marked med kun lyntog og fly slik at de nye brukerne vil tas

fra flytrafikken. Det vil si at overføringen av gods- og persontransport fra vei til bane ikke har blitt vurdert i høyhastighetsutredningen.

Den samfunnsøkonomiske analysen i høyhastighetsutredningen er også gjort av Atkins (UK). Det er blitt diskutert hvorvidt innføring av lyntog vil påvirke andre transportformer. Det er særlig innen bil-, buss- og flytrafikken de lar seg påvirke. Av den økte konkurransen vil disse transportformene oppleve inntektstap, men i denne rapporten vil dette kompenseres med reduserte avganger som igjen fører til lavere kostnader, noe som nuller ut inntektstapet. Det vil si at rapporten antar et marked med fullkommen konkurranse.

2.5 Andre mulige effekter av lyntog

Jeg har ved tidligere anledning nevnt agglomerasjonseffekten, også kalles klyngeeffekt. Agglomerasjon betyr konsentrasjon av økonomisk aktivitet i et område (Krugman, 1991). Infrastruktur kan være med å bidra til å øke tilgjengeligheten til en slik økonomisk konsentrasjon for flere bedrifter. Forus i Stavanger er et område som for 10-15 år siden var et ukjent sted for folk flest. Den gang ville vi sagt at Forus var et "ingenmannsland". Nå er Forus et midtpunkt mellom Stavanger og Sandnes. Forus er blant Norges største og raskest voksende næringsområder, mye på grunn av oljebransjen i Norge (Forus.no, 2013). En kombinasjon av ledig landområde og økende oljefunn har bidratt til at Forus er en av Nord-Europas ledende olje- og energiklynger. Med et tidsperspektiv på 20-30 år kan Forus øke fra dagens 40 000 arbeidsplasser til 100 000, i tillegg til hardt satsende boligbygging i dette området (Forus.no, 2013).

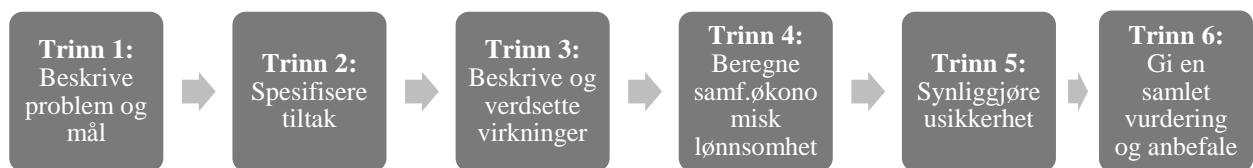
Agglomerasjonseffekter er vanskelige å beregne og er per dags dato ikke inkludert i standard samfunnsøkonomiske analyser. Det er ingen klare forutsetninger for en modell som brukes til en slik analyse. Norges offentlige utredninger om samfunnsøkonomiske analyser (NOU 2012:16) har en gjennomgang av litteraturen knyttet til offentlig transport og agglomerasjonseffekten konkludert med at det er usikkert hvorvidt en forbedring av infrastruktur kan gi økt produktivitet. På lang sikt kan denne effektene være vel så viktig for beslutningsgrunnlaget. Agglomerasjonseffekter og andre mernytteeffekter omtales nøyere i kapittel 4.

Kapittel 3: Samfunnsøkonomiske analyser

3.1 Innledning

For samfunnsøkonomiske analyser har vi ulike etater og instanser som gjør rede for hvordan dette skal gjøres og hvilke faktorer man bør inkludere i en slik analyse. Jernbaneverkets Metodehåndbok JD 205 (Jernbaneverket, 2011), Norges offentlige utredninger om samfunnsøkonomiske analyser (NOU 2012:16), Håndbok for samfunnsøkonomiske analyser av Senter for statlig økonomistyring (SSØ, 2010) og Veileder i samfunnsøkonomiske analyser fra finansdepartementet (Finansdepartementet, 2005) har alle klare retningslinjer og veiledninger for slike analyser. Det er ikke store forskjeller mellom disse veiledningene når det gjelder både teori og metode. Alle tar i utgangspunktet bruk av samme grunnleggende teori og rammeverk.

Senter for statlig økonomistyring (SSØ) har i sin håndbok presentert en generell fremstilling med seks trinn som er hensiktsmessig å gjennomføre i en samfunnsøkonomisk analyse.



Figur 3.1: De seks trinnene i en samfunnsøkonomisk analyse (SSØ, 2010)

I følge SSØ gir de seks trinnene en stilisert og rettlinjert fremstilling av analyseprosessen som i praksis vil være en iterativ prosess.

NOU 1998:16 skiller mellom ulike typer av samfunnsøkonomiske analyser; nytte-kostnadsanalyse (NKA), kostnadseffektivitetsanalyse og kostnadsvirkningsanalyse. Ulike hovedprinsipper dominerer de forskjellige typene. *Nytte- kostnadsanalyse* kartlegger alle fordeler og ulemper ved tiltak der nyttevirksomheter og kostnader verdsettes i kroner så langt det lar seg gjøre. Er tiltakets nyttevirksomhet større enn summen av kostnadene, defineres tiltaket som samfunnsøkonomisk lønnsomt. *Kostnadseffektivitetsanalyse* beskrives som en systematisk kartlegging av alternative tiltak etter kostnadene (i kroner), med et ønske om å søke det rimeligste alternativet for å oppnå et bestemt mål. *Kostnadsvirkningsanalyse* er igjen å kartlegge kostnader og nyttevirksomheter, men denne gang verdsettes ikke nyttesiden i kroner.

Tiltakene er rettet mot samme mål, men effektene kan være ulike. Denne typen analyser gir et verdifullt beslutningsgrunnlag, men ingen rangering etter samfunnsøkonomisk lønnsomhet (NOU 2012:16).

3.2 Formålet med samfunnsøkonomiske analyser

Norges offentlige utredninger om samfunnsøkonomiske analyser (NOU) beskriver at:

“Hovedformålet med en samfunnsøkonomisk analyse er å kartlegge og synliggjøre konsekvensene av alternative tiltak før beslutning om iverksetting av tiltak fattes.

Samfunnsøkonomiske analyser er dermed en måte å systematisere informasjon på” (NOU 1998: 16, side 17). I dagens samfunn er det knappe ressurser. Det er derfor både mer effektivt og relevant at en slik analyse gjennomføres som grunnlag for vurdering av et prosjekts samfunnsøkonomiske lønnsomhet og i hvilke grad det skal gjennomføres (Jernbaneverket, 2011). Analysene bør ta sikte på å beskrive alle konsekvenser og inkludere alle relevante fordeler og ulemper som påløper i prosjektets levetid. Videre bør analysene også kunne synliggjøre relevante forhold som ikke nødvendigvis kan tallfestes. Analysene er en viktig del av en konsekvensutredning, men skal heller ikke være det eneste beslutningsgrunnlaget (Jernbaneverket, 2011).

Samfunnsøkonomiske analyser gjennomføres som regel før et tiltak iverksettes eller vedtas, men det er vel så nyttig at en slik analyse gjøres i etterkant når prosjektet er gjennomført. En etterundersøkelse kan dokumentere i etterkant om de faktiske kostnadene og nyttevirkningene er i tråd med de forutsetningene som ble lagt før gjennomføringen. Etterprøving vil normalt dekke avvik mellom forventet og faktisk utvikling, og noen av disse avvikene vil kunne bidra til økt innsikt og forbedre fremtidige foranalyser. Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er det derfor nyttig å gjennomføre både før- og etteranalyse (Jernbaneverket, 2011).

3.3 Nytte- kostnadsanalyse (NKA)

For beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet av offentlige tiltak er Nytte- kostnadsanalyse den mest brukte metoden. Hovedprinsippet med analysen er at verdien av en positiv effekt skal settes lik befolkningens betalingsvillighet⁸. Dersom nettonytten er større enn kostnadene, regnes prosjektet som samfunnsøkonomisk lønnsomt (Finansdepartementet,

⁸ Dette begrepet defineres i delkapittel 3.3.1

2005). I analysen setter man ulemper og fordeler opp mot hverandre og verdsetter virkningene, både direkte (prissatte) og indirekte (ikke-prissatte), i en monetær verdi så langt det lar seg gjøre. Virkningene som ikke kan tallfestes blir drøftet og vurdert. Både direkte og indirekte virkninger av et tiltak kan være avgjørende faktorer for en endelig beslutning (NOU 2012:16).

3.3.1 Sentrale begreper i nytte- kostnadsanalyse

Betalingsvillighet

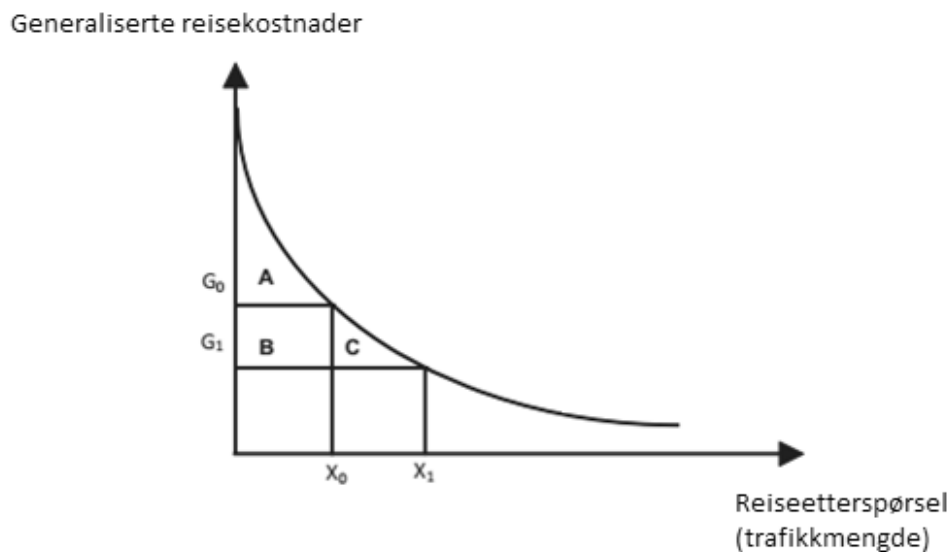
Betalingsvillighet forteller hvor mye et individ er villig til å betale for et bestemt gode (Jernbaneverket, 2011). Tilsvarende kan det forklares slik at et individ påføres en ulempe og hvor mye individet er villig til å betale for å unngå ulempen. Et relevant eksempel på dette er hvis en skal reise med et bestemt transportmiddel til et sted - hvor mye er en villig til å betale for reisen.

Generaliserte kostnader (GK)

Dette er kostnadene om påføres trafikantene. I disse inngår blant annet bompenger, driftskostnader på kjøretøy og kjøretidskostnader. Summen av generaliserte kostnader utgjør prisen for å reise et gitt antall reiser (Jernbaneverket, 2011). I krysningpunktet der generaliserte kostnader treffer etterspørselskurven finner vi antall etterspurte reiser i et marked (se figur 3.2).

Konsumentoverskudd

Konsumentoverskudd (KO) blir definert som differansen mellom betalingsvilligheten til konsumentene og det de faktisk betaler for en enhet (Rosen og Gayer, 2008). Figur 3.2 vil forklare ved endring av konsumentoverskuddet.



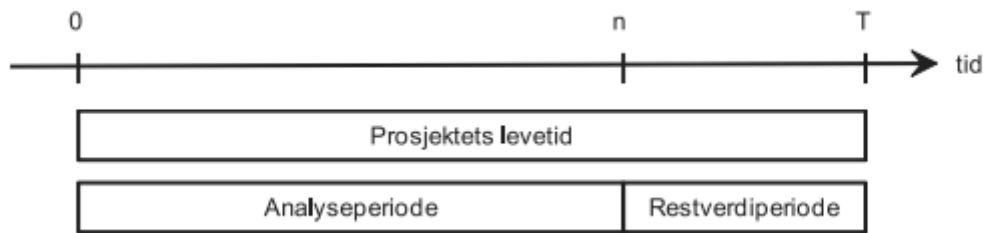
Figur 3.2: Effekten av et veiprojekt for trafikanter og transportbrukere (NOU 2012:16)

Felt A er det opprinnelige konsumentoverskuddet. En reduksjon i generaliserte kostnader fra G_0 til G_1 gir økt konsumentoverskudd til trafikantene som allerede befinner seg i markedet (B), i tillegg tilført konsumentoverskudd som er nye reisende (C). Reduksjonen fører altså nye trafikanter inn i markedet fordi kostnadene ved å reise nå er på et nivå hvor flere er villig til å betale for. Nå er konsumentoverskuddet feltene $A+B+C$ der hvor C er overskudd knyttet til nye reisende. I forbindelse med oppgaven vil denne effekten øke brukernytten og gi økte inntekter til det ansvarlige transportselskapet.

Levetid, analyseperiode og restverdi

For å kunne inkludere alle nytte- og kostnadsvirkninger av det aktuelle prosjektet er det viktig å ha konkret levetid og analyseperiode. Dette innebærer at analyseperioden ideelt sett er like lang som levetiden til prosjektet. Samfunnsøkonomiske analyser har som standard en analyseperiode på 25 år og levetid på 40 år. For underbygningsprosjekter (metrobane) er det mulig med 75 år levetid, spesielt på grunn av miljøvirkninger (Jernbaneverket, 2011). I store prosjekter er miljøvirkninger vanskelige å beregne, og virkningene kan påvirke fremtidige prosjekter både godt og vondt. For eksempel en tunnel som må bygges i forbindelse med lyntog nå kan bidra til at et samferdselsprosjekt i fremtiden slipper å bygge den. Dermed kan levetiden til jernbaneprosjekter være lengre enn normale prosjekter. Den samfunnsøkonomiske netto nåverdien som man regner ut etter utløpet av analyseperioden defineres som restverdien (Jernbaneverket, 2011). For eksempel et prosjekt med investeringer

på 100 millioner har en analyseperiode på 25 år og levetid på 40 år; restverdien blir da $100 - 100 \cdot (25/40) = 37,5$ millioner.



Figur 3.3: Illustrasjon over levetid, analyseperiode og restverdiperiode (NOU 2012:16)

Vi ser fra figuren at restverdi introduseres i tilfeller hvor analyseperioden er kortere enn den estimerte levetiden til prosjektet, altså et gap mellom analyseperiode og prosjektets levetid. For et så stort prosjekt som lyntog bør analyse- og levetiden være så lang som mulig. I denne oppgavens analyse vil jeg sette analyseperioden lik levetid, på 75 år.

Kalkulasjonsrenten og nåverdi

Samfunnsøkonomiske analyser har en levetid og analyseperiode frem i tid. For å kunne beregne nytte og kostnader på ulike tidspunkter omregnes de til verdi på ett felles tidspunkt, såkalt nåverdi. Nåverdien kan uttrykkes slik (Jernbaneverket, 2011):

$$NV = \sum_{t=1}^T [\Delta U_t / (1 + r)^t]$$

der,

NV = Nåverdi av tiltaket

U_t = Netto nytte i år t

r = Kalkulasjonsrente

Δ = Endringer

T = År

For beregningen av nåverdien må vi ha en kalkulasjonsrente. Kalkulasjonsrenten brukes til å regne fremtidige verdier om til nåverdien som blir vurdert på et bestemt referansetidspunkt. Kalkulasjonsrenten består av to elementer; risikofri rente og risikopremie. *Risikofri rente* på 2 % avspeiler hva det koster samfunnet å binde kapital i risikofri virksomhet. Risikopremien på 2,5 % reflekterer risikoen til prosjektene (Jernbaneverket, 2011).

Bruken av kalkulasjonsrenten reflekterer verdsettelsen av fremtidig nytte og kostnader opp i mot dagens. Lengden på analyseperiode og valg av nivået på kalkulasjonsrenten har en stor betydning for netto nåverdien for et prosjekt, og om den er positiv eller negativ. Gollier (2011) diskuterer blant annet at en høy kalkulasjonsrente impliserer at få investeringsprosjekter har høy nok netto nåverdi til at prosjektene gjennomføres. Verdsettingen av dagens verdi er høyere enn fremtidens og pengene vil dermed konsumeres fremfor å bli investert. Gollier (2011) argumenterer også for at CO₂-utslippet ikke vil avta på grunn av den lave nåverdien av klimaskader i fremtiden. Insentiver for investeringer som kan redusere CO₂-utslippet er liten mye grunnet den høye kalkulasjonsrenten. Dersom kalkulasjonsrenten er lav vil derimot fremtidens netto nåverdi forsterkes slik at større del av budsjettet vil brukes til investeringer fremfor å bli konsumert (Stern, 2008). Flere prosjekter vil bli lønnsomme siden vi nå verdsetter fremtidens verdi så høyt at man er villige til å investere i dag. Kalkulasjonsrenten spiller derfor en viktig rolle for allokeringen av dagens ressurser. Dette argumentet kan vi også bruke i forbindelse med høyhastighetsutbygging. Lyntog er et prosjekt som går langt frem i tid, særlig med tanke på miljøeffektene. Nivået på kalkulasjonsrenten spiller derfor en stor rolle for prosjektets netto nåverdi.

Dagens retningslinjer for samferdselsinvesteringer har statisk kalkulasjonsrente på 4,5 %. I Hagen-utvalgets (NOU 2012:16) siste vurdering har de foreslått en avtagende kalkulasjonsrente. I utgangspunktet er kalkulasjonsrenten uendret over hele prosjekts levetid, selv med levetid over 75 år. Dette er en relativ streng og tilbakeholdende forutsetning. Anbefaling fra Hagen-utvalget sier at renten bør være på 4 % de 40 første årene, som fortsatt er mulig å anta under normale markedsforhold. Utover 40 år antas det at man ikke kan sikre en langsiktig rente i markedet. Derfor til det videre anbefales en rente på 3 % fra 40 til 75 år. Etter denne perioden anbefales 2 % for årene etter.

