

Transporthorisonter



Opgaver og øvelser

DTU



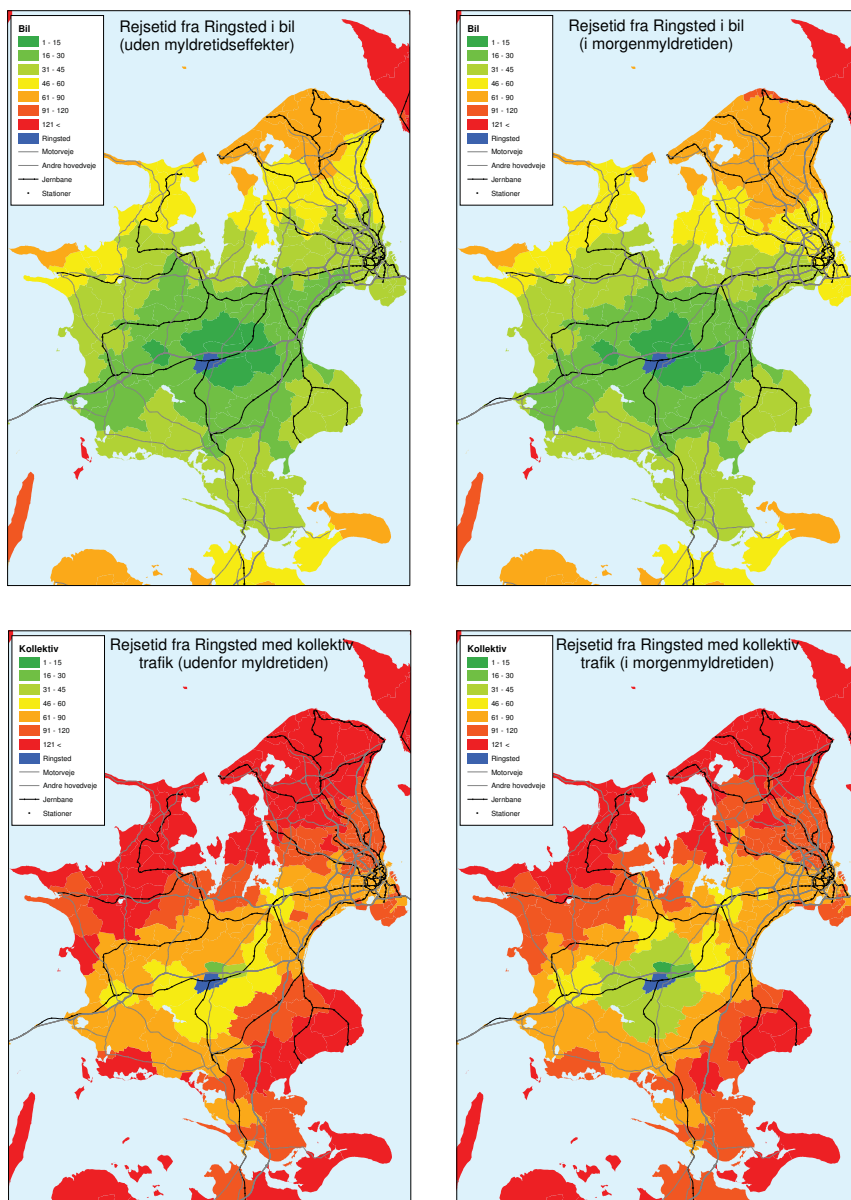
Kapitel: Store broer gør Danmark mindre

Diskutér følgende

- Hvad er de væsentligste forskelle og ligheder mellem Øresundsforbindelsen og den kommende Femernforbindelse?
- Hvem vil især få gavn af en Femernforbindelse?
- Se på kortene over tilgængeligheden på figur 3 i kapitlet. Hvad vil Femernforbindelsen betyde for Lolland-Falsters tilgængelighed og attraktivitet?
- Er forbindelsen de mange millioner kroner værd? Hvorfor/hvorfor ikke?
- En Kattegatforbindelse har været på tegnebrættet i mange år. Vil en Kattegatforbindelse mellem f.eks. Kalundborg og Aarhus betyde, at samfundet kan spare markant på fremtidige udbygninger af motorveje og jernbaner i det øvrige Østjylland og hen over Fyn og Sjælland?
- Hvad vil en Kattegatforbindelse betyde for Danmarks erhvervsliv, jobmuligheder og landets trafikale udvikling?
- Vil en Kattegatforbindelse være prisen værd? Hvorfor/hvorfor ikke?



