

**Tema på sesjon: Trafikkmodeller og transportøkonomi, ”trafikmodeller”**

**Tema på innlegg: Modeller for korte og lange reiser i samme brukegrensesnitt.  
Utfordringer tilknyttet koding og presentasjon av resultater**

**Trafikkdagene Ålborg 27. og 28. august 2007**

**Oskar Kleven**

**Tverretatlige arbeidsgruppe for transportanalyser**

**Nasjonal transportplan, Norge**

**[Oskar.kleven@vegvesen.no](mailto:Oskar.kleven@vegvesen.no)**

---

## **1 Sammendrag**

Dette paperet belyser kortfattet bakgrunn og organisering av utviklingen av transportmodeller for persontransport i regi av transportetatene og Avinor.

Paperet beskriver også koblingen mellom Nasjonal- og regional modell for personreiser, utfordringer, hvordan koblingene er gjennomført og hvordan resultatene presenteres.

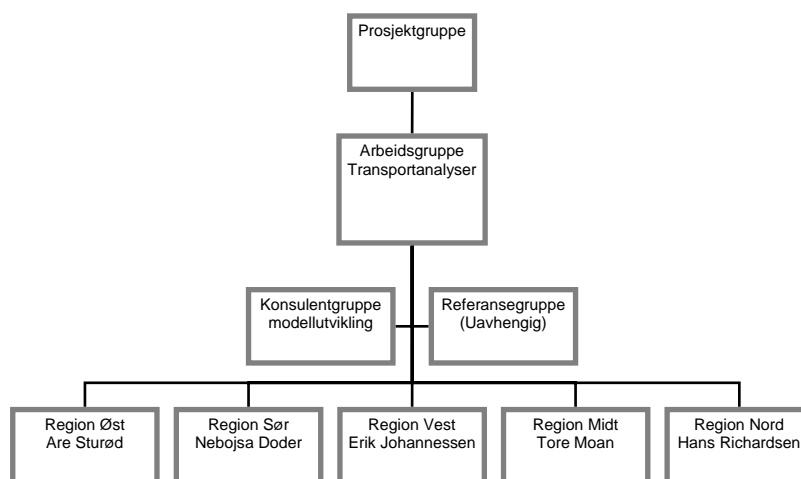
## **2 Transportmodeller i Nasjonal transportplan i Norge**

Gjennom arbeidet med den første tverretatlige transportplanen i Norge (NTP 2002-2011) og spesielt ved gjennomføring av transportanalysene ble det etterlyst et modellsystem og datagrunnlag som kunne benyttes av alle de tre transportetatene og Avinor. Erfaringen med den først NTP'en var at hver etat benyttet sitt eget modellverktøy og hadde sine egne grunnlagsdata. Det var liten grad av samkjøring mellom transportetatene. Med denne bakgrunnen ble det derfor vanskelig å sammenligne resultater og effekter av ulike tiltak på tvers på transportetatene.

De tre transportetatene, Avinor, Samferdselsdepartementet og Fiskeri- og kystdepartementet bestemte høsten 2000 å bevilge penger til å starte opp et større transportmodellutviklingsprosjekt for person- og godsmodeller. Transportmodellene skulle utvikles på ulike detaljeringsnivå. Modellene skulle benyttes av alle transportetatene og Avinor, andre etater, fylker og kommuner. Utviklingsarbeidet ble organisert som et prosjekt hvor en person fra hver transportetat og Avinor deltar. I tillegg ble også departementet inviterte til å delta i arbeidsgruppen. For utvikling av mer detaljerte modeller ble personer fra regionene invitert til å delta i arbeidet. Det ble etablert tverretatlige regionale arbeidsgrupper (se figur 1) som skulle ha ansvar for etablering av transportnettverk og kollektivrutebeskrivelser for de regionale modellene. Personene fra regionene bidro i større grad enda mer til å få kartlagt behovene for hvilke type transportmodeller det var behov for iforhold til ulike bruksområder.