Kalkulasjonsrente	0-40 år	40-75 år	fra 75 år (dvs i stor grad miljøvirkninger)
Risikofri rente	2,50 %	2 %	2 %
Påslag	1,50 %	1 %	0
Risikojusterte rente	4 %	3 %	2 %

Figur 3.4: Struktur for kalkulasjonsrente for et normalprosjekt (NOU 2012:16, s.75)

Denne anbefalingen er fortsatt under diskusjon. Det vil si at en konstant kalkulasjonsrente på 4,5 % uansett levetid er fortsatt i bruk.

Den britiske økonomen Nicholas Stern (2008) diskuterer kalkulasjonsrenten i rapporten “*The Economics of Climate Change*”. Sammenlignet med Hagen-utvalgets anbefaling er Stern enda mer offensiv. Stern (2008) argumenterer for hvor mye global oppvarming (klimaendringer) vil koste i fremtiden, og tiltakene må starte allerede nå. Han mener at kalkulasjonsrenten må være en konstant, og bør settes så lavt som overhode mulig allerede fra år én for at klimaendringene skal avta. Han mener at kalkulasjonsrenten skal være todelt, bestående av en bestemt rate som antar at de senere generasjonene har lik inntekt og en vekstrate som antar at fremtiden blir rikere enn nåtiden. For den første delen mener han at alle generasjoner bør verdsettes likt slik at raten bør være null, men en rate på null vil skape problemer for økonomiske teorier slik at han velger å sette denne raten lik 0,1 % per år. Den andre delen av kalkulasjonsrenten er knyttet til økonomisk vekst. I modellen hans er den gjennomsnittlige økonomiske veksten på 1,3 % slik at kalkulasjonsrenten blir 1,4 % per år. Dette er et globalt problem som krever internasjonal samhandling i flere felter som forskning, CO2-markedet, utvikling og distribusjon, særlig i utviklingslandene.

For de tre ulike fastsettelsene av kalkulasjonsrenten kan vi diskutere hvorvidt hvilken av dem som er den beste metoden. Holdes renten konstant på 4,5 % ut hele levetiden tar vi ikke høyde for den økonomiske veksten i fremtiden, slik at verdsettelsen av fremtiden blir for lavt. Sterns (2008) nivå på kalkulasjonsrenten er det motsatte av dagens metode. Han argumenterer for en offensiv miljøpolitikk som kan sikre en bedre fremtid. I realiteten er kalkulasjonsrente på 1,4 % for hele perioden uforsvarlig høy for norske beregningsmetoder. Det er vanskelig å verdsette nåverdien av et prosjekt så høyt allerede fra det første året. Hagen-utvalgets (2012) metode for konstant kalkulasjonsrente de første 40 årene for så å justere på den tar til høyde for usikkerheten i markedsutviklingen i fremtiden. Hagen-utvalgets anbefaling fremmer derfor langsiktighet.

3.4 Utfordringer i Nytte- kostnadsanalyse

Nytte- kostnadsanalyser har sine begrensninger. Kritikerne mener blant annet at levetiden som blir satt for prosjekter er for korte slik at ikke alle nyttevirkinger fanges opp. I større transportprosjekter kan avviket mellom den beregnede- og forventede nytten være stor.

Nytten kan virke større enn det analysene fanger opp ved at det observeres at geografiske områder, hvor myndighetene har investert i infrastruktur, blir mer attraktive og produktive. I Jernbaneverkets metodehåndbok (Jernbaneverket, 2011) har de listet opp noen begrensninger i analysene:

- Informasjon om relevante virkninger
- Håndtering av avhengighet mellom prosjekter
- Manglende verdsetting av enkelte typer konsekvenser
- Svakheter ved metodikken for konsekvenser/virkninger som verdsettes
- Lang tidshorisont (Konsekvenser langt frem i tid slik at det blir vanskelig å forutsi virkningene. Blir for avhengig av kalkulasjonsrenten)
- Inkonsistens og svakheter ved transportmodeller

For beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet kan det brukes ulike forutsetninger og metoder som medfører forskjellige resultater. Det gir derfor ingen konkret svar fra analysene om investering i prosjekter er samfunnsøkonomisk lønnsomt eller ikke. Det er spesielt store svakheter i verdsetting av tid-, miljø og sikkerhet som det er grunn til å anta vil gi høyere nytte enn resultatet fra dagens analysemetoder (TØI, 2003). I neste kapittel vil jeg se nærmere på relevante effekter som ikke inkluderes i dagens nytte- kostnadsanalyser.

Kapittel 4: Mernytteeffekter

4.1 Innledning

Mernytte er et begrep som dukker stadig opp i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser, spesielt der resultatene gir en negativ lønnsomhet. I en rapport om mernytte av samferdselsinvesteringer utarbeidet av Samstad m.fl. (2012) blir mernytte definert slik:

“Mernytte er nytte som ikke er inkludert i nyttekostnadsanalyser i transportsektoren med dagens beregningsverktøy, og som forårsakes av brudd på beregningsverktøyets forutsetning om fullkommen konkurranse og fravær av eksterne virkninger i berørte markeder, samt av dets mangelfulle modellering av bedriftenes og husholdningenes tilpasninger til transportforbedringer på lang sikt.” (Samstad m.fl., 2012, s.11)

I en klassisk samfunnsøkonomisk analyse har vi et marked under gitte forutsetninger. Under disse forutsetningene vil aktørenes markedstilpasning sikre at samfunnets ressurser utnyttes optimalt. De forutsetningene som må være til stede i følge Jernbaneverkets metodehåndbok (2011, s. 14) er:

- Fullkommen konkurranse
- Ingen inngangsbarrierer for tilbydere som vil etablere seg i markedet
- Perfekt informasjon til alle aktører
- Fravær av eksterne virkninger
- Fravær av transaksjonskostnader

Dersom disse forutsetningene er tilfredsstillt er det ikke nødvendig å vurdere den samfunnsøkonomiske lønnsomheten gjennom egne analyser fordi ressursbruken er optimal. Gjennom konsumentenes og bedriftenes tilpasning vil den samfunnsøkonomiske lønnsomheten oppnås, og dette reflekteres i bedriftsøkonomisk lønnsomhet.

Den nåværende metodikken bygger implisitt på forutsetninger om at endringer i transporttilbudet ikke påvirker samspillet mellom bedrifter som bruker transporttilbudet. Slike virkninger som blir utelatt kan i noen tilfeller være avgjørende for et prosjekts beslutning. Et prosjekt kan være samfunnsøkonomisk lønnsomt, men likevel gå med finansiell underskudd. Det er fordi det er positive virkninger og gevinster som ikke fanges opp av

markedsmekanismene (Olsson og Veiseth, 2011). For å finne disse relevante virkningene er det derfor nødvendig å ta stilling til virkningene som måtte oppstå utenfor transportmarkedet. For at en slik ringvirkning skal gi netto samfunnsøkonomisk verdi må det foreligge en markedssvikt i sekundærmarkedene (NOU 2012:16). Ringvirkninger er det som skapes utenfor transportmarkedet. I dette tilfellet vil primærmarkedet være transportmarkedet, mens sekundærmarkeder kan være arbeidsmarkedet og eiendomsmarkedet.

4.2 Markedssvikt

Under forutsetningene ovenfor antar vi et marked med effektiv ressursallokering for både bedrifter og konsumenter. Nå antar vi et marked med andre betingelser som gir et effektivitetstap i økonomien, men som på denne måten også kan gi et samfunnsøkonomisk overskudd. Denne situasjonen kalles markedssvikt. Markedssvikt kan være eksterne virkninger, kollektive goder, fallende gjennomsnittskostnader, ufullkommen konkurranse og ulik tilgang på informasjon (NOU 2012:16).

4.2.1 Eksterne virkninger

Eksterne virkninger er virkninger en aktør påfører en annen aktør uten å ta hensyn til det i sin tilpasning (NOU 2012:16). Et klassisk eksempel innenfor transportsektoren er for eksempel en bilfører som kun tar hensyn til egne drivstoffkostnader for hvor mye han ønsker å kjøre. Den eksterne virkningen denne føreren påfører samfunnet er blant annet CO₂-utslipp og støy som bilkjøringen skaper. I dette tilfellet kan bilkjøring være en negativ eksternalitet. Kjøringen vil påføre samfunnet en kostnad i form av støy, kø på veier og allergiproblemer. Eksternaliteter fører til effektivitetstap og lavere samfunnsøkonomisk overskudd enn om de ikke eksisterte (Finansdepartementet, 2009).

Eksterne marginale kostnader knyttet til person- og godstransport for henholdsvis bil og lastebil kan regnes i antall kroner per liter drivstoff. De eksterne kostnadene er i dette tilfellet lokale utslipp (partikler, NO_x og utslipp med effekt på helse og miljø - CO₂-utslipp ekskludert), støy, ulykker og slitasje. Bensin- og diesellavgiften er avhengig av forbruket og har som hensikt å prise eksterne kostnader for de nevnte virkningene. Avgiftene bør derfor settes lik de eksterne marginale kostnadene (NOU 2007:8). Tabellene nedenfor viser størrelsen på de eksterne marginale kostnadene for bensin og dieseldrevne person- og lastebiler.

Dieseldrevne biler

	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
Storbyer	6,42	4,44	16,09	3,01	0,02	29,98
Øvrige tettsteder	2,05	4,44	0,00	3,01	0,02	9,51
Spredtbygde strøk	0,12	0,00	0,00	3,56	0,02	3,78
Landsgj.snitt	0,96	1,17	1,35	3,05	0,02	6,55

Figur 4.1: Eksterne marginale kostnader, dieseldrevne personbiler (kroner per liter drivstoff, 2007-priser) (NOU 2007:8)

Bensindrevne biler

	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
Storbyer	0,62	2,98	10,85	2,02	0,01	16,48
Øvrige tettsteder	0,39	2,98	0,00	2,02	0,01	5,40
Spredtbygde strøk	0,25	0,00	0,00	3,22	0,02	3,49
Landsgj.snitt	0,29	0,95	1,09	2,47	0,02	4,82

Figur 4.2: Eksterne marginale kostnader, bensindrevne personbiler (kroner per liter drivstoff, 2007-priser) (NOU 2007:8)

Dieseldrevne godsbiler: 3,5 - 7,5 tonn

	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
Storbyer	1,26	8,71	10,18	1,11	0,08	21,35
Øvrige tettsteder	2,69	8,71	0,00	1,11	0,08	12,59
Spredtbygde strøk	0,35	0,00	0,00	1,55	0,12	2,02
Landsgj.snitt	1,08	1,98	0,76	1,27	0,10	5,18

Figur 4.3: Eksterne marginale kostnader, dieseldrevne godsbiler 3,5-7,5 tonn (kroner per liter drivstoff, 2007-priser) (NOU 2007:8)

Dieseldrevne godsbiler: 16 - 23 tonn

	Lokale utslipp	Støy	Kø	Ulykker	Slitasje	Sum
Storbyer	2,93	6,29	6,73	0,63	1,43	18,01
Øvrige tettsteder	2,56	6,29	0,00	0,63	1,43	10,92
Spredtbygde strøk	0,34	0,00	0,00	1,19	2,70	4,23
Landsgj.snitt	1,15	1,51	0,56	0,91	2,06	6,18

Figur 4.4: Eksterne marginale kostnader, dieseldrevne godsbiler 16-23 tonn (kroner per liter drivstoff, 2007-priser) (NOU 2007:8)

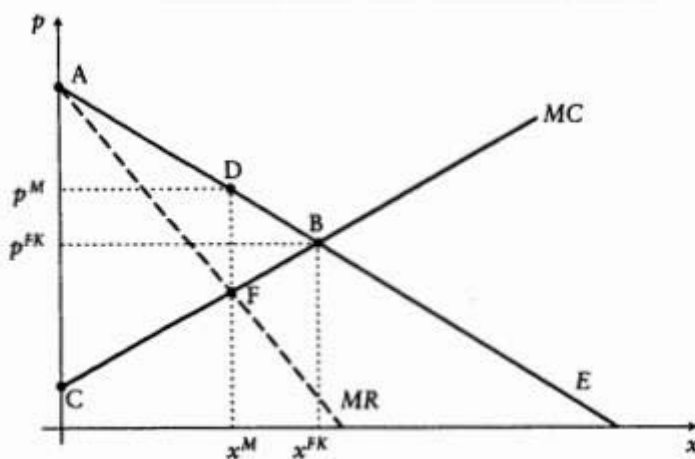
Beregningene er skilt mellom tre typer tettbebyggelser: storbyer, tettbygde- og spredtbygde strøk. Vi kan se av figurene at de lokale utslippene er høyere ved dieseldrevne biler enn ved bensin. Dette kommer at av energiinnholdet i autodiesel er høyere enn bensin slik at dieseldrevne biler kjører lenger enn bensinbiler per liter drivstoff (NOU 2007:8). Det antas at køkostnadene bare vil forekomme i store byer siden den største trafikken foregår normalt sett der. Det samme gjelder støykostnader som antas å være null i spredtbygde strøk slik at kostnaden bare forekommer i storbyer og tettbygde strøk. For dieseldrevne biler har lastebilene høyere total kostnad enn personbilene. Det stilles strengere krav for de nye bilene med hensyn til utslippet. Det er derfor forventet at lokale utslipp vil avta etter hvert som de gamle bilene blir erstattet med nyere biler (NOU 2007:8).

Det finnes metoder som myndigheten kan ta i bruk for å løse eksternalitetsproblemet. Tiltakene inkluderer blant annet skatter, avgifter og kvoter. Pigou-skatt er en løsning som ofte brukes. Det er en avgift som påfører en produksjon slik at kostnaden ved produksjonen blir lik den samfunnsøkonomiske kostnaden (Finansdepartementet, 2010). Kvoter tar i utgangspunkt i det samfunnsøkonomiske likevektspunktet og fordeles til produsentene. Hensikten med denne metoden er å sikre kostnadseffektivitet, som for eksempel en utslippsreduksjon. I tillegg har vi drivstoff- og CO₂-avgift som kan brukes for å redusere bruket. Grunnen til at kostnader knyttet til lokale utslipp i tabellene ovenfor ikke inkluderer CO₂-utslippet er nettopp fordi dette prises gjennom CO₂-avgiften (NOU 2007:8).

4.2.2 Ufullkommen konkurranse

Ved fullkommen konkurranse vil markedsprisen være lik kostnaden ved en marginal økning av produksjonen. Denne forutsetningen sikrer samfunnsøkonomisk optimalisering. Dersom

konkurransen ikke er fullkommen, vil dette ikke være tilfellet (NOU 2012:16). Nå vil ikke bedriftens marginale inntektsendring (grenseinntekt) være lik prisen slik at produksjonen vil være på et lavere nivå enn det som er samfunnsøkonomisk optimalt. Dette utslaget blir størst i en monopolsituasjon.



Figur 4.5: Frikonkurransen versus monopol

Ved fullkommen konkurranse har vi markedsprisen p^{FK} og produksjonsnivå på x^{FK} . I en monopolsituasjon (ufullkommen konkurranse) har vi markedsprisen p^M med produksjonsnivå på x^M . Vi ser da at monopolprisen er høyere enn prisen ved fullkommen konkurranse ($p^M > p^{FK}$), mens produksjonen er høyere ved fullkommen konkurranse ($x^M < x^{FK}$). Det samfunnsøkonomiske overskuddet ved fullkommen konkurranse er ABC , og ved ufullkommen konkurranse er det $ADFC$. Vi har da at $ABC - ADFC = BDF$, der BDF er effektivitetstapet dersom vi går fra fri konkurranse til monopol (NOU 2012:16). En forbedret infrastruktur som følge av høyhastighetsutbygging kan føre markeder tettere hverandre og kan utnytte situasjonen og hindre monopolsituasjoner. Dette vil gi økt konkurranse i et slikt marked.

Transporttilbudet kan ofte bli sett som en etableringsbarriere. Forbedrede transportmuligheter i form av reduserte transportkostnader vil kunne medføre større muligheter for nyetableringer i markeder hvor det tidligere har vært få aktører. Nyetableringer vil øke konkurransen og derigjennom effektiviteten i markedet (Hansen, 2011). Bedriftene som opprinnelig hadde stor markedsrett må senke sine priser på grunn av den økte konkurransen utenfra, slik at prisene nærmer seg frikonkurranseløsningen samtidig som produksjonen også øker. Jara-Diaz (1986)

ser på to regioner hvor tilbudet av en vare er forsynt av en monopolist i hver av regionene. Reduserte transportkostnader gjør det mulig for bedriftene å tiltrekke seg kunder fra den andre regionen gjennom å senke prisen på sin vare.