Kapitel: Mobilitet og trængsel

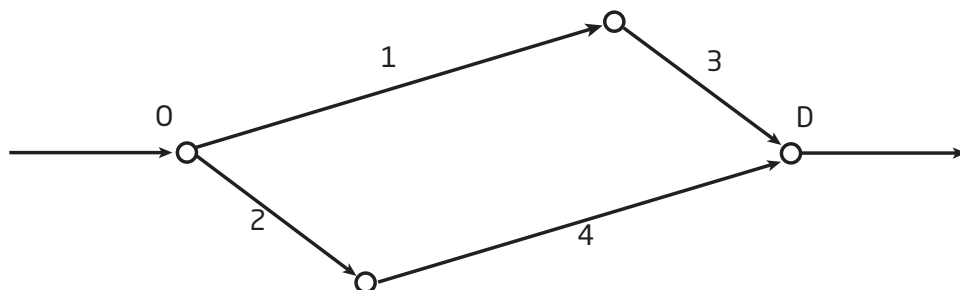


Sammenlign de fire kort over transporttider fra Ringsted. Gør rede for hvad man ud fra kortene kan konkludere om forskelle i mobiliteten mellem den kollektive trafik og biltransport i henholdsvis myldretid og uden for myldretiden i og omkring Ringsted.

Brugerligevægt og systemligevægt

Øvelse 1

Se nærmere på dette trafiknetværk, der har følgende karakteristika:



Strækning	Fri kørsel (min)	Kapacitet	α	β
1	40	10.000	0,5	4
2	10	10.000	0,5	4
3	10	10.000	0,5	4
4	40	10.000	0,5	4

De enkelte strækningers tidsflowkurver er baseret på funktionen:

$$t = t_0 \cdot \left(1 + \alpha \left(\frac{X}{C} \right)^\beta \right)$$

hvor t er rejsetiden, t_0 er fri kørsel, α og β er funktionens parametre, X er flowet på strækningen, og C er kapaciteten på strækningen.

Løs følgende spørgsmål analytisk:

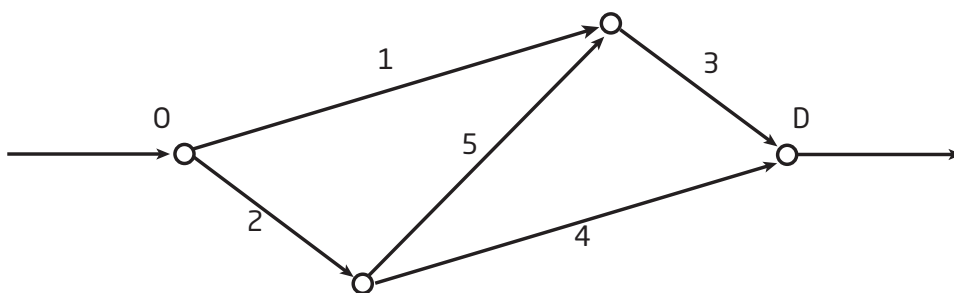
1a) Hvis der kun kommer én bil ind i vejnettet, hvor lang er rejsen fra O (Origin) til D (Destination)?

1b) Hvis der kører 22.000 biler ind i vejnettet, der skal fra O til D, hvordan vil de fordele sig, hvis systemet er i en brugerligevægt (UE=User Equilibrium), og hvad vil rejsetiderne da være?