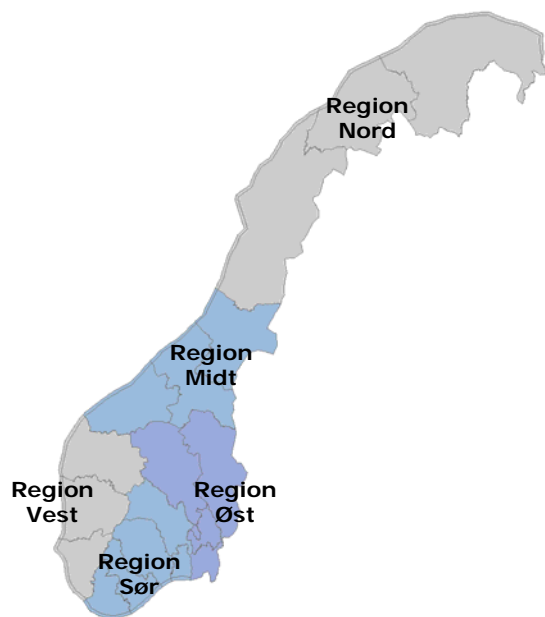
### 3 Organisering av modellutviklingsarbeidet for persontransport

Følgende organiseringsplan gjelder for prosjektet



Prosjektgruppen transportanalyser rapporterer opp til den tverretatlige prosjektgruppen hvor det sitter to personer fra hver transportetat og fra Avinor. Arbeidsgruppen for transportanalyser rapporterer til prosjektgruppen. Prosjektgruppen ledes av Statens vegvesen. Prosjektgruppen rapporterer igjen videre opp til styringsgruppen i Nasjonal transportplan. I styringsgruppen sitter lederne i de tre transportetatene og Avinor.

Alt av utviklingsarbeid er i hovedsak kjøpt av konsulent- og forskningsmiljøet i Norge. Oppdragsgiver har bistått med grunnlagsdata som i hovedsak har vært å etablere datagrunnlag for å generere transporttilbudet til de regionale modellene. Dette arbeidet har blitt utført av regionale arbeidsgruppene. De regionale arbeidsgruppene er organisert iht til Statens vegvesen sin regioninndeling. Statens vegvesen sin regioninndeling ble valgt som et forvaltningsmessig nivå for modelletableringen. Hovedårsaken til dette var da at det allerede eksisterte et modellmiljø i hver region og at vi dermed kunne komme raskere i gang med arbeidet, enn om vi skulle ha utviklet en egen inndeling. Det ble etablert egne tverretatlige arbeidsgrupper. Med valg av Statens vegvesen sin region inndeling var det imidlertid et fokus på at modellsystemet skulle utvikles fleksibelt slik at brukeren kunne velge modellområdet mer utifra behov enn utifra allerede eksisterende inndeling. Figuren på neste side viser forvaltningsnivået for de regionale modellene.



Figur 1: Kart som viser inndelingen til regional personmodell

De regionale arbeidsgruppen har gjort en betydelig jobb med å etablere transportnettverk og kollektivtilbud som benyttes til etablering av transporttilbudsmatriser. For å kunne forenkle etablering av transporttilbudet ble det etablert tilleggsapplikasjoner(extensions) i ArcView 3.2. Vedkoding av transportnettet er det etablert en kobling mellom noder/lenker og den offisielle vegnettsreferansen i Norge. Ved å ha denne koblingen sikres dataflyten til virkningsberegningsverktøy/system.

#### 4 Modellnivåer

På personsiden er det utviklet internasjonal-, nasjonale- og regionale modeller på ulike detaljeringsnivå. Modellsystemet er bygd inn i CUBE-base som er utviklet av Citilabs. En kombinasjon av Cube-Trips og Cube Voyager benyttes for nasjonal- og regional persontransportmodell. For internasjonal modell benyttes Cube Voyager i sin helhet.