4.3 Ulike mernytteeffekter

Mernytteeffekter gir ikke nødvendigvis positive virkninger og kan ha negativt fortegn som gir ekstra kostnader i stedet for mernytte. For de fleste jernbaneprosjektene vil imidlertid nettoeffekten antakelig være positiv i følge Jernbaneverkets metodehåndbok (2011). Bedring i transportsystemet kan føre til reduserte transportkostnader, som igjen fører til mernytte. Denne nytteeffekten tilrettelegger for økonomisk vekst gjennom å bedre tilgjengeligheten. Teorier om ulike virkninger fra infrastrukturinvesteringer tar hovedsakelig utgangspunkt i redusert reisetid, som igjen påvirker faktorer som markedstilgang, stordriftsfordeler og spesialisering, foretakslokalisering, økt konkurranse og mindre monopolisering, sysselsetting, samarbeid mellom leverandører og kunder, arealbruk, samt arbeidsmarked, servicetilgang, bosetning og fritidstilbud (Hansen, 2011).

I følge Hansen (2011) kan tilleggsvirkningene fra nytte- kostnadsanalysene i Norge deles inn i fire kategorier; agglomerasjonseffekter, arbeidsmarkedsvirkninger, økt konkurranse i imperfekte markeder og økt produksjon i imperfekte markeder. Økt konkurranse i imperfekte markeder ble forklart under delkapittel 4.2.2, mens de tre andre kategoriene forklares i de neste delkapitlene. I inkluderingen av disse nyttevirkningene i en nytte- kostnadsanalyse må vi være oppmerksom på faren for dobbelttelling og omfordeling av allerede inkludert nytte.

En dobbelttelling av for eksempel trafikantnyttens ringvirkninger av trafikantnyttens som er ”solgt videre”, det vil si overført til andre aktører gjennom økt etterspørsel i ulike markeder (Minken, 2012). I et marked med tilnærmet fullkommen konkurranse der pris er lik samfunnsøkonomisk grensekostnad i tillegg til at transportmodellene er perfekte, vil effektene man finner utenfor transportsektoren være begrenset til trafikantnyttens i en ny form. Dersom man inkluderer denne effekten i den ordinære nytte- kostnadsanalysen blir det dobbelttelling (Minken, 2012). Omfordeling handler om å skille hva som er ny vekst i økonomien eller om veksten er overført fra et område til et annet (Banister og Berechman, 2001). Dersom en samferdselsinvestering gir økt sysselsetting et sted, men fører til at arbeidsledigheten øker liker mye eller mer et annet sted vil ikke denne investeringen være lønnsom. De kan være en

omfordelt nytte. Hvis derimot samferdselsinvesteringen gir en større økning i sysselsetting enn økningen i arbeidsledigheten totalt, har investeringen skapt ny nytte.

4.3.1 Agglomerasjon

Agglomerasjon i transportsektoren beskriver de fordelene befolkningen og bedrifter kan utnytte av å være lokalisert nærme hverandre (Dehlin m.fl., 2012). For at en slik effekt skal oppstå kreves det at noen forutsetninger oppfylles. Et godt utbygd transportsystem er en viktig forutsetning som må være tilstede for å kunne skape bosetting og verdiskapning.

Transportforbedringer vil føre til reduserte generaliserte reisekostnader i form av redusert reisetid, økt punktlighet, økt kapasitet og økt frekvens. Dette kan gi incentiver til en høyere interaksjon med områdene rundt. Dersom flere mennesker og bedrifter lokaliseres innenfor et område kan det føre til økonomiske gevinster gjennom agglomerasjonseffekter (Hansen, 2011). Produktivitetsvirkninger av tett lokalisering kan dermed skape en positiv effekt for samfunnets nytte som bør vurderes grundigere i dagens nytte- kostnadsanalyser.

Agglomerasjon kan i dette tilfellet defineres som produktivitetsvirkninger av tetthet som følge av reduserte generaliserte kostnader, noe som igjen kan føre til økt verdiskapning (Hansen, 2011). Det er viktig å legge til at tett lokaliserte bedrifter ikke nødvendigvis er en positiv eksternalitet. Det kreves aktiv samhandling mellom næringsaktører og bedrifter i området for at agglomerasjonseffekten slår ut.

Paul Krugman publiserte i 1991 artikkelen "*Increasing returns and Economic Geography*" (Krugman, 1991) hvor han introduserte tankene rundt regioners stordriftsfordeler og fagfeltet økonomisk geografi. I artikkelen forklarer han hvorfor næringsklynger dannes og at slike klynger ofte er selvforsterkende, der regioner med stordriftsfordeler og høy økonomisk aktivitet tiltrekker enda mer aktivitet. Krugman hevder at konsentrert økonomisk aktivitet i noen land, regioner eller byer fører til høyere verdiskapning og inntektsnivå. Silicon Valley i delstaten California i USA og oljebransjen i Stavanger er gode eksempler på en slik klynge, og forklaringen kommer i neste avsnitt. Med stordriftsfordeler menes det at vi er i en situasjon der kostnaden per produsert enhet synker når produksjonen øker. Den totale kostnaden er lavest dersom den samlede produksjonen utføres av en eller noen få bedrifter. Isolert sett gir dette et ønske om å begrense antall aktører i markedet (NOU 1997:6). Muligheten for at bedrifter vil kunne operere med sterk markedsrett er mindre jo større et marked er. Forbedret

infrastruktur kan være med på å danne større markeder, noe som kan resultere til økt konkurranse mellom bedrifter og bidra til at bedrifter får utnyttet sine stordriftsfordeler.

Krugman m. fl. (2012) deler stordriftsfordeler inn i to former; interne- og eksterne stordriftsfordeler. *Eksterne stordriftsfordeler* oppstår når kostnaden per enhet avhenger av størrelsen av næringen i markedet, men ikke nødvendigvis størrelsen til bedriftene. *Interne stordriftsfordeler* oppstår når kostnaden per enhet avhenger av bedriftens størrelse, men ikke nødvendigvis av næringslivets størrelse. Forskjellen mellom eksterne- og interne stordriftsfordeler kan forklares enkelt med et eksempel. Dersom det er et marked med 10 bedrifter som produserer 100 enheter hver, er den totale produksjonen i næringen 1000 enheter. Vi antar nå at det vil oppstå to uavhengige situasjoner med dette som utgangspunkt. Den første situasjonen er hvis næringen nå doubler størrelsen til 20 bedrifter, men at hver bedrift produserer fortsatt 100 enheter. Kostnadene til bedriftene kan reduseres på grunn av den økte størrelsen. Det kan komme av at næringslivet nå øker effektiviteten grunnet bedre maskin og utstyr, og utveksling av kunnskap mellom bedrifter. I dette tilfellet har vi eksterne stordriftsfordeler. Den andre situasjonen er hvis vi derimot antar at størrelsen av næringslivet halveres, men at den totale produksjonen forblir uendret, slik at fem bedrifter nå produserer 200 enheter hver. Dersom produksjonskostnaden nå faller har vi interne stordriftsfordeler fordi hver bedrift blir mer effektiv ved at produksjonen øker.

Duranton og Puga (2004) gir en oversikt over agglomerasjonsmekanismene som kan føre til økt produktivitet. Mekanismene er matching (samsvar), sharing (deling) og learning (læring). Disse bidrar til å forklare hvorfor agglomerasjon ofte fører til høyere produktivitet og dermed verdiskapning.

I områder med lav tetthet hender det at arbeidstakere er i stillinger utenfor deres fagfelt, samtidig som arbeidstakeren ikke innehar kompetansen bedriften ønsker. Det vil si at ingen av partene er tilfredsstilt. Bedre samsvar i et arbeidsmarked bedrer tilgjengeligheten av arbeidstakerens kompetanse og arbeidsgiverens behov (Duranton og Puga, 2004). Flere arbeidstakere i jobber tilpasset deres kompetanse gir større mulighet for økt produktivitet. Dette fører også til at færre arbeidstakere blir tvunget til å ta jobber de ikke er egnet for, samtidig som bedriftene reduserer ressursbruken knyttet til opplæring for de ansatte (Samstad m.fl., 2012). Eksempel på matching vil være redusert reisetid lyntoget bidrar med. Kortere tid

til områder utenfor sentrumsområdet gir større valgmuligheter for jobbsøkere og etablering av bedrifter.

Bedrifter kan få produktivitetsgevinster ved å dele et arbeidsmarked. Konkurransen i markedene blir mer effektive, og bedriftene har da muligheten til å dra nytte av hverandres kompetanse i form av for eksempel varer og tjenester. Siste mekanismen er læring. Den nære avstanden til de andre bedriftene kan bidra til en uformell kontakt mellom dem. Nyttene bedriftene drar av dette er at de kan knytte kjennskap og utveksle erfaring (Duranton og Puga, 2004).

4.3.2 Arbeidsmarkedsvirkninger

Arbeidsmarkedet i en region er ofte delt inn i flere deler. I Stavanger er det for eksempel marked i Stavanger sentrum, Forus og Hinna. Reisetiden til og fra arbeidsplassen er ofte det som definerer arbeidsmarkedsstørrelsen. Et større arbeidsmarked vil gi den enkelte arbeidstaker flere jobber å velge mellom og arbeidsgivere vil få flere søkere på sine ledige stillinger. Sannsynligheten for økt produktivitet gjennom matching vil da øke i dette tilfellet. Valg av arbeidssted og hvor mye en arbeidstaker ønsker å jobbe blir påvirket av de generaliserte reisekostnadene og lønnen arbeidstakeren oppnår i den jobben han velger. Endring i infrastrukturen kan bidra til reduserte generaliserte reisekostnader (Hansen, 2011). Hvis vi tenker oss at en arbeidstaker som bor i region A har to jobber å velge mellom, i region A og region B. Lønnen han oppnår er høyere hos B ($L_{\text{ønn B}} > L_{\text{ønn A}}$), men avstanden er også lenger. Det vil si at $L_{\text{ønn A}} > L_{\text{ønn B}} + \text{GK}$ (Generaliserte kostnaden) siden arbeidstakeren velger region A. Etter et transportprosjekt har GK blitt redusert for å pendle mellom regionene, slik at $L_{\text{ønn B}} + \text{GK} > L_{\text{ønn A}}$. Dette resulterer i at sannsynligheten for at arbeidstakeren nå velger region B fremfor A er større enn før prosjektet.

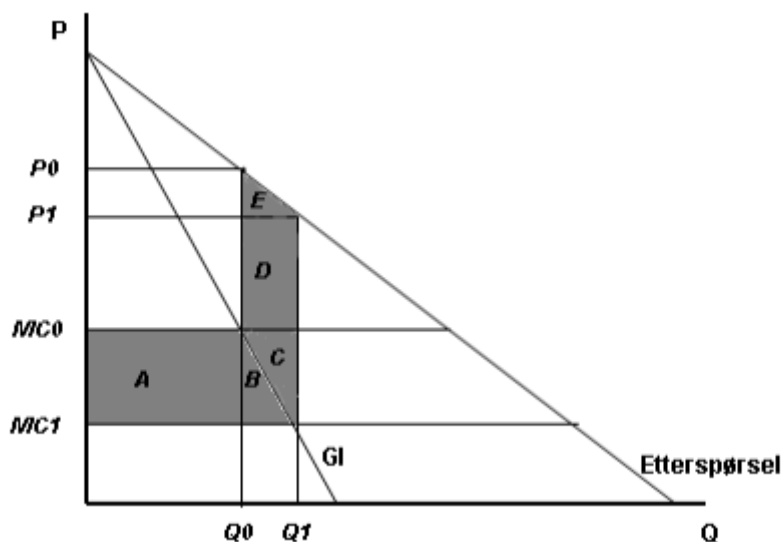
I utredningen "*Tørrskodd på jobb*" av Heum m.fl. (2011), prøver de å beregne virkningen på bedriftenes produktivitet som følge av lokaliseringen i et stort arbeidsmarkedsområde. Videre har de i utredningen tallfestet regionaløkonomiske virkninger for Sør-Vestlandet av en ferjefri stamveg mellom Stavanger og Bergen. Produktiviteten vil øke dersom man antar at arbeidstakere er villig til å pendle til jobb med lengre avstand som følger av samferdselsinvesteringen. Heum m.fl. (2011) hevder at pendlingsavstanden når sitt kritiske

punkt for reiser rundt 45-50 minutter. Når avstanden mellom bosted og arbeidssted, Stavanger og Bergen, overgår denne reisetiden, antas det at mernytteeffektene uteblir.

For alle de vurderte traseene ved lyntog er reisetiden fra start- til endestasjon i underkant av tre timer. For strekningen mellom Oslo og Trondheim varierer reisetiden fra en stasjon til en annen fra drøye 20 minutter til nesten 90 minutter. Dette kommenteres videre i kapittel 5.

4.3.3 Økt produksjon i imperfekte markeder

Markedsimperfeksjoner oppstår som oftest på grunn av skatter og avgifter, og ved monopolsituasjoner i regioner med liten konkurranse. Jeg har i delkapittel 4.2 diskutert at ved monopolmakt vil prisen være høyere enn ved fri konkurranse mens produksjonen vil være lavere (NOU 2012:16). Markedsmakt i produktmarkedet leder altså til en ineffektiv produksjon og derigjennom et avvik fra den samfunnsøkonomiske effektive allokeringen. En trafikkforbedring vil kunne lede til mernytte i et produksjonsmarked med imperfeksjoner. En bedrift som opererer i et marked karakterisert ved ufullkommen konkurranse kan ta en pris som er høyere enn marginalkostnaden (MC) (NOU 2012:16).



Figur 4.6: Økt produksjon i imperfekte markeder (Hansen, 2011)

Figuren viser at en profittmaksimerende monopolist vil i utgangspunktet tilpasse seg på produksjonsmengden Q_0 til prisen P_0 , hvor grenseinntekt er lik marginalkostnad. Etter et tiltak med reduserte transportkostnader faller marginalkostnaden fra MC_0 til MC_1 slik at

produksjonen øker til Q_1 til prisen P_1 . Det samfunnsøkonomiske overskuddet som følge av infrastrukturtiltaket er gitt ved arealene $A+B+C+D+E$. Arealet $A+B$ tilsvarer nytten som allerede fanges opp i dagens metodikk, trafikantnyttens i transportmarkedet, mens arealet $C+D+E$ representerer mernytten ved en produksjonsøkning i et antatt imperfekt marked. Denne effekten forutsetter ikke økt konkurranse, men at bedrifter med markedsrett øker sin profitt gjennom økt produksjon fordi marginalkostnaden har falt (Hansen, 2011).

4.4 Empirisk litteratur av mernytte av transporttiltak

Det finnes flere studier med fokus på effektene av økt bystørrelse på produktiviteten i et område. De fleste studiene som er blitt gjort er for transporttiltak utenfor Norge. Melo m.fl. (2009) konkluderer med at det er store variasjoner i resultatene. Studiene viser faktorer som land, sektor, hvordan man måler funksjonell bystørrelse (tetthet) har stor innvirkning på resultatet, og at estimatene er sterkt avhengig av dem. Videre varierer studiene med ulike metodiske valg som gir forskjellige resultater. Det er store variasjoner i elastisitetene for sammenhengen mellom tetthet og produktivitet. Melo m.fl. (2009) har funnet at den laveste elastisiteten er på $-0,8$, det vil si en negativ sammenheng, og den høyeste er på $0,658$. Hoveddelen av elastisitetene i Melo m.fl. (2009) ligger innenfor et intervall på $-0,090$ til $0,292$, og gjennomsnittselastisiteten er på $0,058^9$. Det vil si at dersom tettheten øker med én prosent, vil produktiviteten i samme by øke med $0,058$ prosent. Gjennomsnittselastisiteten varierer som sagt mellom land og sektorer. For blant annet Storbritannia ligger den på $0,102$, for Frankrike $0,039$ og for Sverige $0,017$ (NOU 2012:16, kap.7).

For de fleste analysene innenfor dette feltet ligger størrelsen på elastisitetene i tråd med hverandres. Vickerman (2010) oppgir at man stort sett finner elastisitetsstørrelsen fra $0,01$ til $0,1$ i slike empiriske studier, og størrelsen varierer mellom regioner og sektorer. Égert m.fl. (2009) har gjennomført en nyere studie av OECD-land som viser at det er store variasjoner i både størrelsen og fortegnet, og at de er avhengig av sammenhengen mellom samferdselsinvesteringen og produktiviteten. Studien konkluderer med at effektene er landsspesifikke og er avhengige av nivået på infrastrukturen i landet (NOU 2012:16). Graham m.fl. (2009) har i en studie basert på britisk data estimert de ulike størrelsene for ulike sektorer der elastisiteten for industri er på $0,0021$, bygg- og anlegg på $0,034$, forbrukertjenester på $0,024$ og produsenttjenester på $0,083$.

⁹ Intervallet er hhv 5. og 95. prosentilen i utvalget.

Kapittel 5: Grunnlag for casestudium av Oslo - Trondheim

5.1 Innledning



Figur 5.1: Oversikt over mulige traseer inkludert mellomstasjonene (Høyhastighetsutredningen, 2010-2012)

Verdens transportsystem er i stadig utvikling, og lyntog er det mest-voksende transportmiddelet innenfor transportsektoren, som fremhevet i delkapittel 1.1. Det kollektive tilbudet for kort-, mellom- og langdistanser møter til tider tids- og kapasitetsproblemer. Kapasitetsproblemet er spesielt høyt i rushtidene. Personbilene står i timesvis køer for relativt korte strekninger, bussholdeplassene fylles opp med ventende passasjerer og flyene flyr avgårde med hyppige mellomrom. Disse problemene gir både høye eksterne kostnader og CO₂-utslipp. Ved kort- og mellomdistanser er personbil blitt brukt som det foretrukne transportmiddelet mens lange distanser reises med fly. For å imøtekomme de store utfordringene kreves det betydelig utvidelse av kapasiteten i jernbanenettet. Som forklart i

delkapittel 2.1 er det kun i underkant av 6 % av jernbanenettet i dag som er bygget med dobbeltspor.