1c) Hvis de samme biler kører ind i vejnettet og skal fra O til D, hvordan ville de skulle fordele sig for at opnå systemligevægt (SO=System Optimum), og hvad ville rejsetiderne her være i netværket? Er brugerligevægten, lig systemligevægten?

Øvelse 2

Lad os antage, at politikerne ønsker at forbedre vejnettet ved at bygge en ny strækning 5 (en bro over en fjord), med fri køretid på 5 min., en kapacitet på 10.000 biler og samme speed-flow-kurve som nævnt ovenfor ($\alpha=0,5$, $\beta=4$). Så får vi følgende netværk:



Spørgsmål:

2a) Hvis der kun kommer én bil ind i netværket, hvor lang er rejsen fra O til D?

2b) Hvis der kommer 22.000 biler ind i netværket, der skal fra O til D, hvad er så trafikfordelingen ved brugerligevægten og hvad er rejsetiderne i netværket?

2c) Sammenlign de trafikstrømme og rejsetider, som netværket i øvelse 1 gav (dvs. uden den ekstra strækning 5). Hvilket fænomen bemærker du?

2d) Kan du forklare, hvorfor dette fænomen opstår?

2e) Hvis der kommer 22.000 biler ind i netværket, der skal fra O til D, hvordan ville de skulle fordeles for at opnå systemligevægt, og hvad ville rejsetiderne så være i netværket? Er denne løsning magen til brugerligevægten?

2f) Sammenlign disse resultater med dem fra netværket i øvelse 1 og i særdeleshed løsningen på spørgsmål 1c). Er der nogen forskel? Hvad er dine kommentarer til denne forskel eller manglen på samme?

2g) Med udgangspunkt i den SO-løsning, der er beregnet i spørgsmål 2e), lad os så antage, at én bil ændrer rute fra 1-2 til 2-5-3. Hvor meget tid vil bilen spare (eller spille)? Hvor meget tid vil de andre biler i netværket spille (eller spare)? Hvad er dine kommentarer til dette resultat?

2h) Er den SO-løsning, der blev beregnet i spørgsmål 2e) også en ligevægtsløsning?

2i) Lad os antage, at sammenhængen mellem trafik og rejsetid i stedet for at blive repræsenteret ved den angivne funktion bliver repræsenteret ved en kurve, der tilnærmer sig uendelig, når trafikken nærmer sig kapacitetsgrænsen. Hvad ville der ske med trafiknettet i dette tilfælde? Ville der ske det samme med netværket i øvelse 1?

Øvelse 3

Se nærmere på netværket fra øvelse 2.

Spørgsmål:

3a) Beregn UE- og SO-flowene og rejsetiderne, når kapaciteten for såvel strækning 2 som strækning 3 øges til 13.000 biler.

3b) Opstår der det samme fænomen som i spørgsmål 2c)?

3c) Beregn UE- og SO-flowene og rejsetiderne, når kapaciteten for strækning 5 også øges til 13.000 biler.

3d) Hvad vil du på grundlag af dine beregninger anbefale politikerne, og hvordan vil du begrunde din anbefaling?

Øvelse 4

Se nærmere på netværket i øvelse 2. Lad os også antage, at alle bilisterne har den samme tidsværdi (VoT) på 70 DKK/time og den samme omkostningsfunktion:

$$U = t \cdot vot + toll$$

Spørgsmål:

4a) Hvis strækning 5 er en betalingsbro, hvilken afgift (pr. bil) vil så sikre SO-tilstanden med hensyn til minimering af den gennemsnitlige rejsetid?

4b) Sammenlign resultaterne fra spørgsmål 4a) med resultaterne fra spørgsmål 2g) med udgangspunkt i den samme tidsværdi på 70 DKK/time. Hvad er dine kommentarer hertil?

4c) Hvis en virksomhed driver betalingsbroen, hvilket afgift vil så være den optimale for virksomheden?