Tabell 1 viser en skjematisk oversikt over de ulike personmodellnivåene. Målet er at vi iløpet av 2007 skal implementere alle personmodellene i et felles modells skall/brukergrensesnitt

	<b>ITM (Internasjonal modell for personreiser)</b>	<b>NTM (Nasjonal modell for personreiser)</b>	<b>RTM (Regional modell for personreiser)</b>
<i>Estimeringsgrunnlag</i>	Nasjonal RVU 2001+gjesteundersøkelsen +RiksRVU-Sverige	Nasjonal RVU 1997/98	Nasjonal RVU 2001 PROSAM RVU 2001/02
<i>Type reiser</i>	Lange reiser til/fra Norge >100 km	Lange reiser i Norge >100 km	Korte reiser i Norge <100 km
<i>Enhet</i>	ÅDT	ÅDT	YDT
<i>Soneinndeling</i>	NTPL (Norge) Land/landsdeler (verden)	NTPL (1 428)	Grunnkretser (13 825)
<i>Reisemidler</i>	Bil  Buss Tog Båt  Fly	Bil  Buss Tog Båt  Fly	Bilfører Bilpassasjer  Kollektiv ( <i>buss, tog, båt</i> )  Gang Sykkel
<i>Reisehensikter</i>	Tjenestereiser Private reiser	Arbeids-/tjenestereiser Besøksreiser Fritidsreiser Andre private reiser	Arbeidsreiser Tjenestereiser Besøksreiser Handle-/servicereiser Andre private reiser ( <i>Skolereiser</i> )

Tabell 1: Nøkkeldata personmodeller Norge

## 5 utfordringer knyttet opp til sammenkoblingen av to modellnivåer

Nasjonal modell for lange reiser (NTM5b) ble utviklet med utgangspunkt i RVU 1997/98 og ble operativ til bruk høsten 2002. Etterspørselsmodellen er utviklet verktøyuavhengig og med EMME\2 som nettutleggingsprogram.

Regional modell for personreiser (RTM) ble utviklet med utgangspunkt i RVU 2001 og har vært i bruk i utvalgte prosjekter i 2005-2006. Det er imidlertid først i siste halvdel av 2006 og i 2007 at bruken har økt betydelig. RTM er utviklet med en verktøyuavhengig etterspørselsmodell og med Cube Voyager som nettutleggingsprogram for bil og Cube-Trips som nettutleggingsprogram for kollektiv.

Cube Base er modellskall for RTM-modellen. Modellutviklingsprosjektet ønsket at modellsystemet for både internasjonale-, nasjonale- og regionale reiser skulle være tilgjengelig for alle brukere og ikke være tilknyttet ulike brukere/forskningsinstitusjoner eller konsulentfirmaer. Derfor er det viktig at det blir etablert et felles brukegrensesnitt og brukebeskrivelse for bruk av transportmodellene

## 5.1 Felles modellsystem som innehar alle typer av reiser eller separate modellsystemer for ulike typer reiser

De første modellsystemene for lange- og korte reiser i Norge ble i utgangspunktet utviklet for å dekke noen utvalgte analysebehov. Analysebehovet har over tid økt og modellsystemene er derfor videreutviklet. Etter hvert er utviklingen mer brukerstyrt, og modellen har i større grad blitt benyttet i de ulike transportetatene. Ved økt bruk øker også behovet for videreutvikling. Resultater fra transportmodellene blir i dag etterspurt til et betydelig antall analyser. Det tilstrebes at brukerne deltar aktivt i videreutviklingen sammen med forskningsmiljøene.

Vår vurdering er at separate modeller gir mere spesifikke muligheter for å analysere ulike problemstillinger. Vi ser behovet både iforhold til ulike prosjekter, men også at ulike brukere har spesielle behov. For enkelte analyser vil det være behov for å kunne gjennomføre analyser med langdistansemodellen. Dette kan gjelde tiltak tilknyttet båt eller fly. For regional modell vil alle transportetatene være aktive brukere.

Med separate modellsystemer vil vi kunne konsentrere innsatsen på både utvikling, vedlikehold og presentasjon av resultater. Mer ansvar for vedlikeholdet kan fordeles mere spesifikt til ulike miljøer/etater, og utviklingen kan styres mot der behovet er størst.