Et prosjekt som utbygging av lyntog vil være det største infrastrukturprosjektet innen jernbane i Norge i moderne tid. Et slikt prosjekt er med å sikre Norges konkurransedyktighet innen samferdsel sammenlignet med andre stornasjoner i verden. Intensjonen er å overføre trafikkveksten fra lette- og tunge kjøretøy og fly til lyntog. Lyntog vil kunne bidra til stor reduksjon i CO₂-utslippet og de andre eksterne kostnadene, samt bedre transportmuligheter i form av større kapasitet, mer punktlighet og reduserte reisetider (mellomstasjonene). Dette vil føre til større fleksibilitet for befolkningen ved valg av bosted og for bedrifter ved etablering av arbeidsplasser.

5.2 Utredninger og anbefalinger

Det er blitt gjort flere analyser og anbefalinger for Norges mulighet for utbygging av lyntog. I 2006 engasjerte Jernbaneverket tyske VWI til å gjøre en utredning. Denne utredningen har blitt evaluert av det finske selskapet Pöyry (Econ Pöyry, 2008). Bakgrunnen for evalueringen er at det hevdes at den norske og tyske metodikken har signifikante forskjeller. I 2008 engasjerte også Norsk Bane tyske Deutsche Bahn til å gjøre en analyse. Begge de tyske utredningene gir noen av traseene samfunnsøkonomisk gevinst, blant annet for Oslo - Trondheim. Dette er noe av grunnen til at Jernbaneverket fikk et oppdrag i 2010 fra regjeringen om å gjøre klar en omfattende utredning om utbygging av lyntog, med den norske metodikken til planlegging av Nasjonal transportplan 2014-2023 (Jernbaneverket, 2012).

5.2.1 Forskjellen mellom norsk og tysk metode

Econ Pöyry har i rapporten "*Nytte-kostnadsanalyse av høyhastighetstog*" (2008) listet opp flere forskjeller i beregningen av nytte og andre effekter mellom den norske og tyske modellen. Noen av beregningene er gjort på annerledes metode, men forskjellen på resultatene er minimale. Ved andre anledninger er det noe i den tyske modellen som blir verdsatt mer enn her hjemme. I norsk og tysk metodikk blir nytteeffekter av en investering i lyntog kategorisert på ulik måte. Figuren nedenfor gir oss en oversikt over inndelingen.

Norsk metode	Tysk metode
Trafikantnytte	Endret transportmiddelfordeling (deler av) Reisetid Tilgjengelighet
Operatørnytte	Driftskostnader Kapitalkostnader materiell Endret transportmiddelfordeling (deler av)
Offentlig nytte	Endret transportmiddelfordeling (deler av)
Nytte for samfunnet for øvrig	Økt trafikksikkerhet Støyreduksjon Lokal luftforurensing Utslipp av klimagasser Sysselsettingseffekter i bygg- og driftsfasen Internasjonale relasjoner

Figur 5.2: Forskjellen mellom norsk og tysk metodikk i beregning av nytte i samferdselstiltak (Econ Pöyry, 2008)

Med den tyske metoden blir nytteeffektene delt inn som ulike effekter, mens i norsk praksis deles nytten inn basert på hvilke aktører den tilfaller. Vi ser at den norske metoden har fire kategorier; 1) trafikantnytte – som redusert reisetid og bedre fremkommelighet; 2) operatørnytte – som endringer i kostnader og inntekter for operatørene; 3) offentlig nytte – inntekter til og kostnader for det offentlige; 4) nytte for samfunnet for øvrig – støy, kø, ulykkesrisiko (Econ Pöyry, 2008).

Modale skift, det vil si de som vil velge tog i stedet for fly og bil, er noe som vurderes forskjellig mellom nasjonene. I norsk nytte- kostnadsanalyse vil redusert inntekt for flyselskap motsvares med reduserte kostnader slik at effekten på lang sikt nulles ut. Med den tyske metoden vil redusert bruk av fly føre til reduserte kostnader for flyselskapene, slik at denne effekten blir regnet som en stor gevinst i VWIs kalkyler (Econ Pöyry, 2008).

Både den norske og tyske metoden beregner CO₂-utslippet på samme måte. Den store forskjellen er at VWI beregner relativt høye gevinster av lavere klimautslipp. VWI baserer seg på en pris på 1 640 kroner per tonn CO₂. I Norge varierer kvoteprisen fra 37-400 kroner per tonn CO₂-utslipp (SFT, 2005). Det er for eksempel estimert en reduksjon på 76 500 tonn CO₂ per år for Oslo-Trondheim. Pöyrys pris per tonn er på 273 kroner, noe som gir en samlet nytte på 21 millioner kroner. For VWIs kalkyle med 1 640 kroner per tonn CO₂ gir det en samlet nytte på 126 millioner kroner. Den store prisforskjellen for per tonn CO₂ skyldes

Tysklands strengere forhold til utslipp. Det vil si at de ønsker å oppnå en høyere reduksjon ved å sette et høyere prisnivå (Econ Pöyry, 2008). Denne nytten gjelder for utslippet etter fullført bygging.

Både Pöyry og VWI ser bort i fra forsinkelser, CO₂-utslipp og andre negative konsekvenser som for eksempel naturinngrep som kan oppstå i konstruksjonsfasen. VWI har brukt en kalkulasjonsrente på 2 % for beregning av nåverdi for investeringskostnadene mens Pöyry har brukt jernbaneverkets metodehåndbok som veiledning, det vil si 4,5 %.

Andre effekter som er verdt å nevne er arbeidsmarkedseffekter. I Tyskland tar de hensyn til sysselsettingseffekter. Grunnen kan være at arbeidsledigheten i Tyskland er høyere enn i Norge. For tyskerne vil et stort langsiktig samferdselsprosjekt skape sysselsetting og økonomisk aktivitet i områder med stor arbeidsledighet (Econ Pöyry, 2008). Denne sysselsettingseffekten vil gi en indirekte positiv virkning som en nyttekomponent i analysen. I Norge derimot har det vært tilnærmet full sysselsetting i hele etterkrigsperioden.

Arbeidsledigheten i Norge har alltid vært lav sammenlignet med resten av verden, slik at denne effekten ikke inkluderes i norsk metode. En verst tenkelig situasjon er at et slikt stort prosjekt heller vil bidra til en negativ effekt, det vil si at prosjektet bidrar til å øke presset i økonomien og dermed øke lønnskostnadene (Econ Pöyry, 2008). En annen arbeidsmarkedseffekt er klyngeeffekten. Som følge av vanskeligheter for beregning har verken Pöyry eller VWI inkludert denne effekten.

Konklusjonen for VWI er at strekningen for Oslo – Trondheim er samfunnsøkonomisk lønnsom, mens Pöyry mener at VWI undervurderer kostnadene og overvurderer nytten av lyntog. Den høye prisen på 1 640 kroner per tonn CO₂-utslipp utgjør en stor positiv nytte, men dersom man skulle inkludere utslipp i konstruksjonsfasen faller den positive nytten bort i analysen. Ingen av disse to rapportene har inkludert CO₂-utslipp i konstruksjonsfasen. Denne sammenligningen viser at ulike land har sine metoder for beregning. Det vil si at konklusjonen kan variere for ett og samme prosjekt, avhengig av metodikken. Samfunnsøkonomiske analyser skal ikke være avgjørende for om det skal bygges eller ikke, men en grunnleggende analyse for videre diskusjon.

5.2.2 Nøkkelpunkter i JBV's høyhastighetsutredning

Alle de ulike traseene som er blitt analysert er ikke like aktuelle. Antatt antall passasjerer for årene etter byggingen varierer stort, og ikke minst utbyggingskostnadene. Traseenes totale investeringskostnader varierer fra 66,3 mrd til 262,1 mrd (Jernbaneverket, 2012). De to traseene med laveste totale investeringskostnader er ikke uventet "svenskelinjene", Oslo – Stockholm og Oslo – Göteborg. Grunnen er åpenbart at svenskene er med på å dele kostnadene for disse to linjene. Den dyreste traseen er Oslo - Bergen – Stavanger. Denne traseen strekker seg i overkant av 560 kilometer og nesten like mange kilometer spor må oppgraderes eller bygges for at sporene skal tåle en toppfart på 330 km/t. For Oslo – Bergen – Stavanger er både lengden og tunnelandelen høyest sammenlignet med de andre traseene, og som tidligere nevnt gir høy tunnelandel høye kostnader og utslipp som fører til at denne traseen topper både kostnads- og nyttesiden. Traseen jeg skal fokusere på er Oslo – Trondheim. For denne strekningen må over 80 % av sporene oppgraderes, og 40 % av turen består av tunnel.

I markedsanalysene har de tatt for seg etterspørsels- og inntektsprognoser knyttet til de ulike analysealternativene. Det innebærer forventet inntekt og antall passasjerer for to scenarier; PSS1 og PSS2. PSS1 innebærer 26 tog per dag (basistog pluss ekspresstog) med billettpris lik 60 % av pris på flybillett, mens PSS2 innebærer 18 tog per dag (kun basistog, et tog i timen) med billettpris lik pris på flybillett. Det ble gjennomført to samfunnsøkonomiske analyser hvor det er brukt standard metodikk på den ene og en alternativ metodikk på den andre (Jernbaneverket, 2012). *Standard-metoden* er konsistent med Jernbaneverkets retningslinjer (Jernbaneverket, 2011), men noen endringer måtte gjøres siden lyntog skiller seg ut fra ordinære jernbaneprosjekter.

Veiledningen fra Jernbaneverket (2011) er primært beregnet for en mindre skala (konvensjonelle jernbaner) og vil derfor ikke inneholde retningslinjer for hvordan lyntog skal behandles. Det er for eksempel manglende relevante tidsverdier og hvordan nye nytter skal beregnes. *Den alternative metoden* bygger på Jernbaneverkets retningslinjer i tillegg til at den erkjenner at lyntog må vurderes som et nytt transportmiddel. De viktigste endringene i forhold til standard metoden er; 1) en utvidelse av analyseperioden til 40 år for å fange flere virkninger over en lengre tidsperiode; 2) en heving av realvekst i kostnader med en kalkulasjonsrente som er 1,9 % over standard inflasjon frem til 2015; 3) en beregning av endringene i ytelsene til brukerne direkte fra endringer i reisekostnader og reisemønster,

behandling av tidsverdier; 4) følsomhetsanalyser for eventuelle "wider economic impact", mernytteeffekter. Mernytteeffekter ble inkludert ved å addere 15 % og 30 % til den positive nytten, uten noen begrunnelse for hvordan de kom frem til nettopp disse størrelsene.

5.2.3 Resultatene

Hovednyttens assosiert med innføring av lyntog kan deles inn i tre deler; *brukernytte, inntekter og konsekvenser for tredjepart*. Brukernytte vil være forbedret transporttilbud og reduserte kostnader for passasjerer i form av tidsbesparelse og kvalitet. Inntekter gjelder operatørens, som blir oppveid av tap i inntekter for andre transportmodi i tilfellene hvor passasjerene går over til lyntog. Konsekvenser for tredjepart kan være enten positive eller negative, særlig avhengig av omfanget på CO₂-utslipp (Jernbaneverket, 2012).

Dersom vi sammenligner de to metodene, standard og alternativ, kan vi si at variasjonen mellom alternativene og PSS1 og PSS2 er størst ved bruk av standard-metoden. Den store variasjonen i brukernytten reflekterer forskjellen i hvordan nytten fanges opp i de to metodene. Som beskrevet, har den alternative metoden blitt utviklet spesielt for denne utredningen og er derfor i stand til å hente de direkte transportkostnadene ved beregning av brukernytten. Det gjelder for eksempel de ulike elementene ved reisekostnader som ventetid og gange, noe som standard-metoden bruker og som gjelder for et mer utbredt bruk. De to neste figurene oppsummerer resultatene for standard- og alternative metoden for PSS1 og PSS2 for traseen Oslo – Trondheim. Fra figurene ser vi at netto nåverdi (NPV) for alle tilfellene er betydelig negative.

Standard-metoden

	PSS1	PSS2
a) Brukernytte	26 065,00	10 823,00
b) Tredjepart effekter	1 370,00	664,00
c) Offentlig sektor (bygge- og driftskostnader)	-126 551,00	-117 154,00
d) NPV (netto nåverdi) (a+b+c)	-99 116,00	-105 687,00

Figur 5.3: Samfunnsøkonomisk analyse for PSS1 og PSS2 med standard metode (NPV, millioner kroner, 2009 prisnivå, 25 års beregningsperiode)

Alternative metoden

	PSS1	PSS2
a) Brukernytte	41 896,00	29 814,00
b) Tredjepart effekter	2 305,00	1 328,00
c) Offentlig sektor (bygge- og driftskostnader)	-180 989,00	-168 601,00
d) NPV (netto nåverdi) (a+b+c)	-136 788,00	-137 459,00

Figur 5.4: Samfunnsøkonomisk analyse for PSS1 og PSS2 med alternativ metode (NPV, millioner kroner, 2009 prisnivå, 40 års beregningsperiode)

Når det gjelder følsomhetsanalysene ble det kun gjort for tre traseer med den alternative metoden (40 års beregningsperiode) og PSS1. Det er Oslo – Trondheim (via Gudbrandsdalen), Oslo – Bergen (via Hallingdal) og Oslo – Stavanger (via Vestfold). For følsomhetsanalysene ble det brukt ulike kalkulasjonsrenter (2 og 5,5 %) og beregningsperioder (25 og 60 år). Videre inkluderte analysene optimism bias og vurdering av eventuell mernytte ved å addere 15 % og 30 % på nettonytten. Med en kalkulasjonsrente på 2 % doubler brukernytten og virkninger for tredjepart, men det gir også en økning på 20-30 % på de negative virkningene for offentlig sektor. De økte kostnadene vil kunne utligne den bedre brukernytten og gir dermed en svak nedgang i netto nåverdi. Med en kalkulasjonsrente på 5,5 % vil endringene kun forårsake en begrenset innvirkning på netto nåverdi. Tilsvarende for de ulike beregningsperiodene utligner den økte nytten med økte kostnader slik at effekten på netto nåverdi er begrenset. Når det gjelder optimism bias vil det kun påvirke kostnadene uten at det gir noen effekter på nytten, og vil derfor føre til en signifikant økning i netto nåverdi med nesten 35 %. Eventuell mernytte med 15 % og 30 % vil også gi relativt begrenset effekt på netto nåverdi.

Jeg vil bruke netto nåverdien fra PSS1 for den alternative metoden til å sammenligne med resultatene fra analysen. Fra figur 5.4 viser det en nytte på ca. 41,9 mrd (kun brukernytten) og netto nåverdi på ca. -139 mrd kroner over en 40 års periode. Eventuelle mernytte er ikke beregnet. Siden tredjepart effekter inkluderer CO2-utslipp velger jeg å droppe denne nytten og bruker miljøeffekten jeg selv beregner.

5.3 CO2-utslippet

År	Veitrafikk										Luftfart, sjøfart, fiske, motorredskaper m.m.							
	Personbiler - bensin	Personbiler - diesel m.m.	Andre lette kjøretøy - bensin	Andre lette kjøretøy - diesel m.m.	Tunge kjøretøy - bensin	Tunge kjøretøy - diesel m.m.	Motorsykler	Moped	Jernbane	Innenriks luftfart < 1000 m	Innenriks luftfart > 1000 m	Innenriks sjøfart - kysttrafikk m.m.	Fiske	Småbåter	Snøscooter	Traktorer, anleggsmaskiner og andre motorredskaper: diesel	Motorredskaper: bensin	
2001	4604	522	325	928	46	2361	59	24	47	367	768	2069	1425	178	15	1226	54	
2002	4574	619	305	956	53	2355	60	26	44	338	893	1939	1488	178	15	1150	53	
2003	4518	721	290	981	63	2430	62	29	41	323	651	2002	1443	178	16	1266	53	
2004	4492	873	273	1035	73	2566	64	30	45	338	798	2060	1410	178	16	1384	53	
2005	4328	1049	246	1079	85	2696	62	29	43	291	710	2017	1350	178	16	1300	53	
2006	4167	1303	221	1173	83	2821	63	29	42	310	731	2128	1273	178	16	1461	53	
2007	3950	1665	198	1242	74	2874	64	29	44	356	773	2303	1225	178	18	1674	53	
2008	3693	1847	174	1282	67	2801	65	30	46	373	765	2048	1192	177	18	1543	53	
2009	3457	2047	150	1303	60	2679	69	31	45	380	792	2112	1367	177	19	1428	53	
2010	3248	2374	128	1387	55	2726	72	32	40	388	805	2207	1423	177	19	1680	53	
2011	2952	2571	105	1410	47	2790	73	31	38	414	885	2111	1439	176	20	1804	53	
2012	2744	2781	89	1441	38	2817	76	32	42	430	900	2010	1527	176	21	1770	53	

Figur 5.5: Utslipp til luft (1000 tonn CO₂-ekvivalenter). Kilde: SSB tabell 08940

I innledningen introduserte jeg figurene 2.2-2.6 som beskrev utviklingen i utslippsnivået per passasjerkilometer og tonnkilometer i Norge de siste årene og hvilke sektorer som dominerer utslippet i landet. Det ble kommet frem at veitrafikken, som ikke inkluderer flytransport og jernbane, står for omtrent 20 % av det totale CO₂-utslippet i Norge. Figur 5.5 viser oss en mer detaljert forklaring av utslippet til hvert enkelt transportmiddel for et år. Vi ser at jernbane er definitivt det kollektivtransportmiddelet som er mest miljøvennlig med hensyn til CO₂-utslippet og som i tillegg har stor passasjerkapasiteten. Hvis vi antar at traseene Oslo – Bergen, Oslo – Stavanger og Oslo – Trondheim blir utbygd med lyntog vil den totale besparelsen per år være på ca. 200 000 tonn CO₂e etter at den er satt i drift. Beregningen gjelder kun for overføringen fra flytrafikken, det vil si at person- og godstransporten ikke er inkludert.