4d) Beskriv ud fra et brugerperspektiv, om det vil være bedst at få en privat virksomhed (eller et OPP (Offentligt Privat Partnerskab)) til at drive broen eller et offentligt ejet selskab, der opkræver en afgift, der fastsættes af staten?

4e) Hvad er fordelene (hvis der er en) ved at få et OPP til at drive broen?

Øvelse 5

Se nærmere på netværket i øvelse 2 med den forøgede kapacitet.

Strækning	Fri kørsel (min)	Kapacitet	α	β
1	40	10.000	0,5	4
2	10	13.000	0,5	4
5	5	10.000	0,5	4
3	10	13.000	0,5	4
4	40	10.000	0,5	4

Lad os antage, at politikerne har følgende valgmuligheder:

- 1) At reducere rejsetiden på strækning 4 til 20 min.
- 2) At reducere rejsetiden på strækning 4 til 30 min. og på strækning 1 til 28 min.
- 3) At fordoble kapaciteten på strækning 2 til 26.000 biler

Spørgsmål:

5a) Hvis vi antager, at alle valgmulighederne koster det samme, hvilken er så bedst?

Kapitel: Risiko i trafikken og den menneskelige faktor

Diskussionsoplæg: Distraktion

- Hvorfor er det relevant at skelne imellem fire typer distraktion?
- Giv eksempler, ud over de i kapitlet nævnte, på aktiviteter, der kan distrahere trafikanten. Giv eksempler for både cyklister og bilister.
- For hver aktivitet - identificér hvilke(n) type(r) distraktion, der er tale om baseret på de fire typer distraktioner, der er skitseret i tabel 1.
- Overvej og diskutér dine/jeres personlige erfaringer med distraktion i forbindelse med færdsel i trafikken.

Det koster i dag 1500 kr. i bøde, hvis man skriver eller læser en sms, mens man kører bil. Bør der være tilsvarende bøder for andre distraherende aktiviteter i forbindelse med bilkørsel? Hvis ja, hvilke aktiviteter skulle omfattes og hvorfor. Diskussionen kan f.eks. tage udgangspunkt i nedenstående uddrag fra et debatindlæg skrevet af Andrea Hastrup fra Liberal Alliance.

VI KAN GODT BESTEMME SELV

Forbud og regler er sjældent den bedste løsning på problemerne. Alligevel bliver de ofte foreslået af politikere, som gerne vil fremstå handlekraftige. Hvis staten og politikerne bestemmer for meget, fratager vi borgerne initiativet og ansvaret. Nutidens politikere besvarer ethvert problem i samfundet med lovgivning, og den tendens vil vi modarbejde. I stedet vil vi bruge oplysning og tillid som redskaber til at løse problemer. Staten skal ikke moralisere over borgernes levevis. Vores livskvalitet og vores ret til selv at bestemme, hvordan vi vil leve, er altid vigtigere end sundhedsstatistikker og gennemsnitlig levealder.

(<http://www.andreashastrup.dk/LiberalAlliance/Personligfrihed/tabid/189/language/da-DK/Default.aspx>)