Modellsystemet skal i dag benyttes i de analysene som transportetatene i fellesskap gjennomfører. Spesialmodeller (bymodeller, IC-modell) for ulike transportformer eksisterer fortsatt og vil bli benyttet inntil videre.

Tabell 2 og 3 viser andel personreiser og transportarbeid for de ulike modelltypene.

Modelltype	Antall reiser ( 2006)	Andel av totalt antall reiser(%)
Internasjonal modell for personreiser (ITM)	80 900	0,7
Nasjonal modell for personreiser (NTM5b)	148 816	1,3
Regional modell for personreiser(RTM)	10 885 827	97,9
Totalt antall personturer	11 115 543	100

Tabell 2: Antall reiser med de ulike modellnivåene

Modelltype	Transportarbeid mrd.km ( 2006)	Andel av totalt antall transportarbeid mrd.km(%)
Nasjonal modell for personreiser (NTM5b) (eks.fly)	12,1	27,4
Regional modell for personreiser(RTM)	32,1	72,6
Transportarbeid(mrd.km)	44,2	

Tabell 3: Transportarbeid innenlandstransport med NTM5 og RTM

## 5.2 Nasjonal modell for personreiser implementert i Cube

Etterspørselsmodellen er programmert verktøyuavhengig, men grensesnittet mot LOS-data og mot etterspørselsmodellene er program mot EMME\2.

Fagmiljøet som har utviklet NTM5-modellen og fagmiljøet som skal implementerte NTM5-modellen i Cube er ikke det samme. Det betyr at det er meget viktig med kommunikasjon og

kunnskapsoverføring mellom begge forskningsmiljøene. Erfaringen i etterkant viser at det var behov for flere møter/telefoner for utveksling av informasjon for at implementering av et modellsystem inn i et annet modellsystem skal gå så smidig som mulig.

For å implementere NTM5 i Cube grensesnittet, måtte nettverk og rutebeskrivelser for de ulike transportmidlene bli konvertert til CUBE-Trips format. Konvertering av transportnettverkene var tilnærmet uproblematisk. For kollektivrutebeskrivelsene var det en utfordring å lage konverteringsprogrammer som konverterte fra CUBE-Trips til Emme\2. Dette fordi EMME\2 har en mer avansert kollektivkoding enn det som Cube(Trips) har. Vi tror at ved overgang til Cube Voyager så vil dette kunne endre seg, da Voyager er mer basert på script koding, og dermed ikke er avhengig av konverteringsprogram for nettverk og rutebeskrivelser.

Med bakgrunn i den usikkerheten som har vært med konverteringsprogrammene ble det i NTM5 applikasjonen i Cube opprettet to valgmuligheter for å gjennomføre en NTM5 beregning. Valgmuligheten består av om NTM5 skal beregnes med faste matriser (NTM5-fast) som består av matriser produsert med NTM5-emma, og hvor deretter matrisene leses direkte inn i Cube-systemet. Dette betyr at ved bruk av NTM5-fast matriser vil ikke turproduksjon, destinasjonsvalg eller reisemiddelvalg endre seg og det vil kun være mulig å analysere vegvalget med tiltak på NTM5 vegnettet i samspill med RTM bergening.

NTM5-flex betyr at modellen produserer LOS-data basert på endring i transportnettverk eller rutebeskrivelser, NTM5 modellen beregner nye etterspørselsmatriser og deretter legger de ny produserte matrisene ut på transportnettverket i RTM. Det blir bare produsert et "veiledende vegvalg" i NTM-flex/fast.

Forskjellene mellom Trips produserte LOS-matriser og Emme2-produserte LOS-matriser kan ha sin forklaring i konverteringsprogram EMME\2<->Trips, ulike prinsipper for generering av LOS-data og ulike prinsipper for nettutlegging av etterspørselsmatriser. Tabellen nedenfor beskriver forskjellene på matrisenivå.