Kvotepriisen for per tonn CO₂-utslipp har i de siste årene variert veldig. Fra juli 2008 til april 2013 har spottprisen på kvoter variert mellom 21 til 235 kroner (Finansdepartementet, 2013). De siste årene har kvotepriisen nesten bare gått nedover, og våren og sommeren 2013 har prisen ligget på et nivå mellom 20 og 40 kroner (Finansdepartementet, 2013). Det gjør det vanskelig å beregne hvor mange kroner Norge sparer for hvert tonn redusert CO₂-utslipp. Kvotepriisen i Norge står ovenfor to systemer; EUs kvotesystem og kvotepriisen i Kyotomarkedet. Dette gjør at kvotepriisen i Norge har stor variasjon¹⁰. En grunn for den lave kvotepriisen kan være fordi totalt tillatt utslippsnivå i kvotemarkedet er for høyt. Dersom satsingen på kutt i CO₂-utslipp i fremtiden forsterkes gjennom en mer offensiv og ambisiøs

¹⁰ Prisene blir påvirket av kvotepriisen i andre land

politikk, kan vi forvente en høyere kvotepris, noe tyskerne har gjort i sin analyse (Econ Pöyry, 2008).

Deler av målet bak utbygging av lyntog er et ønske om å overføre noe av fly- og godstrafikken til jernbane. Tunge lastebiler stod i 2012 for totalt et utslipp på ca. 2,85 millioner tonn CO₂ i Norge og flytrafikken for ca. 1,3 millioner tonn CO₂ (SSB, 2014, figur 5.5). Til sammenligning er det årlige nasjonale utslippet 54 millioner tonn CO₂, noe som er 4 millioner tonn over målet som ble satt i kyotoavtalen (NOU 2012:16).

Høyhastighetsutredningen (2012) betrakter kun fly og godstransport (postmarkedet) som lyntogets konkurrenter og har dermed ikke beregnet mulige personbilbrukere som kan overføres fra vei til bane. Sammenlignet med flytrafikken og tunge lastebiler stod personbiler i 2012 for et høyere utslippsnivå enn de to andre til sammen, på ca. 5.5 millioner tonn CO₂. Figur 2.1 viser at prosentandelen for personbil sammenlignet med andre transportmetoder (de inkluderte i diagrammet) i Norge de siste 50 årene har økt betraktelig, fra 40 % i 1960 til 79 % i 2011. Til sammen kan alle tre sektorene redusere store mengder utslipp og kostnader for Norge.

5.4 Området for mulige mernytteeffekter

Fra Oslo til Trondheim er det flere stoppesteder. Blant dem er det steder som Gardermoen, Stangen og Tynset. Norges mest trafikkerte flyplass er ikke overraskende den i hovedstaden. Oslos hovedflyplass ligger nemlig på Gardermoen, som er et av stoppestedene for denne traseen. Gardermoen næringspark er et av Østlandets mest sentrale trafikkknutepunkter med alle typer virksomheter. Området er under bygging for kontorer og er blant annet nabo med store hotellkjeder og har kort vei til flyplassen (Fabritius AS). Potensialet for ringvirkninger i fremtiden er stor.

For arbeidsmarkedsvirkninger er det hevdet at transporten når sitt kritiske punkt ved 45-50 minutter (Heum m.fl., 2011). I følge Samtad m.fl. (2012) er i dag beregnet reisetid mellom Oslo og Gardermoen på drøye 40 minutter, men etter utbyggingen av lyntog halverer reisetiden til ca. 20 minutter. Reisetidene som benyttes før utbygging av lyntog er gjennomsnittlige tider for vei- og banetransport.

	Oslo	Gardermoen	Stange	Tynset-Vest	Trondheim
Oslo	-	42	93	275	422
Gardermoen	42	-	63	245	392
Stange	92	63	-	196	343
Tynset-Vest	274	245	196	-	143
Trondheim	422	393	343	143	-

Figur 5.6: Gjennomsnittlige (for vei og bane) reisetider mellom stasjonene i minutter, fra Nasjonal Transportmodell (Samstad m.fl., 2012, s.61)

	Oslo	Gardermoen	Stange	Tynset-Vest	Trondheim
Oslo	-	18	43	101	187
Gardermoen	18	-	25	83	169
Stange	43	25	-	58	144
Tynset-Vest	101	83	58	-	86
Trondheim	187	169	144	86	-

Figur 5.7: Antatte reisetider (med lyntog) mellom stasjonene i minutter, basert på Atkins (Samstad m.fl., 2012, s. 61)

Med kortere reisetider av opprinnelig tid vil det gi insentiver for innbyggerne å bosette- eller arbeide ved et av stoppestedene. Det vil også være mer attraktivt for bedrifter å etablere seg i områdene.

5.5 Oppsummering

Utbygging av lyntog vil være det største samferdselsprosjektet i Norge i moderne tid. I Nasjonal Transportplan 2014-2023 (2013) er det kommet frem at regjeringen vil legge til grunn en samlet ramme på om lag 500 mrd kroner til vei, bane og sjø over de neste ti årene. Den økonomiske rammen til investeringer på jernbanenettet er på 92 mrd kroner og 76 mrd kroner til drift og vedlikehold. Totalt er det 168 mrd kroner i en 10 års periode til Jernbaneverket. Den totale investeringskostnaden for traseen jeg skal bruke er på 145 mrd kroner, noe som beskriver størrelsen på dette prosjektet. I store samferdselsprosjekter er det ofte utfordrende å se indirekte virkninger og langtidseffekter. I vanlig praksis settes langtidseffektene lik null, noe som kan føre til at flere prosjekter feilaktig går i minus. Stadig ulønnsomme konklusjoner i utredningene til samferdselsprosjektene kan gi store konsekvenser. Penger bevilget til samferdselsprosjekter kan reduseres.

For slike store prosjekter er det vanskelig å beregne eksterne kostnader. Lyntog krever store naturinngrep og stor andel tunnelbygging som gir store mengder CO₂-utslipp (Jernbaneverket, 2012). På den andre siden vil fullført bygging føre til potensielt store mengder redusert utslipp og bedre hele transportsystemet. Det er da viktig at nytten utover de direkte nytteeffektene verdsettes og vurderes grundig. Lyntog gjelder ikke bare endestasjonene (storbyene), men også for stoppestedene. Reduserte reisetider og økte transportmuligheter for private og offentlige tjenester (godstransport) kan gi store positive effekter. Fra et miljøperspektiv er det tydelig at jo flere flypassasjerer, bilister og lastebiler som flyttes over til jernbane, desto bedre blir det med tanke på utslippsnivået og innsparte eksterne kostnader.

Kapittel 6 vil ta for seg forutsetningen for analysedelen. Deretter vil det i kapittel 7 gjøres følsomhetsanalyser for beregning av produktivitetsgevinst og reduserte miljøkostnader for skift av transportmiddel.

Kapittel 6: Forutsetninger for nytte-kostnadsanalysen

6.1 Innledning

Lyntog har vært et hett tema innenfor samferdselsdebatten de siste årene. Alle stornasjoner rundt omkring i verden satser tungt på lyntog og bygger baner etter baner. Utbyggingen av lyntog gir først om fremst gevinster i form av bedre tilgjengelighet mellom byer og tettsteder. Vi kan ikke forvente at tiltaket vil gi umiddelbar effekt på transportbildet. Befolkningen i nærhet av storbyene vil i utgangspunktet fortsette bilkjøringen og bruke bussen i startfasen. Dette prosjektet tar til sikte i flere tiår frem i tid, og da er det spesielt viktig at analyseperioden utvides.

I delkapittel 4.3 ble ulike mernytteeffekter omtalt som effekter som kan føre til positive virkninger i arbeidsmarkedet. Potensialet for produktivitetsvirkninger i stedene langs traseen kan knyttes til dette kapittelet. Et forbedret togtilbud med raskere reise til steder utenfor storbyene kan gi insentiver for større aktivitet for området. Forstørret arbeidsmarked kan bidra til økt produktivitet i næringslivet utover den direkte produktivetsgevinsten ved at de generaliserte reisekostnadene blir lavere.

Nytte- kostnadsanalysen i kapittel 7 vil i utgangspunktet ha hovedfokus på miljø- og agglomerasjonseffekter. For beregning av mernytteeffekter velger jeg å ha hovedfokuset på agglomerasjonseffekten slik at andre mernytteeffekter som ble diskutert i kapittel 4 ikke blir beregnet. CO₂-utslippet fra jernbane kontra fly-, bil- og godstransport (lastebil) ligger på et betydelig lavere nivå slik at overføringen til jernbane kan gi positive miljøeffekter. Når det er færre biler og lastebiler på veiene vil det også gi sparte eksterne kostnader.

Kalkulasjonsrenten og analyseperioden har som diskutert i delkapittel 3.3.1 stor innvirkning på netto nåverdi. For alle scenariene vil analyseperioden være lik levetiden på 75 år slik at beregningen av restverdi faller bort. Store samferdselsprosjekter innebærer mange effekter, og det kan ta tid før effektene slår ut slik at en lengre analyseperiode kan være med på å forsikre at disse effektene inkluderes (Jernbaneverket, 2011). Det vil også antas en treghetsfaktor som beregner at effekten av lyntog på sparte utslipp, agglomerasjonseffekter og eksterne kostnader ikke vil slå fullt ut fra år en, men at det vil ta tid.

6.2 Modellen

Retningslinjer og veiledning for samfunnsøkonomiske analyser inkluderer i dag ikke beregning av mernytteeffekter. Nytte- kostnadsanalyser har ingen klare metoder for å fange disse effektene slik at mulige positive effekter utelukkes i samferdselsprosjekter. I forbindelse med debatten rundt dette problemet har blant annet COWI (Samstad m.fl., 2012) og Vista Analyse (Vista Analyse, 2012b) gjennomført noen beregninger av norske transportprosjekter for å fange opp mulige tilleggseffekter. Metodene som blir brukt i modellen bygger på enkle forutsetninger og gir dermed ikke nødvendigvis en fasit over effektene. Likevel vil beregningene gi en pekepinn på mernytten som blir utelatt og hvorfor mernytte bør inkluderes i analysene. Modellen som brukes til å beregne endringer i produktiviteten i denne oppgaven hentes fra COWIs casestudium av lyntog (Samstad m.fl. 2012).

$$A = \sum_i A_i = \sum_i f(a_{ij}, S_j); \frac{\partial f}{\partial a_{ij}} < 0; \frac{\partial f}{\partial S_j} > 0 \quad (1)$$

der,

A = Agglomerasjonsindikator

i,j = Soner, $i \neq j$

a_{ij} = Avstand mellom soner

S_j = Arbeidsplasser i sone j

Jeg har i kapittel 4 diskutert agglomerasjonseffekter som fører til produktivitetsøkning gjennom forbedret transporttilgjengelighet. Agglomerasjonen kommer av endret avstand i form av tid eller reisestrekning. I dette tilfellet antar jeg at reisetiden reduseres mellom stedene, og at S_j er antall arbeidsplasser i sone j slik at vi har en destinasjonssone som kan være en indikasjon på aktivitet som tiltrekker arbeidstakere og bedrifter. A er en funksjon av avstand mellom soner og sysselsetting i destinasjonene. Vi ser fra funksjonen at jo kortere avstanden er (liten a_{ij}) og jo flere sysselsatte (stor S_j), jo høyere er agglomerasjonsindikatoren (A).

Deretter antar vi at produktiviteten kan måles ved inntekt, og i dette tilfellet er det representert ved lønn.

$$w_i = \theta * t_i = \theta * \sum_j e^{-\beta a_{ij}} * S_j \quad (2)$$

der,

w_i = Gjennomsnittlig lønn i sone i

θ = Elastisiteten til lønnen med hensyn på tilgjengelighet t_i for aktører i sone i

β = Parameter

Dette uttrykket er spesifisert for sone i . θ beskriver hvordan produktiviteten i sone i endres etter en endring i transporttilgjengeligheten. Endringer i produktivitet vil gjenspeiles som endringer i lønn på tvers av soner (Samstad m.fl. 2012). Fra tidligere økonometrisk analyse av et datasett med lønn på kommunenivå og reisetider mellom norske kommuner er det kommet frem til en parameterverdi på θ lik 0,03 og β lik 3,5¹¹. Med disse verdiene er det mulig å beregne agglomerasjonseffekter av et tiltak som endrer tilgjengeligheten for aktørene i sone i .

$$\Delta A_i = (w_i^1 - w_i^0) * S_i \quad (3)$$

der,

w_i^1 = Produktivitet målt ved lønnen i utbyggingsalternativet

w_i^0 = Produktivitet målt ved lønnen i basisalternativet

Summert over alle sonene blir samlet verdi av agglomerasjonsgevinstene som følge av et tiltak, som i dette tilfellet er utbygging av lyntog:

$$\Delta A^{total} = \sum_i \Delta A_i \quad (4)$$

6.3 Forutsetninger

Da COWI (Samstad m.fl. 2012) i 2010 fikk i oppdrag fra Jernbaneverket å gjennomgå mernytteberegninger som følge av lyntog var det usikkerhet knyttet til stoppestedene langs traseen. VWIs utredning fra 2007 ble brukt til å legge opp stoppestedene for strekningen, som er Oslo, Gardermoen, Stange, Tynset-vest og Trondheim. Siden lyntog genererer færre stoppesteder enn vanlig jernbane har Samstad m.fl. (2012) valgt å vurdere traseen som forskjellige adskilte områder nær stoppestedene. Selv om jernbanen går gjennom en kommune langs strekningen tilsier ikke dette at denne kommunen er i influensområdet til

¹¹ Parameterverdiene er funnet etter en økonometrisk analyse av et datasett med reisetider mellom norske kommuner og lønn på kommunenivå (Samstad m.fl., 2012)

jernbanen. Hovedfokus vil være områdene rundt stoppestedene. For å kunne beregne agglomerasjonseffekter med modellen i delkapittel 6.2 krever det data for reisetider mellom stoppestedene, sysselsetting- og gjennomsnittlig brutto inntekt for stoppestedene. Databehovet er hentet direkte fra Samstad m.fl. (2012) sitt casestudium.

Ved bruk av modellen og databehovet har Samstad m.fl (2012) kommet frem til følgende resultat for agglomerasjonseffekter for stoppestedene:

Influensområde	Prosentvis endring i produktivitet	Agglomerasjonsgevinst (i millioner kroner)
Oslo	0,04 %	160
Gardermoen	1,06 %	190
Stange	1,53 %	260
Tynset-Vest	0,79 %	20
Trondheim	0,00 %	0
Sum per år		630
Netto nåverdi		9 300

Figur 6.1: Agglomerasjonseffekt av lyntog mellom Oslo og Trondheim (Samstad m.fl., 2012).

For beregningene i figuren ble det brukt 25 års analyseperiode med 4,5 % kalkulasjonsrente. Agglomerasjonseffekten per år er på 630 millioner kroner med en netto nåverdi over en 25 års periode på 9,3 mrd kroner. Fra figur 5.3 kunne vi se en nettonytte (brukernytte pluss tredjepart) på ca. 27,4 mrd kroner og netto nåverdi på ca. -99,1 mrd kroner, utført med samme beregningsmetode. Vi ser at størrelsen på agglomerasjonseffekten ligger på 30 % av netto nytten, men sammenlignet med netto nåverdi er denne effekten bare drøye 10 % av absoluttverdien til netto nåverdi. Selv om vi legger til denne effekten vil traseen fortsatt operere med en negativ netto nåverdi på -89,8 mrd kroner.

I oppgavens scenarioanalyser vil jeg bruke agglomerasjonsgevinsten på 630 millioner kroner per år fra COWIs beregninger som grunnlag. Jeg vil neddiskontere denne verdien med tre forskjellige kalkulasjonsrenter over en analyseperiode på 75 år. For samtlige scenarier vil analyseperioden og levetiden være på 75 år. For den første delen av scenarioanalysen vil jeg bruke kalkulasjonsrenten fra Jernbaneverkets metodehåndbok (2011), konstant på 4,5 % ut hele perioden. Andre delen består av Hagen-utvalgets anbefaling med en kalkulasjonsrente på 4 % fra år 0-40, 3 % år 40-75 og 2 % etter 75 år (NOU 2012:16). For siste delen av

scenarioanalysen vil jeg bruke Sterns (2008) offensive miljøpolitikk om 1,4 % kalkulasjonsrente fra år 1.