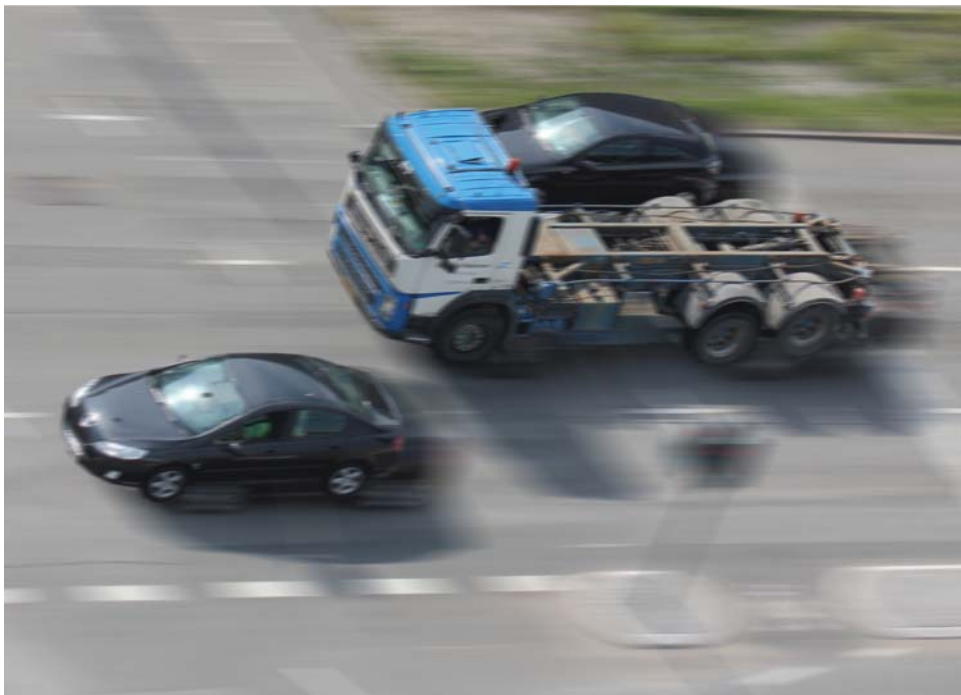
Kapitel: Enighed om Danmarks hastighedspolitik

Opgave 1

Forfatterne til kapitlet har på forhånd defineret hastighedspolitikens mulige formål og værdier som trafiksikkerhed, fremkommelighed og miljø/energi. Kunne der være andre formål og værdier for hastighedspolitikken? Læs f.eks. Folketingets 1. behandling 12. april 2010 af den lov, som blandt andet øgede sanktioner mod "vanvidskørsel" (se www.ft.dk) og analysér hvilke formål og værdier der motiverer loven.

Opgave 2

Brug det introducerede begrebsapparat om konsensus til at analysere andre politiske felter. Hvordan kan f.eks. klimapolitikken i Danmark eller USA karakteriseres, og hvordan har udviklingen været? Er der forskel på det nationale og kommunale niveau, hvad angår grad og karakter af konsensus?



Kapitel: Vurdering af transportprojekter - usikkerhed og risikoanalyse

Opgave i samfundsøkonomisk analyse

Følgende kræves til denne øvelse:

- Den samfundsøkonomiske manual
<http://www.trm.dk/da/publikationer/2003/manual+for+samfundsøkonomisk+analyse/>
- Nøgletalskatalog 2006 <http://www.trm.dk/da/publikationer/2006/nøgletalskatalog/>
- Lommeregner eller regneark
- Formelsamling ifm. procentregning (diskontering)

Baggrund

Samfundet har ikke ubegrænsede offentlige ressourcer til rådighed, og det er således en politisk beslutning, hvorledes der skal prioriteres mellem forskellige projekter og løsningsforslag. Den samfundsøkonomiske analyse bidrager til systematisk at strukturere og afveje forskellige projekters lønsomhed og belyser den samfundsøkonomisk bedste anvendelse af de begrænsede offentlige ressourcer. Den samfundsøkonomiske analyse fungerer som et fagligt funderet støtteværktøj i den politiske beslutningsproces. Transportministeriet arbejder løbende med at forbedre den faglige base for de beslutningsgrundlag, som ministeriet fremlægger. Det sker f.eks. gennem samarbejdet med DTU Transport, som sikrer ministeriet viden om den nyeste transportforskning.