Matrise	Matrisesummer		
	NTM5-Cube	NTM5-Emma	Differanse
Bil	55 623	60 436	-8 %
Buss	13 212	9 868	34 %
Fly	13 777	21 069	-35 %
Båt	17 598	2 857	516 %
Tog	14 132	11 327	25 %
	114 342	105 557	8 %

Tabell 4: antall turer i NTM5 generert med emma nettverk og med Cube nettverk

På enkelte av transportformene er det fortsatt store avvik som vil jobbe videre med i 2007 for å finne årsaken.

### 5.3 Transport- og kollektivrutebeskrivelser fra forskjellig datakilder

Etablering av transportnettverk og kollektivrutebeskrivelser for NTM5 og RTM modellen er utført med fire års mellomrom og med forskjellige verktøy.

Dette betyr at det ikke er de samme datakildene for transportnettverket og kollektivrutebeskrivelsene. Det er også store forskjeller på detaljeringsnivået mellom transportnettverk/kollektivrutebeskrivelser i NTM5 og i RTM.

Dette betyr igjen at hvis det skal gjøres en endring på transportnettverket eller i kollektivrutebeskrivelsene så må det gjøres både i nettverk/rutebeskrivelser som er tilknyttet NTM5 og i nettverk/rutebeskrivelser er tilknyttet RTM. Dette gjør det noe tyngre å jobbe med de to modellene, da endringer må gjennomføres to steder. Dette øker også risikoen for feilkoding.

#### **5.4 Bosatte/arbeidsplassdata og bilholdførerkort-modell**

Bosatte og arbeidsplassdata for både NTM5 og RTM modellen er hentet fra lik datakilde. Dette gjelder også prognosedata for bosatte slik at her er modellen samkjørte. Endringer må allikevel gjennomføres både i NTM5 sine filer og i RTM sine filer.

Bilhold/førerkortmodellen beregner bilhold i ulike husholdningstyper. Modellen tilnærmet lik for NTM5 og RTM, men verdiene er estimert på datasettet tilpasset NTM5 og RTM modellen.

#### **5.5 Kobling av NTM5 data til RTM nivå**

Det har fra starten av modellutviklingen vært et ønske og mål at alle personreiser og resultater fra godsmodellen skal presenteres i et felles brukermodelesskall. Alle reisene skal presenteres i RTM sitt brukergrensesnitt.

Siden detaljeringsnivået på nettverk og rutebeskrivelser ikke er likt i NTM5 og RTM måtte det lages spesialapplikasjoner som håndterer NTM5-trafikken inn i RTM-nettverket.

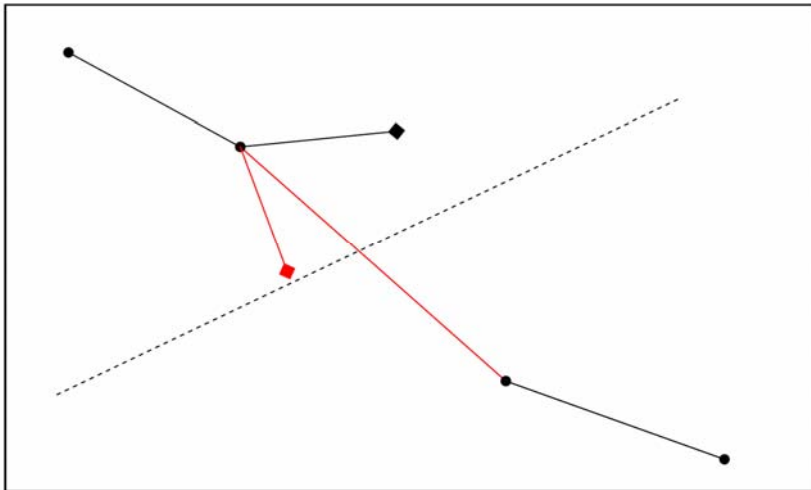
Applikasjonen som er utviklet skal kunne håndtere både NTM5 turer som:

- Har destinasjon i en region
- Har startpunkt i regionen men slutt punkt utenfor
- Kjører direkte igjennom regionen

For bil tilknyttes trafikken en nyopprettet(eventuelt en eksisterende) ved regiongrensen. Se figur 2.