Miljøgevinsten i form av redusert CO₂-utslipp er vanskelig å beregne. I Jernbaneverkets utredning er det kommet frem til en besparelse på ca. 200 000 tonn CO₂ per år for tre traseer, Oslo – Bergen, Oslo – Trondheim og Bergen – Stavanger. Besparelsen gjelder kun for overføringen fra fly til bane. På den andre siden har Deutsche Bahn (Norsk Bane, 2009) i sin utredning i 2009 inkludert bil-, fly- og lastebiltrafikken i beregningen av sparte CO₂-utslipp. Overføringen fra vei og luft til bane som følge av lyntog for Oslo – Trondheim gir da en besparelse på 460 000 tonn CO₂-utslipp per år. For alle scenarioanalysene vil jeg bruke dette nivået, men variere med kvoteprisen. Det vil bli brukt tre ulike kvotepriser for analysene. Den første er på 30 kroner, som kommer fra delkapittel 5.3 om at prisen det siste året har ligget mellom 20-40 kroner. De to andre nivåene stammer fra klimakurs beregnede kvotepriser for fremtiden, 320 kroner og 800 kroner (Miljødirektoratet, 2009). Den store variasjonen av kvotepriser skyldes forventning om bedre og mer ambisiøse utslippsavtaler i fremtiden som gir strengere krav for utslipp av CO₂. Summen per år for sparte CO₂-utslipp med de forskjellige kvoteprisene blir da:

$$460\,000 * 30 = \mathbf{13\,800\,000} \text{ kroner per år}$$

$$460\,000 * 320 = \mathbf{147\,200\,000} \text{ kroner per år}$$

$$460\,000 * 800 = \mathbf{368\,000\,000} \text{ kroner per år}$$

For beregning av eksterne kostnader som følge av person- og lastebiler bruker jeg de eksterne marginale kostnadene fra figurene 4.1-4.4. I følge Deutsche Bahn vil godstrafikken på vei reduseres med ca. 600 lastebilturer per dag på 400 kilometer kjørelengde hver med en last på 13 tonn (Norsk Bane, 2009 - sammendrag). 13 tonn er den gjennomsnittlige lasten for semitrailere i Norge. Drivstoff-forbruket for en lastebil med nyttelast over 11 tonn er ca. 3,01 liter per mil (0,3L/km) (Simonsen, 2010). Figur 4.3 og 4.4 viser den eksterne marginale kostnaden for kroner per liter drivstoff for vektclassene 3,5-7,5 tonn og 16-23 tonn. Derfor velger jeg å bruke gjennomsnittet til beregning siden vi her har en last på 13 tonn. Den eksterne marginale kostnaden finner jeg fra figur 4.3 og 4.4. Siden dette prosjektet gjelder for Oslo – Trondheim antar jeg at det innebærer kjøring i og forbi storbyer, spredtbygde- og

øvrige tettbygde strøk. Jeg velger derfor å bruke den eksterne marginale kostnaden for landsgjennomsnittet som er på 5,68 kroner per liter drivstoff.

	3,5-7,5 tonn	6-23 tonn
Landsgj.snitt	5,18	6,18
Gjennomsnitt	5,18	6,18
		5,68

Figur 6.2: Gjennomsnittlig (for begge vektclassene) kroner per liter drivstoff for lastebiler.

Den totale innsparte kostnaden for lastebiler blir da:

$$\begin{aligned}
 & \text{Eksterne marginale kostnad} * \text{Antall kilometer} * \text{Liter drivstoff per kilometer} \\
 & 5,68 * ((600 \text{ lastebiler}) * 400 (\text{kilometer})) * 0,301 = 410\,323 \text{ kroner per dag} \\
 & 410\,323 \text{ kroner per dag} * 365 \text{ dager} = \mathbf{149\,767\,895 \text{ kroner per år}}
 \end{aligned}$$

I en reisevaneundersøkelse (Brechan og Vågane, 2012) for 2009 ble det målt at en gjennomsnittlig reiselengde per bil er i overkant av 42 kilometer. Denne lengden gjelder personreiser for arbeid, ferie og fritid. Deretter har Deutsche Bahn (Norsk Bane, 2009 - sammendrag) beregnet at overføringen fra biltrafikken utgjør 1,1 % av biltrafikken i hele Norge. For de fleste personbilene ligger gjennomsnittlig liter drivstoff per kilometer på ca. 1,00 liter bensin/diesel per 20 kilometer (0,05L/km). For de eksterne marginale kostnadene for diesel- og bensindrevne biler henter jeg fra figur 4.1 og 4.2. Jeg vil igjen bruke landsgjennomsnittet slik at kostnaden er på 6,55 kroner og 4,82 kroner per liter drivstoff for henholdsvis diesel- og bensindrevne biler. For å beregne den totale kostnaden har vi eksterne marginal kostnad multiplisert med antall kilometer multiplisert med kroner per liter drivstoff. Den totale innsparte kostnaden for diesel- og bensindrevne personbiler blir da:

$$\begin{aligned}
 & 42 \text{ kilometer} * 2,5 \text{ millioner biler} = 105\,000\,000 \text{ kilometer per dag totalt} \\
 & 105\,000\,000 * 0,011 = 1\,155\,000 \text{ kilometer per dag (overført)} \\
 & 1\,155\,000 * 0,4 = 462\,000 \text{ kilometer per dag for diesalbiler} \\
 & 1\,155\,000 - 462\,000 = 693\,000 \text{ kilometer per dag for bensinbiler} \\
 & 6,55 * 462\,000 * 0,05 = 151\,305 \text{ kroner per dag for diesalbiler} \\
 & 151\,305 * 365 = \mathbf{55\,226\,325 \text{ kroner per år}}
 \end{aligned}$$

$$4,82 * 639\ 000 * 0,05 = 153\ 999 \text{ kroner per dag for bensinbiler}$$

$$153\ 999 * 365 = \mathbf{56\ 209\ 635 \text{ kroner per år}}$$

Den totale innsparte verdien for lastebiler og personbiler blir da:

$$149\ 767\ 895 + 55\ 226\ 325 + 56\ 209\ 635 \approx \mathbf{261 \text{ millioner kroner per år}}$$

Den totale innsparte verdien for eksterne kostnader er på ca. 261 millioner kroner per år.

Denne verdien er lik for alle scenarier. Den totale innsparte miljøkostnaden per år avhenger av kvoteprisen.

I COWIs rapport (Samstad m.fl., 2012) ble det antatt at agglomerasjonseffektene gir full effekt fra starten av. I realiteten kan det ta tid før virkninger og effekter av et prosjekt gir fullt utslag. For lyntog er det rimelig å anta at det vil ta tid før transportbildet endrer seg og eventuelle agglomerasjonseffekter realiseres, slik at effektene vil øke gradvis med tiden. Jeg antar at overføringen fra luft og vei til bane vil gi full effekt før agglomerasjonseffekten. Agglomerasjonseffekter krever byutvikling i form av nye kontorer og andre fasiliteter, noe som vil ta tid. I tillegg kan vi anta at det tar tid før agglomerasjonsmekanismene mellom nye og gamle bedrifter gir produktivitetsvekst. Agglomerasjonsmekanismene er matching, learning og sharing (Duranton og Puga, 2004). For eventuelle tregheter velger jeg å bruke tre ulike antagelser for når effektene slår fullt ut. Baseline- og pessimistisk treghet illustreres i figur 6.3 og 6.4, mens den siste er en optimistisk antagelse om at effektene gir full uttelling fra første år.

		Agglomerasjonseffekt					
År		0 til 4	5 til 9	10 til 14	15 til 19	20 <	
Treghetsfaktor		0,2	0,4	0,6	0,8	1	
		Miljøeffekt					
År		0 til 1	2 til 3	4 til 5	6 til 7	8 til 9	10 <
Treghetsfaktor		0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Figur 6.3: Baseline treghetsfaktor.

Agglomerasjonseffekt						
År	0 til 7	8 til 15	16 til 23	24 til 31	32 til 39	40 <
Treghetsfaktor	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Miljøeffekt					
År	0 til 4	5 til 9	10 til 14	15 til 19	20 <
Treghetsfaktor	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Figur 6.4: Pessimistisk treghetsfaktor.

Figurene ovenfor viser en treghetsfaktor mellom 0 og 1, hvor 1 betyr at alle effektene gir fullt utslag. Denne verdien multipliseres med agglomerasjonseffekten, sparte utslipp og sparte eksterne kostnader. For samtlige scenarier antar jeg at år 0 gir ingen agglomerasjons- eller miljøeffekter.

6.4 Oversikt av scenarioanalysene

Scenario	Forutsetninger
1. Baseline	$r = 4,5\%$ kombinert med 460 000 CO ₂ -utslipp spart til 30kr per tonn, 20 og 10 år før effektene realiseres
2. Optimistisk	$r = 4,5\%$ kombinert med 460 000 CO ₂ -utslipp spart til 30kr per tonn, effektene realiseres fra år 1
3. Pessimistisk	$r = 4,5\%$ kombinert med 460 000 CO ₂ -utslipp spart til 30kr per tonn, 40 og 20 år før effektene realiseres
4. Kombi 1	Kombinerer scenario 2 med høyere kvotepris, 320kr
5. Hagen-utvalgets	$r = 4,3,2\%$ kombinert med 460 000 CO ₂ -utslipp spart til 320kr per tonn, 20 og 10 år før effektene realiseres
6. Kombi 2	Kombinerer scenario 5 med høyere kvotepris, 800kr
7. Stern	$r = 1,4\%$ kombinert med 460 000 CO ₂ -utslipp spart til 320kr per tonn, 20 og 10 år før effektene realiseres
8. Kombi 3	Kombinerer scenario 7 med høyere kvotepris, 800kr

Figur 6.5: Oversikt over ulike scenarier.

For de tre første scenariene brukes det en konstant kalkulasjonsrente på 4,5 % ut hele analyseperioden på 75 år. Denne metoden er tilnærmet dagens beregningsmetode i Norge. I

delkapittel 5.3 kom det frem at kvoteprisen i Norge ligger på rundt 20-40 kroner (Finansdepartementet, 2013). Jeg velger å bruke medianen på 30 kroner per tonn CO₂. Det vil brukes tre ulike tregheter; baseline for scenario 1, optimistisk for scenario 2 og pessimistisk for scenario 3. Eneste forskjellen mellom scenario 2 og 4 er at det benyttes en høyere kvotepris i scenario 4.

For scenariene 5 og 6 benyttes Hagen-utvalgets anbefaling med avtagende kalkulasjonsrente. Det vil si år 0-40 på 4 %, 40-75 på 3 % og 75 år < på 2 %. For begge scenariene vil jeg bruke baseline-treghet. Det er realistisk å regne med tregheter før effektene slår ut. Det blir brukt kvotepris på 320 kroner i scenario 5 og 800 kroner i scenario 6 (Miljødirektoratet, 2009).

I de to siste scenariene benyttes Sterns (2008) konstante kalkulasjonsrente på 1,4 % fra første år. Innspart CO₂-utslipp vil være lik alle de andre scenariene. Kvoteprisen som brukes er 320 og 800 kroner for henholdsvis scenario 7 og 8. Jeg vil fortsatt bruke baseline-treghet.

	Totalt innspart verdi
460 000 CO ₂ * 30	13,8 millioner kroner per år
460 000 CO ₂ * 320	147,2 millioner kroner per år
460 000 CO ₂ * 800	368 millioner kroner per år
Eksterne kostnader	261 millioner kroner per år

Figur 6.6: Oversikt over totalt innspart verdi per år for eksterne kostnader og CO₂-utslipp (for valg av ulike kvotepriser).

Jeg vil igjen påpeke at prosjektets levetid er satt lik analyseperioden på 75 år for alle scenariene. Agglomerasjonsgevinsten for alle scenariene vil være 630 millioner kroner per år fra første år. Denne gevinsten og totalt innspart miljøgevinst vil multipliseres med treghetsfaktoren og deretter diskonteres. For hvert scenario vil jeg presentere netto nåverdi for etter 40 år og 75 år. Netto nåverdien etter 40 år vil sammenlignes med Jernbaneverkets (2012) alternative metoden, PSS1. Fra figur 5.3 ser vi at dette alternativet for Oslo – Trondheim opererer med en negativ netto nåverdi på -139 mrd kroner¹². Tredjepart effekter er ikke inkludert siden CO₂-utslippet inngår i denne effekten.

¹² Brukernytte + investeringskostnader

Kapittel 7: Scenarioanalyse

7.1 Scenario 1: Baseline

For dette scenariet benyttes 30 kroner per tonn CO₂ som kvotepris. Fra figur 6.6 har vi den totale innsparte miljøgevinsten på $13,8 + 261 = 274,8$ millioner kroner per år.

Agglomerasjonsgevinsten på 630 millioner kroner per år kombineres med baseline-tregghet og konstant kalkulasjonsrente på 4,5 % i hele perioden. Netto nåverdien for henholdsvis 40 og 75 år blir da:

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	7350,27
Miljø	3914,75
Totalt	11265,02

Figur 7.1: Netto nåverdi etter 40 år. (i millioner kroner)

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	9241,56
Miljø	4739,71
Totalt	13981,27

Figur 7.2: Netto nåverdi med analyseperiode på 75 år. (i millioner kroner)

Fra Jernbaneverkets analyse kom de frem til en netto nåverdi på -139 mrd kroner. Ved bruk av samme kalkulasjonsrente og analyseperiode (40 år) er netto nåverdi fra agglomerasjons- og miljøeffektene ca. 11,2 mrd kroner. I dette tilfellet har disse effektene liten innvirkning på Jernbaneverkets (2012) netto nåverdi. Netto nåverdien er fortsatt veldig negativ. Se vedlegg 1 for utregninger.

7.2 Scenario 2: Optimistisk

Fortsatt benyttes 30 kroner per tonn CO₂ som kvotepris. Fra figur 6.6 har vi den totale innsparte miljøgevinsten på $13,8 + 261 = 274,8$ millioner kroner per år.

Agglomerasjonsgevinsten per år er 630 millioner kroner. Nå antar vi at agglomerasjons- og miljøeffektene gir full effekt fra år 1. Kalkulasjonsrenten er på 4,5 % for hele analyseperioden. Netto nåverdien for henholdsvis 40 og 75 år blir da:

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	11593,00
Miljø	5056,76
Totalt	16649,75

Figur 7.3: Netto nåverdi etter 40 år. (i millioner kroner)

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	13484,29
Miljø	5881,72
Totalt	19366,01

Figur 7.4: Netto nåverdi med analyseperiode på 75 år. (i millioner kroner)

Med ingen tregheter er netto nåverdi etter 40 år på ca. 16,7 mrd kroner. Denne verdien er større enn verdien i scenario 1, men har fortsatt liten effekt på netto nåverdien til prosjektet, på -139 mrd kroner. Netto nåverdien er fortsatt på -122,3 mrd kroner etter å ha inkludert agglomerasjons- og miljøeffektene. Se vedlegg 2 for utregninger.

7.3 Scenario 3: Pessimistisk

Som scenario 1 og 2 benyttes 30 kroner per tonn CO₂ som kvotepris. Fra figur 6.6 har vi den totale innsparte miljøgevinsten på $13,8 + 261 = 274,8$ millioner kroner per år.

Agglomerasjonsgevinsten er på 630 millioner kroner per år. I dette scenariet brukes den pessimistiske tregheten. Det vil si at vi antar at agglomerasjonseffekten ikke vil gi full effekt før i år 40 og at det vil ta 20 år før miljøeffektene realiseres. Kalkulasjonsrenten er fortsatt på 4,5 %. Netto nåverdien for henholdsvis 40 og 75 år blir da:

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	3704,43
Miljø	3206,12
Totalt	6910,54

Figur 7.5: Netto nåverdi etter 40 år. (i millioner kroner)

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	5595,72
Miljø	4031,08
Totalt	9626,80

Figur 7.6: Netto nåverdi med analyseperiode på 75 år. (i millioner kroner)

Resultatet fra dette scenariet har ikke overraskende den laveste netto nåverdien på grunn av tregheten. Netto nåverdien på ca. 7 mrd kroner etter 40 år har også minst effekt på Jernbaneverkets (2012) nåverdi på -139 mrd kroner. Se vedlegg 3 for utregninger.

7.4 Scenario 4: Kombi 1

I dette scenariet vil det benyttes en kvotepris på 320 kroner per tonn CO₂. Fra figur 6.6 har vi nå en total miljøgevinst på $147,2 + 261 = 408,2$ millioner kroner per år.

Agglomerasjonsgevinst vil fortsatt være 630 millioner kroner per år. Antar at effektene realiseres fra år 1. En kalkulasjonsrente på 4,5 % brukes. Netto nåverdien for henholdsvis 40 og 75 år blir da:

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	11593,00
Miljø	7511,53
Totalt	19104,52

Figur 7.7: Netto nåverdi etter 40 år. (i millioner kroner)

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	13484,29
Miljø	8736,96
Totalt	22221,25

Figur 7.8: Netto nåverdi med analyseperiode på 75 år. (i millioner kroner)

Endringen av kvotepris har gitt dette scenariet en større netto nåverdi enn scenario 2. Nå er netto nåverdien etter 40 år på 19,1 mrd kroner kontra 16,6 mrd kroner i scenario 2. Selv en økning på drøye 2,5 mrd kroner er effektene fortsatt relativt liten sammenlignet med den

negative netto nåverdien til Jernbaneverket (2012) på -139 mrd kroner. Resultatet er fortsatt samfunnsøkonomisk ulønnsomt. Se vedlegg 4 for utregninger.