Indledning

De offentlige transportrelaterede myndigheder i Danmark, såsom Vejdirektoratet, Trafikstyrelsen, Banedanmark og Transportministeriet, bruger alle Transportministeriets manual for samfundsøkonomisk analyse til at evaluere nationale transportinfrastrukturprojekter. Manualen, der udover en trinvis gennemgang af analysen, foreslår også et værktøj/metode, således at den samfundsøkonomiske analyse udføres så ensartet som muligt på transportområdet. Det grundlæggende princip heri er en cost-benefit analyse (CBA), hvoraf der udvikles en række såkaldte evalueringskriterier, eksempelvis: Nettonutidsværdi (NNV) og benefit/cost forhold (B/C-rate). For en nærmere beskrivelse af disse henvises til manualen, som frit kan downloades fra Transportministeriets hjemmeside. Manualen beskriver således en række fordele (benefits) og omkostninger (costs) for det pågældende infrastrukturprojekt, hvoraf de vigtigste (gældende for et vejprojekt) er anført i tabel 1.

Effekter	Beskrivelse
Anlægsomkostninger	Anlægsomkostninger i forhold til basisscenariet
Omkostninger til systemdrift og vedligeholdelse	Almindelig vedligeholdelse og reparationer, vintervedligeholdelse og anden vedligeholdelse (f.eks. belysning)
Køretøjets driftsomkostninger	En standardomkostning pr. kilometer (inkl. omkostninger til brændstof, olie, dæk, reparationer, vedligeholdelse og afskrivning)
Rejsetidsbesparelser	Tidsværdier for arbejdsrelaterede ture, ture mellem hjem og arbejde og fritidsture
Uheld	Omkostninger i forbindelse med dødsfald, alvorlige skader og lettere skader (direkte økonomiske omkostninger og velfærdstab)
Støj	En enhedspris på støj, hvor støjen måles i henhold til et "støjgeneindeks"
Luftforurening	Lokal og regional forurening. Skadesomkostninger for NO _x , HC, CO, SO ₂ , partikler og CO ₂
Barriere og oplevet risiko	Indeks baseret på "behovet for at krydse gaden" og "behovet for at bevæge sig sikkert langs vejen". Prissættes indirekte ved at fastsætte de totale omkostningsbesparelser for denne effekt for en pulje af projekter svarende til halvdelen af støjomkostningsbesparelsen

Tabel 1: Effekter, der typisk vurderes i vejinfrastrukturprojekter

Den tidligere metode til samfundsøkonomisk analyse bygger på princippet om faktorpriser, dvs. priser minus skatter. Dette er dog fraveget, hvorfor der i dag udelukkende arbejdes med markedspriser for de relevante effekter som foreslået i Transportministeriets manual for samfundsøkonomisk analyse (TRM 2003).

Opgave 1

Denne opgave består af en indledende CBA hvor det dog ikke forventes, at I inddrager de danske skatteregler og afgifter. For hver effekt beskrevet i Tabel 1 er der tillige udviklet en række transportøkonomiske enhedspriser, der alle er beregnet til at beskrive den ændring, der vil være for en given infrastrukturinvestering ift. den nuværende situation, se tabel 2 (TRM, 2006). Dvs., at hvis der f.eks. beregnes en ændret køretid på en vejstrækning på én time, vil dette i CBA'en betyde, at samfundet får en samlet gevinst for en personbil på 80 kr. og så fremdeles.

Effekt	DKK (2003 niveau)
Køretøjets driftsomkostninger (VOC)	
Personbiler, pr. km	1,89
Varevogne, pr. km	1,55
Lastbiler, pr. km	3,01
Tidsværdier (tidsomkostninger)	
Personbiler, pr. time	80,00
Varevogne, pr. time	250,00
Lastbiler, pr. time	348,00
Uheldsomkostninger	
Pr. uheld med personskade, der anmeldes til politiet	2.611.000
Miljøomkostninger	
Støj pr. SBT ("Støjbelastningstal")	58.871
<i>Luftforurening, personbiler, pr. km</i>	
Lokal (gns.)	0,03
Regional (gns.)	0,03
<i>Luftforurening, lastbiler, pr. km</i>	
Lokal (gns.)	0,08
Regional (gns.)	0,05
Barriere og oplevet risiko, pr. BRBT (Barriere- og risikobelastningstal)	11.943
Nøgletalsparametre	
Kalkulationsrente (diskonteringsrente) [r]	6 %

Tabel 2. Enhedspriser (2003-niveau) i VD-modellen (TRM 2006).