Nivået på NTM5-trafikken tas fra det konverterte nettet til NTM5 og det er derfor viktig at dette kvalitetssikres og at det er rimelig vegvalg som ligger i dette nettverket. Hvis ikke vil også nivået på NTM5 trafikken inn i RTM-modellen også bli usikkert.

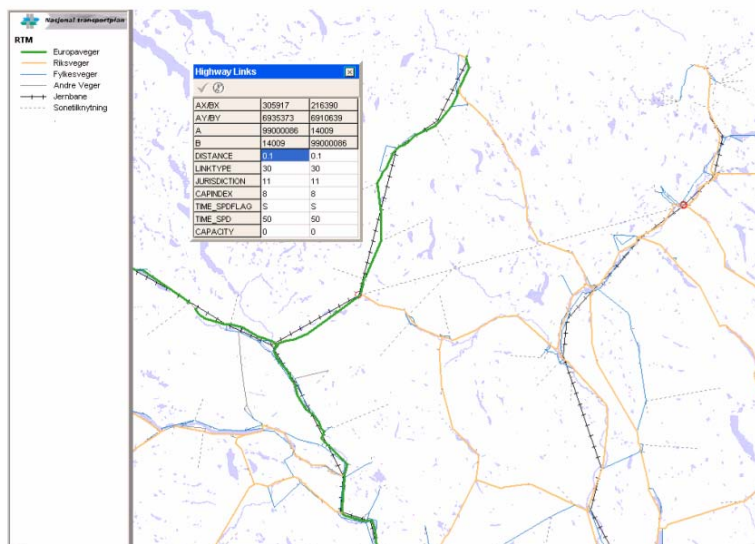
Figuren nedenfor viser prinsippet for etablering av kobling fra NTM5 til RTM. Stiplet linje er regiongrense. Rødnoder er en ny eksternsone som er opprettet som tillegges all NTM5 trafikken.



Figur 2: Princippskisse for kobling av NTM5trafikk på RTM nettverket

For kollektiv gjelder de samme prinsippene som er beskrevet for bil inklusiv algoritme for fordeling av NTM5 trafikk i RTM sitt nettverk. I Cube-Trips er det en begrensning på at trafikk fra matriser som benytter path-bygging kun kan benytte korteste avstands rute. For kollektivtrafikken vil dette ikke bli riktig. Figur 3 viser problemene for togtrafikk fra region midt som skal inn i region øst. Korteste avstand er Røros-banen hvor det i hovedsak går godstrafikk. Det aller meste av passasjertrafikken går Dovrebanen og vil ikke bli valgt. Derfor legges det inn en fiktiv sonetilknytning som ”styrer” trafikken over fra Rørosbanen til Dovrebanen. Figur 3 viser dette prinsippet (stiplet lenke er lagt inn for å ”styre” trafikk inn på riktig togtrasè).

Ved overgang til Cube Voyager vil dette kunne bli løst.



Figur 3: Viser innlegging av fiktiv lenke for å styre togtrafikken over til riktig togtrasè

## 5.6 Utvidelse av RTM til å ivareta turer fra 0-200 km.

Som beskrevet tidligere og i tabell 1, skal RTM modellen ivareta reiser i intervallet 0-100km og NTM5 modellen skal ivareta reiser over 100 km. I forbindelse med å analysere et togtiltak,



ble det gjort endringer for uttak av LOS-data slik at RTM ivaretar reiser 0-200 km. Dette som en test for å se effekten av tiltak i en korridor på ca 200 km med flere større stasjoner. I tillegg viser NTM5 modellen liten effekt på tiltak i denne korridoren. Tiltaket ga noe effekt i flere reiser i intervallet 100 km-200 km, men helt marginalt.