7.5 Scenario 5: Hagen-utvalgets

I dette scenariet vil det benyttes en avtagende kalkulasjonsrente på henholdsvis 4 %, 3 % og 2 % for ulike perioder i løpet av analyseperioden (NOU 2012:16). Kvoteprisen som brukes i dette scenariet er 320 kroner per tonn CO2 slik at den totale miljøgevinsten vil være på $147,2 + 261 = 408,2$ millioner kroner per år. Agglomerasjonseffekten er fortsatt 630 millioner kroner per år. Baseline-treghet benyttes i dette scenariet. Netto nåverdi for 40 og 75 år er:

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	8151,31
Miljø	6393,24
Totalt	14544,55

Figur 7.9: Netto nåverdi etter 40 år. (i millioner kroner)

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	12375,18
Miljø	9130,04
Totalt	21505,23

Figur 7.10: Netto nåverdi med analyseperiode på 75 år. (i millioner kroner)

På lang sikt benyttes det en annen kalkulasjonsrente i dette scenariet enn Jernbaneverkets (2012). For netto nåverdien i figur 7.9 ble det brukt en kalkulasjonsrente på 4 % for alle år før 3 % for år 40. Det er fra år 40 og utover der forskjellen er størst. Sammenligner vi netto nåverdien fra 7.9 med Jernbaneverkets (2012), har dette resultatet fortsatt liten effekt på Jernbaneverkets netto nåverdi. Se vedlegg 5 for utregninger.

7.6 Scenario 6: Kombi 2

Kvotepreisen er den eneste forskjellen mellom dette scenariet og scenario 5. En kvotepris på 800 kroner per tonn CO₂ benyttes. Fra figur 6.6 kan vi se at den totale miljøgevinsten vil nå være $368 + 261 = 629$ millioner kroner per år. Netto nåverdi for 40 og 75 år er:

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	8151,31
Miljø	9851,42
Totalt	18002,72

Figur 7.11: Netto nåverdi etter 40 år. (i millioner kroner)

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	12375,18
Miljø	14068,59
Totalt	26443,77

Figur 7.12: Netto nåverdi med analyseperiode på 75 år. (i millioner kroner)

En høyere kvotepris har gitt netto nåverdien etter 40 år i dette scenariet en økning på ca. 3,5 mrd kroner i forhold til scenario 5. Legger til 18 mrd kroner på netto nåverdien til Jernbaneverkets (2012) resultat vil prosjektet fortsatt operere med en netto nåverdi på -121 mrd kroner. Se vedlegg 6 for utregninger.

7.7 Scenario 7: Stern

For dette scenariet benyttes 320 kroner per tonn CO₂ som kvotepris. Fra figur 6.6 har vi den totale innsparte miljøgevinsten på $147,2 + 261 = 408,2$ millioner kroner per år. Agglomerasjonsgevinsten per år er 630 millioner kroner. Kalkulasjonsrenten for dette scenariet er Sterns (2008) anbefaling på 1,4 % for hele perioden. Forutsetningene kombineres med en baseline-treghet. Netto nåverdien for henholdsvis 40 og 75 år blir da:

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	13969,06
Miljø	10540,80
Totalt	24509,86

Figur 7.13: Netto nåverdi etter 40 år. (i millioner kroner)

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	23911,20
Miljø	16982,67
Totalt	40893,88

Figur 7.14: Netto nåverdi med analyseperiode på 75 år. (i millioner kroner)

Med Sterns (2008) ambisiøse kalkulasjonsrente er ikke overraskende netto nåverdien størst ved dette tilfellet for både 40 og 75 år. Det er vanskelig å sammenligne resultatet fra dette scenariet med Jernbaneverkets (2012) siden forskjellen mellom bruken av kalkulasjonsrenten er såpass stor. Dersom vi ser bort ifra denne forskjellen og legger denne effekten inn i Jernbaneverkets (2012) netto nåverdi på -139 mrd kroner har vi et resultat på ca. -114,5 mrd kroner. Se vedlegg 7 for utregninger.

7.8 Scenario 8: Kombi 3

Kvoteprisen er eneste skillet mellom dette scenariet og scenario 7. Prisen som benyttes i dette scenariet er 800 kroner per tonn CO₂. Den totale miljøgevinsten er i tilfellet $368 + 261 = 629$ millioner kroner per år. Netto nåverdi for effektene i år 40 og 75 er:

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	13969,06
Miljø	16242,43
Totalt	30211,49

Figur 7.15: Netto nåverdi etter 40 år. (i millioner kroner)

Effekt	Nåverdi
Agglomerasjon	23911,20
Miljø	26168,80
Totalt	50080,00

Figur 7.16: Netto nåverdi med analyseperiode på 75 år. (i millioner kroner)

Til en høyere kvotepris er netto nåverdien etter 40 år i dette scenariet ca. 5,5 mrd kroner høyere enn scenario 7, det vil si ca. 30 mrd kroner. I likhet med scenario 7 er det umulig å gi en fornuftig sammenligning mellom dette resultatet og Jernbaneverkets (2012). Stern (2008) anbefaler en kalkulasjonsrente på 1,4 % mens Jernbaneverkets retningslinjer (2011) bruker 4,5 %. Dersom vi ser bort i fra forskjellen vil netto nåverdi på 30 mrd kroner tilsvare nærmere 20 % av absoluttverdien til Jernbaneverkets netto nåverdi på -139 mrd kroner. Effekten fra dette scenariet vil være størst sammenlignet med de andre scenariene, men størrelsen på effekten er fortsatt ikke tilstrekkelig til å snu prosjektets negative netto nåverdi.

7.9 Oppsummering- og diskusjon av resultatene

	Netto Nåverdi	
	40 år	75 år
Scenario 1	11,2 mrd	14,0 mrd
Scenario 2	16,6 mrd	19,3 mrd
Scenario 3	6,9 mrd	9,6 mrd
Scenario 4	19,1 mrd	22,2 mrd
Scenario 5	14,5 mrd	21,5 mrd
Scenario 6	18,0 mrd	26,4 mrd
Scenario 7	24,5 mrd	40,8 mrd
Scenario 8	30,2 mrd	50,0 mrd

Figur 7.17: Oversikt over resultatene.

Det ble brukt ulike treghetsfaktorer for de tre første scenariene. Grunnen til det er at disse tre scenariene er mest sammenlignbare med Jernbaneverkets (2012) resultat siden det brukes samme kalkulasjonsrente. Med en negativ netto nåverdi på -139 mrd kroner vil ingen av resultatene fra scenariene 1-3 ha noe merkbar effekt på Jernbaneverkets (2012) netto nåverdi. Selv til en høyere kvotepris i scenario 4 blir effekten for liten til å utgjøre noen forskjell.

For resten av scenarioanalysene ble det brukt en annen beregningsmetode av kalkulasjonsrente enn det som brukes i dag. Selv om kalkulasjonsrenten som ble brukt er lavere enn dagens nivå klarer ingen av resultatene fra scenariene 5-8 å sikre en positiv samfunnsøkonomisk lønnsomhet (ser bort i fra forskjellen på rentenivået) dersom effekten legges til Jernbaneverkets (2012) netto nåverdi.

I dagens analyser benyttes det vanligvis en analyseperiode på 25 år, i noen tilfeller 40 år. Dersom vi ser på netto nåverdien fra 40 år til 75 år i figur 7.19, kan vi se at med en lengre analyseperiode kan det resultere i store gevinster. Forskjellen i netto nåverdien etter 40 år for de seks første scenariene er ikke store, men etter 75 år kan vi se at scenario 5 og 6 skiller seg ut. Differansen mellom 40 og 75 år for scenario 5 og 6 er på ca. 7-8 mrd kroner. For de andre scenariene ligger differansen på drøye 3 mrd kroner. Bruken av kalkulasjonsrenten er grunnen til denne differansen. I Hagen-utvalgets anbefaling endrer kalkulasjonsrenten til 3 % etter 40 år. Denne metoden fører til at netto nåverdien i scenario 5 og 6 øker med over det dobbelte av de fire første med konstant kalkulasjonsrente for hele analyseperioden fra 40 til 75 år. Sterns (2008) metode med konstant lav kalkulasjonsrente er uten tvil den som gir størst netto nåverdi, men i praksis er det lite sannsynlig for at denne metoden benyttes.

Variasjonen på kvoteprisen gir også store forskjeller. Størrelsen på denne effekten er avhengig av nivået på kalkulasjonsrenten. For scenario 2 og 4 (kvotepris som eneste forskjell) er det ca. 3 mrd kroner forskjell. For scenario 5 og 6 (kvotepris som eneste forskjell) er forskjellen på ca. 4-5 mrd kroner. Forskjellen er størst for scenario 7 og 8 (kvotepris som eneste forskjell) med en differanse på 6-10 mrd kroner. Den store forskjellen for scenario 7 og 8 mellom 40 og 75 år skyldes den lave kalkulasjonsrenten til Stern (2008).

For denne analysen ble det brukt enkle forutsetninger og beregningsmetoder. Resultatet av beregningene bør derfor ikke tolkes som en nøyaktig verdi av disse effektene, men kun som en pekepinn for hva disse effektene kan tilføre et prosjekts samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Etter min vurdering er heller ikke nøyaktige forutsetninger nødvendig for å teste om mernytteeffekten kan være utslagsgivende i en slik analyse.

Kapittel 8: Konklusjon

Det er flere svakheter med dagens retningslinjer og anbefalinger for hvordan nytte-kostnadsanalyser skal gjøres, og nytte- kostnadsanalyser er et beslutningsverktøy som beskriver prosjekters samfunnsøkonomiske lønnsomhet. Effekter som fremkommer utover de direkte effektene fra et prosjekt er mernytteeffekter. I dagens beregningsmetoder er slike effekter fortsatt ikke inkludert i beregningsgrunnlaget. For samferdselsprosjekter kan størrelsen på disse effektene være signifikante for beregninger av samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Dette kan være en viktig grunn til at de fleste prosjektene konkluderes som ikke samfunnsøkonomisk lønnsomme.

I Jernbaneverkets utredning (2012) for utbygging av lyntog i Norge ble beregningen av mernytteeffekten utelatt. På den andre siden har COWI (Samstad m.fl. 2012) fått i oppdrag fra samferdselsdepartementet å beregne mernytte av samferdselsinvesteringer. Traseen Oslo – Trondheim ble i dette tilfellet brukt som casestudium, for beregning av agglomerasjonseffekter. I denne oppgaven har jeg brukt den beregnede årlige produktivitetsveksten som følge av agglomerasjonseffekter i COWIs rapport (Samstad m.fl., 2012) på 630 millioner kroner som grunnlag for oppgavens nytte- kostnadsanalyse. I tillegg til agglomerasjonseffekten har jeg beregnet miljøeffektene i form av redusert CO₂-utslipp og sparte eksterne kostnader for overføringen fra vei og luft til bane. Det ble det gjort scenarioanalyser ved bruk av ulike beregningsmetoder av kalkulasjonsrenten, varierte kvotepriser og ulike tregheter for når effektene realiseres. Resultatene fra scenarioanalysene ble deretter inkludert i Jernbaneverkets utregning for å få sett på utslaget de har på Jernbaneverkets (2012) netto nåverdi. Netto nåverdien til denne oppgavens scenarioanalyser varierer fra 9,6 til 50 mrd kroner. Selv om ingen av netto nåverdiene av effektene er ikke store nok til å snu den negative netto nåverdien i Jernbaneverkets (2012) analyse, er det store gevinster det er snakk om.

Utelukkelsen av mernytteeffekter kan dermed svekke troverdigheten til analysene som bruker dagens retningslinjer. Kalkulasjonsrenten i dagens retningslinjer ligger på et høyt og konstant nivå, noe som kan føre til en lav nettonytte. Jeg har gjennom scenarioanalysen vist at endring på kalkulasjonsrenten kan gi store utslag på netto nåverdi. En forlenget analyseperiode kan også føre til større gevinst. Dette er en tankevekker for videre fastsettelse av retningslinjer og anbefalinger for bruk av nytte- kostnadsanalyser i fremtiden. Resultatene fra analysen viser at

det er grunn til å inkludere produktivetsberegninger i nytte- kostnadsanalysene i fremtiden. Mernytteeffekter bør derfor ikke utelukkes i analysene som skal danne beslutningsgrunnlag. Fremtidig forskning bør derimot fokusere på hvordan man kommer frem til de riktige og mest mulig nøyaktige forutsetninger for beregningsmetodene for forskjellige mernytteeffekter.

Referanser:

Aftenbladet (2013). Overkjørt av et langsomt tog. Hentet fra:

<http://www.aftenbladet.no/meninger/omdal/Overkjort-av-et-langsomt-tog-3192937.html#.UxIIRfl5Pmg> (Sist endret: 18.06.13)

Aftenposten (2012). Kina åpnet verdens lengste lyntogroute. Hentet fra:

<http://www.aftenposten.no/nyheter/uriks/Kina-apnet-verdens-lengste-lyntogroute-7078040.html#.UmqsAPmSIXh> (Sist endret: 26.12.12)

Atkins (2012). Norway HSR Phase III Journey Times Analysis Final Report.

Banister, D. og Berechman Y. (2001). Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of Transport Geography* 9. s. 209-218.

Brechan, Inge., Vågane, Liva (2012). Reisevaneundersøkelse for Agderbyen 2009. TØI-rapport 1214/2013.

CNN (2013). China's high-speed train attract frustrated fliers. Hentet fra:

<http://edition.cnn.com/2013/04/11/travel/china-high-speed-rail/index.html> (Sist endret: 12.04.13)

Dagens Næringsliv (2012). Alle veiprojekter blir feilaktig dømt ulønnsomme. Hentet fra:

<http://www.dn.no/forsiden/politikkSamfunn/article2475171.ece> (Sist endret: 25.09.12)

Dagens Næringsliv (2013). Mer vei til byene. Hentet fra:

<http://www.dn.no/forsiden/politikkSamfunn/article2704929.ece> (Sist endret: 24.10.13)

Dehlin, F., Halseth, A., Samstad, A. (2012). Samferdselsinvesteringer og verdiskapning. COWI-rapport. Samfunnsøkonomene nr. 7.

Duranton, G. og Puga D. (2004). Micro-Foundations of Urban Agglomeration Economies, i Henderson, J. V. og J.-F Thisse (eds), *Handbook of Urban and Regional Economics Volume 4, Cities and Geography*, North Holland.

Égert, B., T. Kozluk and D. Sutherland (2009). Infrastructure Investment: Links to Growth and the Role of Public Policies. OECD Economics Department Working Papers, No. 686, OECD publishing, © OECD.

Econ Pöyry (2008). Nytte-kostnadsanalyse av høyhastighetstog.

Fabritius Gruppen AS. Gardermoen næringspark. Hentet fra:

http://www.fabritius.no/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=67&Itemid=664 (20.02.14)

Flytoget, Gardermobanen (2007). Hentet fra:

<http://flytoget.no/Om-Flytoget/Historikk> (20.10.13)

Forus.no (2013). Senteret for verdiskapning. Hentet fra:

http://www.forus.no/?page_id=10 (25.10.13)

Finansdepartementet (2005). Veileder i samfunnsøkonomiske analyser.

Finansdepartementet (2009). Hva er eksternaliteter og hvordan kan de påvirke en universell eier? Meld St. 10 (2009-2010).

Finansdepartementet (2010). Forvaltningen av Statens pensjonsfond i 2009. Meld. St. 10 (2009-2010).

Finansdepartementet (2013). Prop. 1 LS: Skatter, avgifter og toll 2014 (2013-2014). Kapittel 7.

Gollier, C. (2011). Pricing the future: The economics of discounting and sustainable development.

Graham, D. J., Gibbons, S., Martin, R. (2009). Transport investment and the distance decay factor of agglomeration benefits. Working paper. Imperial College of London.

Hansen, W. (2011). Mernytte. Næringsøkonomiske ringvirkninger av infrastrukturinvesteringer. TØI-rapport 1180/2011.

Heum, P., Norman, E.B., Norman, V. og Orvedal, L. (2011). Tørrskodd på jobb. Samfunns- og næringslivsforskning.

HS2 Engine for growth (2012). High speed rail today. Hentet fra:
<http://hs2.org.uk/about-hs2/high-speed-rail-hs2/high-speed-rail-today> (17.09.13)

International Union of railways (UIC) (2013). General definitions of highspeed. Hentet fra:
<http://www.uic.org/spip.php?article971> (Sist endret: 12.04.13)

Jara-Diaz, S. R. (1986). On the Relation between User Benefits and the Economic Effects of Transportation Activities. *Journal of Regional Science*, 26 (2) s. 379-391.

Jernbaneverket (2011). Metodehåndbok JD 205. Samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen. Versjon 3.0 juli 2011.

Jernbaneverket (2012). Høyhastighetsutredningen 2010-1012. Konklusjoner og oppsummering av arbeidet i Fase 3.

Jernbaneverket (2013). Jernbanen i tall. Hentet fra:
<http://www.jernbaneverket.no/no/Jernbanen/Jernbanen-i-tall/> (Sist endret: 20.10.13)

Klima- og miljødepartementet (2012). Norsk Klimapolitikk. Meld. St. 21 (2011-2012)

Krugman, Paul (1991). Increasing Returns and Economic Geography. *The Journal of Political Economy*, volume 99, s. 483-499.

Krugman, Paul., Obstfeld, Maurice. og Melitz, Marc (2012). *International economics; theory and policy*, ninth edition. External economies of scale and the international location of production, s. 167-182.

Melo, P. C., D. J. Graham og R. B. Noland (2009). A meta-analysis of estimates of urban agglomeration economies. *Regional Science and Urban Economics*, (39), s. 332-342.