Det problematiske ved at gennemføre en CBA består i selve tidsaspektet. Typisk udføres et "indgreb" for en lang årrække – det forventes givetvis, at f.eks. en ny bro vil holde i 50 eller 100 år frem i tiden. Dvs. den investering, der typisk foretages, skal ikke kun opvejes imod eventuelle gevinster for et år – men skal opregnes i forhold til en hel årrække. Herigennem benyttes en kalkulationsrente, der sammenvejer alle fordele og ulemper ved projektet – på samme måde som f.eks. Nationalbanken fastsætter en rente ved privatlån. For at vise funktionen af kalkulationsrenten kan der opstilles et tænkt eksempel ud fra følgende input:

En ny omfartsvej vil koste 1 mio. kr. (C) men vil samtidig medføre en mindsket rejsetid (antal timer sparet $\times$ tidsværdien pr. time) på 100.000 i ibrugtagningsåret (typisk benævnt år 0). Der ønskes derfor en beregning af det samfundsøkonomiske afkast over en 5 årig periode?

Dvs. først beregnes gevinsterne (B) - der er 100.000 hvert år i fem år (T). MEN pga. kalkulationsrenten vil 100.000 ikke være lige så meget værd om et år som det er i dag (dette kan igen relateres til dagligdagen, hvor du typisk ikke vil kunne købe lige så meget i dag, med de samme penge, som du kunne for 1 år siden - priserne stiger).

De typiske evalueringskriterier beregnes ud fra følgende:

$$B_T = \sum \frac{100.000}{(1+r)^T} = \frac{100.000}{(1+0,06)^0} + \frac{100.000}{(1+0,06)^1} + \dots + \frac{100.000}{(1+0,06)^4} = 446.511$$

Bemærk, at man typisk antager, at gevinster falder allerede fra den dag anlægget tages i brug - dvs. år 0.

De typiske evalueringskriterier beregnes ud fra følgende:

$$\text{NNV:} \quad \text{NNV} = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 446.511 - 1.000.000 = -553.489$$

$$\text{B/C-rate:} \quad \text{B/C - rate} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}} = \frac{446.511}{1.000.000} = 0.45$$

Der gælder således for de to evalueringskriterier, at såfremt NNV > 0 og B/C-raten $\geq 1,00$ er det et samfundsøkonomisk rentabelt projekt.

Hvis de 446.511,- derfor antages at være gevinsten for den nye omfartsvej, ville det IKKE være samfundsøkonomisk rentabelt, da der investeres 1 mio. kr - dvs. samfundet vil i dette tilfælde tabe 553.489. Typisk ville selve evalueringsperioden (eller den årrække det forventes, at omfartsvejen vil "leve") også være væsentligt længere.

Bemærk, at anlægsomkostninger (C) ikke er et fast beløb, og at omkostningerne aldrig falder over et enkelt år, men som regel splittes op over flere år - hvorfor der skal justeres og diskonteres ud fra hvilket åbningsår/beregningsår og prisniveauår der opereres med.

Med NNV kan man også argumentere for, at der findes en række andre omkostninger der løbende efter åbningsåret vil fortsætte over hele evalueringsperioden. Det kan eksempelvis være drift og vedligeholdelse samt stigning i kørselsomkostninger.

- **Hvor mange år bør anlægget evalueres i, før projektet bliver samfundsøkonomisk rentabelt?**

Opgave 2

Følgende øvelse har til formål at beskrive CBA-metoden og de usikkerheder (risici) der findes i forbindelse med denne metode (med udgangspunkt i ovenstående eksempel - blot en smule mere kompliceret). Den kan beregnes i Excel eller med brug af lommeregner. Formålet med øvelsen er, ved hjælp af en simpel case, at give en forståelse af, hvordan man i praksis vurderer de indvirkninger et transportinfrastrukturprojekt har for samfundet - hvilket typisk ender ud med en politisk beslutning for den eller de projekter der opnår det bedste afkast for samfundet.