## 5.7 Vekting av tid, kostnad og direktekostnader

NTM5 og RTM har forskjellige vekter for nettutleggingen. Hvilke vekter som velges er av stor betydning for rutevalget i modellen. Med bakgrunn i at nettverksmodellen hadde en del merkelige vegvalg ønsker vi å gjennomføre et prosjekt for å kunne bestemme hvilke vekter vi skal benytte i fremtiden

Trafikantene velger rutevalg som gir laveste generalisert kostnad og den generaliserte kostnadsfunksjonen er gitt som:

$$GK = \text{tid} * TC + \text{distanse} * DC + \text{bom} * TLC,$$

der

GK = generalisert kostnad

TC = vekt for tidskostnad

DC = vekt for distansekostnad

TLC = vekt for direktekostnad

Reisehensikt	TC	DC	TLC
GODS	3	5,5	0,8
NTM5	2	1,4	0,8
Arbeid	1	1,4	0,8
Besøk			
Innkjøp			
Annet			
Tjeneste	2	1,4	0,8

Tabell 5. Vekter for tids-, distanse- og direktekostnader ved nettutlegging i RTM av både RTM,NTM5 og godsreiser

For å gjennomføre en mer systematisk gjennomgang av prosjektene ble valgt ut tre prosjekter hvor vi hadde gode trafikktegninger og hvor vi viste at nettutleggingen ikke ga et rimelig vegvalg. I tillegg ble det samlet inn opp mot 1000 andre trafikktegninger i Norge som ble verifisert gjennom de ulike testene av vektene.

*Følgende sett med vekter er nå anbefalt benyttet:*

Reisehensikt	TC	DC	TLC
NTM5	5	0,7	0,3
Arbeid	1,2	0,7	0,3
Besøk	1,6	0,7	0,3
Innkjøp			
Annet			
Tjeneste	4	0,7	0,3

Tabell 6. Vekter for tids-, distanse- og direktekostnader ved nettutlegging i RTM av både RTM,NTM5 og godsreiser

## 6 Presentasjon av resultater

Resultatene fra NTM5 og RTM kan presenteres i hvert sitt modellsystem med sine nettverk og rutebeskrivelser eller de kan presenteres i RTM nettverket slik det er beskrevet tidligere.

NTM5 modellen viser reiser med hovedtransportmiddelet for reisen. Tilbringertransporten blir beregnet ved å benytte tid langs veg som en proxy på tilbringer tid. For RTM bygges det reisekjeder og der vil en reise kunne benytte flere kollektive transportmidler (tilbringer + hovedtransportmiddel).

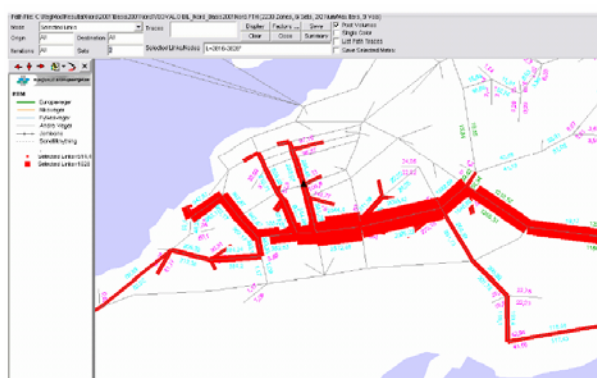
NTM5 modellen viser gjennomsnittlig antall reiser pr.døgn beregnet for mandag-søndag (årsdøgn) RTM-modellen viser gjennomsnittlig antall reiser pr for mandag-fredag (virkedøgn). Antall reiser fra RTM omregnes til årsdøgntrafikk slik at NTM5 og RTM-trafikken er sammenlignbare.

Totalmatriser og reisehensiktsmatriser kan visualiseres samlet eller separat for de ulike transportmidlene. Det kan etableres selected link analyser for begge modellnivåene samlet eller hver for seg.

Figur 4 og 5 gir noen smakebiter på hva som er mulig og presentere.



Figur 4: Ulike reisehensikter fra RTM og NTM5 presentert i et plott



Figur 5: Selected link av arbeidsreisematrixen