Miljødirektoratet (2009). Klimakur 2020 forventer at kvoteprisen vil stige. Hentet fra: http://www.miljodirektoratet.no/no/Nyheter/Nyheter/Old-klif/2009/September_2009/Klimakur_2020_forventer_at_kvotepriisen_vil_stige/ (Sist endret: 28.09.09)

Miljødirektoratet (2012). Kyotoavtalen. Hentet fra: <http://www.miljostatus.no/Tema/Klima/Klima-globalt/Globale-utslipp-av-klimagasser/Kyotoavtalen/> (Sist endret: 17.12.12)

Minken, H. (2012). Til debatt om samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren. TØI-rapport 1198/2012.

Nasjonal transportplan 2014-2023 (2013). St. meld. nr. 26 (2012-2013).

NRK (2013). Seks av ti prosjekter er ulønnsomme. Hentet fra: <http://www.nrk.no/valg2013/seks-av-ti-prosjekter-er-ulonnsomme-1.11192814> (Sist endret: 21.08.13)

Norges offentlige utredninger (1997). 1997:6. Rammvilkår for omsetning av legemidler. Finansdepartementet.

Norges offentlige utredninger (1998). 1998:16. Samfunnsøkonomiske analyser. Finansdepartementet.

Norges offentlige utredninger (2007). 2007:8. En vurdering av særavgiftene. Finansdepartementet

Norges offentlige utredninger (2012). 2012:16. Samfunnsøkonomiske analyser. Finansdepartementet.

Norsk Bane (2009). Deutsche Bahn anbefaler høyhastighetsbaner i Norge. Hentet fra:
<http://www.norskbane.no/default.aspx?menu=95> (Sist endret: 19.05.09)

Norsk Bane (2009). Sammendrag av DBIs rapport. Hentet fra:
http://norskbane.no/download.aspx?object_id=45A0B431B26141A3978C10F11FD59AD9.pdf
(Sist endret: 19.05.09)

Olsson, N. og Veiseth, M. (2011). Jernbanetraffikk. Tapir akademisk forlag.

Rosen, H. S. og Gayler, T (2008). Public Finance. 8.utgave.

Samstad, A., Dehlin, F., Lindquist, K., Kolstrup, K., Holljen, E. (2012). Mernytte av samferdselsinvesteringer. COWI-rapport.

Selvig, E., Toutain, J.E.W. og Taarneby, G. (2008). Energiforbruk og utslipp til luft fra innenlandsk transport. SSB-rapport.

Senter for statlig økonomistyring (2010). Håndbok for samfunnsøkonomiske analyser. SSØ 10/2010, 1. opplag.

Simonsen, Morten (2010). Vestlandsforsikringen; Energiforbruk og utslipp fra godstransport på vei. En livsløpsanalyse.

Statens forurensningstilsyn, SFT (2005). Marginale miljøkostnader ved luftforurensning: Skadekostnader og tiltakskostnader.

Statistisk Sentralbyrå (2001). Sterk vekst på 1990-tallet. Hentet fra:
<http://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/artikler-og-publikasjoner/sterk-vekst-paa-1990-tallet>
(Sist endret: 22.02.01)

Statistisk Sentralbyrå (2008). Fly bruker 4 ganger så mye energi som tog. Hentet fra:
<http://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/fly-bruker-4-ganger-saa-mye-energi-som-tog> (Sist endret: 11.12.08)

Statistisk Sentralbyrå (2013a). Registrerte kjøretøy, 2012. Hentet fra:
<http://www.ssb.no/transport-og-reiseliv/statistikker/bilreg/aar/2013-04-24#content> (Sist endret: 24.04.13)

Statistisk Sentralbyrå (2013b). Økning i transportens energibruk og klimautslipp. Hentet fra:
<http://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/okning-i-transportens-energibruk-og-klimagassutslipp> (Sist endret: 02.09.13)

Statistisk Sentralbyrå (2013c). Utslipp av klimagasser, 2012. Hentet fra:
<http://ssb.no/natur-og-miljo/statistikker/klimagassn/aar-forelopige> (Sist endret: 07.05.13)

Statistisk Sentralbyrå (2014). Utslipp av klimagasser. Tabell: 08940: Klimagasser, etter kilde, energiprodukt og komponent.

Stern, Nicholas (2008). The economics of climate change.

Transportøkonomisk institutt (TØI) (2003). Tidsskriftet Samferdsel: Transportsektorens nytte-kostnadsanalyser. Hentet fra:
<http://samferdsel.toi.no/article11751-329.html> (Sist endret: 15.04.03)

Verdens gang (2013). Nå er vi over 5 millioner innbyggere. Hentet fra:
<http://www.vg.no/spesial/2012/5millioner/> (Sist endret: 18.03.12)

Vickerman, R. (2010). Myth and reality in the search for the wider benefits of transport. I Van de Voorde, E. og T. Vanellander (red.) Applied Transport Economics: A Management and Policy Perspective. Antwerp: De Boeck, s. 379-396.

Vista Analyse (2012a). Transportanalyse og samfunnsøkonomisk analyse, Intercity-strekningene på Østlandet. Grunnlagsdokument, KVU for IC-området. Rapport 2012/04.

Vista Analyse (2012b). Produktivitetsvirkninger av veiprojekter; Vurdering av metode og eksempel fra E39.

Vedlegg:

Excel analyseark for scenariene:

Tabellene er noe reduserte for å tilpasse sidene, det vil si at noen av analyseårene er klippet bort.

1. Baseline

Kalkulasjonsrente:	4,5 %	Agglomerasjonseff. per år:	630 millioner
Levetid:	75 år	Miljøeffekter per år:	274,8 millioner
Kvotepris:	30 kr		

år, t	Treghet for agglo.	Agglomerasjonseff.	Miljøgevinsten	Treghet for miljø
0	0,2	0,00	0,00	0,1
1	0,2	120,57	26,30	0,1
2	0,2	115,38	50,33	0,2
3	0,2	110,41	48,16	0,2
4	0,2	105,66	92,17	0,4
5	0,4	202,22	88,21	0,4
6	0,4	193,51	126,61	0,6
7	0,4	185,18	121,16	0,6
8	0,4	177,20	154,59	0,8
9	0,4	169,57	147,93	0,8
10	0,6	243,40	176,95	1
11	0,6	232,92	169,33	1
12	0,6	222,89	162,04	1
13	0,6	213,29	155,06	1
14	0,6	204,11	148,38	1
15	0,8	260,43	141,99	1
16	0,8	249,21	135,88	1
17	0,8	238,48	130,03	1
18	0,8	228,21	124,43	1
19	0,8	218,38	119,07	1
20	1	261,23	113,94	1
:				
40	1	108,32	47,25	1
41	1	103,65	45,21	1
42	1	99,19	43,26	1
43	1	94,92	41,40	1
44	1	90,83	39,62	1
45	1	86,92	37,91	1
:				
75	1	23,21	10,12	1
Netto nåverdi		9241,56	4739,71	

2. Optimistisk

Kalkulasjonsrente:	4,5 %	Agglomerasjonseff. per år:	630 millioner
Levetid:	75 år	Miljøeffekter per år:	274,8 millioner
Kvotepris:	30 kr		

år, t	Treghet for agglo.	Agglomerasjonseff.	Miljøgevinsten	Treghetsfaktor for miljø
0	1	0,00	0,00	1
1	1	602,87	262,97	1
2	1	576,91	251,64	1
3	1	552,07	240,81	1
4	1	528,29	230,44	1
5	1	505,54	220,51	1
6	1	483,77	211,02	1
7	1	462,94	201,93	1
8	1	443,01	193,24	1
9	1	423,93	184,91	1
10	1	405,67	176,95	1
11	1	388,21	169,33	1
12	1	371,49	162,04	1
13	1	355,49	155,06	1
14	1	340,18	148,38	1
15	1	325,53	141,99	1
16	1	311,52	135,88	1
17	1	298,10	130,03	1
18	1	285,26	124,43	1
19	1	272,98	119,07	1
20	1	261,23	113,94	1
:				
40	1	108,32	47,25	1
41	1	103,65	45,21	1
42	1	99,19	43,26	1
43	1	94,92	41,40	1
44	1	90,83	39,62	1
45	1	86,92	37,91	1
:				
75	1	23,21	10,12	1
Netto nåverdi		13484,29	5881,72	

3. Pessimistisk

Kalkulasjonsrente:	4,5 %	Agglomerasjonseff. per år:	630 millioner
Levetid:	75 år	Miljøeffekter per år:	274,8 millioner
Kvotepris:	30 kr		

år, t	Treghet for agglo.	Agglomerasjonseff.	Miljøgevinsten	Treghet for miljø
0	0,1	0,00	0,00	0,2
1	0,1	60,29	52,59	0,2
2	0,1	57,69	50,33	0,2
3	0,1	55,21	48,16	0,2
4	0,1	52,83	46,09	0,2
5	0,1	50,55	88,21	0,4
6	0,1	48,38	84,41	0,4
7	0,1	46,29	80,77	0,4
8	0,2	88,60	77,29	0,4
9	0,2	84,79	73,97	0,4
10	0,2	81,13	106,17	0,6
11	0,2	77,64	101,60	0,6
12	0,2	74,30	97,22	0,6
13	0,2	71,10	93,04	0,6
14	0,2	68,04	89,03	0,6
15	0,2	65,11	113,60	0,8
16	0,4	124,61	108,70	0,8
17	0,4	119,24	104,02	0,8
18	0,4	114,11	99,54	0,8
19	0,4	109,19	95,26	0,8
20	0,4	104,49	113,94	1
21	0,4	99,99	109,04	1
22	0,4	95,68	104,34	1
23	0,4	91,56	99,85	1
24	0,6	131,43	95,55	1
31	0,6	96,58	70,21	1
32	0,8	123,23	67,19	1
33	0,8	117,92	64,30	1
34	0,8	112,84	61,53	1
35	0,8	107,98	58,88	1
:				
40	1	108,32	47,25	1
:				
75	1	23,21	10,12	1
Netto nåverdi		5595,72	4031,08	

4. Kombi 1 (optimistisk med høyere kvotepris)

Kalkulasjonsrente:	4,5 %	Agglomerasjonseff. per år:	630 millioner
Levetid:	75 år	Miljøeffekter per år:	408,2 millioner
Kvotepris:	320 kr		

år, t	Treghet for agglo.	Agglomerasjonseff.	Miljøgevinsten	Treghet for miljø
0	1	0,00	0,00	1
1	1	602,87	390,62	1
2	1	576,91	373,80	1
3	1	552,07	357,70	1
4	1	528,29	342,30	1
5	1	505,54	327,56	1
6	1	483,77	313,46	1
7	1	462,94	299,96	1
8	1	443,01	287,04	1
9	1	423,93	274,68	1
10	1	405,67	262,85	1
11	1	388,21	251,53	1
12	1	371,49	240,70	1
13	1	355,49	230,34	1
14	1	340,18	220,42	1
15	1	325,53	210,93	1
16	1	311,52	201,84	1
17	1	298,10	193,15	1
18	1	285,26	184,83	1
19	1	272,98	176,87	1
20	1	261,23	169,26	1
:				
40	1	108,32	70,18	1
41	1	103,65	67,16	1
42	1	99,19	64,27	1
43	1	94,92	61,50	1
44	1	90,83	58,85	1
45	1	86,92	56,32	1
:				
75	1	23,21	15,04	1
Netto nåverdi		13484,29	8736,96	

5. Hagen-utvalgets

Kalkulasjonsrente:	4,0 %	0-40 år	Agglomerasjonseff. per år:	630 millioner
	3,0 %	40-75 år	Miljøeffekter per år:	408,2 millioner
	2,0 %	75 år <		
Levetid:	75 år			
Kvotepris:	320 kr			

år, t	Treghet for agglo.	Agglomerasjonseff.	Miljøgevinsten	Treghet for miljø
0	0,2	0,00	0,00	0,1
1	0,2	121,15	39,25	0,1
2	0,2	116,49	75,48	0,2
3	0,2	112,01	72,58	0,2
4	0,2	107,71	139,57	0,4
5	0,4	207,13	134,20	0,4
6	0,4	199,16	193,56	0,6
7	0,4	191,50	186,12	0,6
8	0,4	184,13	238,61	0,8
9	0,4	177,05	229,44	0,8
10	0,6	255,36	275,77	1
11	0,6	245,54	265,16	1
12	0,6	236,10	254,96	1
13	0,6	227,02	245,15	1
14	0,6	218,29	235,73	1
15	0,8	279,85	226,66	1
16	0,8	269,09	217,94	1
17	0,8	258,74	209,56	1
18	0,8	248,79	201,50	1
19	0,8	239,22	193,75	1
20	1	287,52	186,30	1
:				
40	1	193,13	125,14	1
41	1	187,51	121,49	1
42	1	182,04	117,95	1
43	1	176,74	114,52	1
44	1	171,59	111,18	1
45	1	166,60	107,94	1
:				
75	1	142,67	92,44	1
Netto nåverdi		12375,18	9130,04	

6. Kombi 2 (Hagen-utvalgets med høyere kvotepris)

Kalkulasjonsrente:	4,0 %	0-40 år	Agglomerasjonseff. per år:	630 millioner
	3,0 %	40-75 år	Miljøeffekter per år:	629 millioner
	2,0 %	75 år <		
Levetid:	75 år			
Kvotepris:	800 kr			

år, t	Treghet for agglo.	Agglomerasjonseff.	Miljøgevinsten	Treghet for miljø
0	0,2	0,00	0,00	0,1
1	0,2	121,15	60,48	0,1
2	0,2	116,49	116,31	0,2
3	0,2	112,01	111,84	0,2
4	0,2	107,71	215,07	0,4
5	0,4	207,13	206,80	0,4
6	0,4	199,16	298,26	0,6
7	0,4	191,50	286,79	0,6
8	0,4	184,13	367,68	0,8
9	0,4	177,05	353,54	0,8
10	0,6	255,36	424,93	1
11	0,6	245,54	408,59	1
12	0,6	236,10	392,87	1
13	0,6	227,02	377,76	1
14	0,6	218,29	363,23	1
15	0,8	279,85	349,26	1
16	0,8	269,09	335,83	1
17	0,8	258,74	322,91	1
18	0,8	248,79	310,49	1
19	0,8	239,22	298,55	1
20	1	287,52	287,07	1
:				
40	1	193,13	192,82	1
41	1	187,51	187,21	1
42	1	182,04	181,76	1
43	1	176,74	176,46	1
44	1	171,59	171,32	1
45	1	166,60	166,33	1
:				
75	1	142,67	142,44	1
Netto nåverdi		12375,18	14068,59	

7. Stern

Kalkulasjonsrente:	1,4 %	Agglomerasjonseff. per år:	630 millioner
Levetid:	75 år	Miljøeffekter per år:	408,2 millioner
Kvotepris:	320kr		

år, t	Treghet for agglo.	Agglomerasjonseffekten	Miljøgevinsten	Treghet for miljø
0	0,2	0,00	0,00	0,1
1	0,2	124,26	40,26	0,1
2	0,2	122,54	79,40	0,2
3	0,2	120,85	78,30	0,2
4	0,2	119,18	154,45	0,4
5	0,4	235,08	152,32	0,4
6	0,4	231,83	225,32	0,6
7	0,4	228,63	222,21	0,6
8	0,4	225,47	292,19	0,8
9	0,4	222,36	288,15	0,8
10	0,6	328,94	355,22	1
11	0,6	324,40	350,31	1
12	0,6	319,92	345,48	1
13	0,6	315,50	340,71	1
14	0,6	311,14	336,00	1
15	0,8	409,13	331,36	1
16	0,8	403,48	326,79	1
17	0,8	397,91	322,28	1
18	0,8	392,42	317,83	1
19	0,8	387,00	313,44	1
20	1	477,07	309,11	1
:				
40	1	361,26	234,07	1
41	1	356,27	230,84	1
42	1	351,36	227,66	1
43	1	346,50	224,51	1
44	1	341,72	221,41	1
45	1	337,00	218,36	1
:				
75	1	222,07	143,89	1
Netto nåverdi		23911,20	16982,67	

8. Kombi 3 (Stern med høyere kvotepris)

Kalkulasjonsrente:	1,4 %	Agglomerasjonseff. per år:	630 millioner
Levetid:	75 år	Miljøeffekter per år:	629 millioner
Kvotepris:	800kr		

år, t	Treghet for agglo.	Agglomerasjonseff.	Miljøgevinsten	Treghet for miljø
0	0,2	0,00	0,00	0,1
1	0,2	124,26	62,03	0,1
2	0,2	122,54	122,35	0,2
3	0,2	120,85	120,66	0,2
4	0,2	119,18	237,99	0,4
5	0,4	235,08	234,70	0,4
6	0,4	231,83	347,20	0,6
7	0,4	228,63	342,40	0,6
8	0,4	225,47	450,23	0,8
9	0,4	222,36	444,02	0,8
10	0,6	328,94	547,36	1
11	0,6	324,40	539,80	1
12	0,6	319,92	532,35	1
13	0,6	315,50	525,00	1
14	0,6	311,14	517,75	1
15	0,8	409,13	510,60	1
16	0,8	403,48	503,55	1
17	0,8	397,91	496,60	1
18	0,8	392,42	489,74	1
19	0,8	387,00	482,98	1
20	1	477,07	476,31	1
:				
40	1	361,26	360,69	1
41	1	356,27	355,71	1
42	1	351,36	350,80	1
43	1	346,50	345,95	1
44	1	341,72	341,18	1
45	1	337,00	336,47	1
:				
75	1	222,07	221,72	1
Netto nåverdi		23911,20	26168,80	