Indledning til øvelse

Regeringen overvejer at bygge en ny broforbindelse med en hastighedsbegrænsning på 80 km/t (som ligeledes er antagelsen for den nye gennemsnitshastighed). Broen vil ligeledes hvert år spare hver af de nuværende 1.500.000 biler og 150.000 lastbiler en omvej på 5 km. Anlægsomkostningerne (statens investering) er 200.000.000 DKK. Trafikplanlæggerne i Transportministeriet forudsætter/estimerer følgende:

- gennemsnitshastigheden på den nuværende strækning er på 60 km/t for både biler og lastbiler, hvilket betyder, at hver bil/lastbil i gennemsnit sparer fem minutter pr tur
- broen vil reducere antallet af uheld med ét uheld pr. år
- projektet vil kun have begrænset effekt på støj og barriere, så i dette tilfælde tages der ikke hensyn til disse to parametre
- det pågældende område kan kategoriseres som "regionalt" - ingen lokale beboere vil få problemer
- pga. det nye tiltag forventes der en nyskabt trafik (et såkaldt trafikspring) svarende til ca. 200.000 biler og 15.000 lastbiler i år 0 (ellers konstant)
- det antages, at den nygenererede trafik i gennemsnit vil køre 15 km
- for nemheds skyld antages det, at der ikke er nogen varebiler, der vil bruge broen
- evalueringsperioden er sat til 30 år og åbningsåret er 2003

Det er nu jeres opgave på baggrund af ovenstående input som mini-konsulenter for regeringen, at finde frem til om dette nu er en fornuftig løsning for staten eller ej? Der skal derfor udarbejdes en samfundsøkonomisk analyse af broprojektet ved hjælp af en cost-benefit analyse. Der ønskes beregnet både et benefit/cost forhold og en nettonutidsværdi. Nedenfor er angivet en række tips samt antagelser.

Antagelser:

Som tidligere forklaret benyttes såkaldte markedspriser og ikke faktorpriser – dvs. i en typisk CBA-beregning bør der ligeledes indgå skatte- og afgiftsrelaterede justeringer. Dette antages korrigeret ved at benytte en højere kalkulationsrente (på 6 %) end den nærværende (i 2013 er den faktuelle diskonteringsrente 5 %). Når man bruger denne forudsætning, er der visse beskatningsregler, der ikke bliver taget højde for med hensyn til et større skatteprovenu til staten på grund af ekstra brændstofforbrug mv.

Vi ser på en 30-årig evalueringsperiode, men for at gøre beregningen enkel, medtages der ikke vedligeholdelses- og driftsomkostninger for broen. Dette resulterer i en såkaldt scrap- eller terminalværdi på 0 kr. ved slutningen af evalueringsperioden. Typisk når der evalueres på et infrastrukturprojekt, medregnes en vedligeholdelsesomkostning for projektet, således at projektet forventes fortsat at fungere efter evalueringsperioden.

Tips:

Det anbefales at foretage beregningerne i et Excel-ark – men det er ikke nødvendigt.

Prøv først at danne dig et overblik over effekterne og beregn fordelene/ulempen (B) for de enkelte effekter i åbningsåret (den såkaldte førsteårseffekt). Bemærk, at selvom B typisk betegner gevinster (Benefits) i et projekt, dækker de for så vidt angår formeludtrykkene en aggregeret værdi for både fordele og ulemper.

Husk, at ikke alle effekterne vises i den korrekte enhed – nogle skal genberegnes, f.eks. rejsetidsbesparelser og køretøjets driftsomkostninger.

Brug formlerne for NNV og B/C-raten af ovenstående. Vær særlig opmærksom på beregningen af diskontofaktoren – det er derfor, det anbefales at bruge Excel.

Lav en separat beregning, hvor du summerer alle fordele og omkostninger i det første år (førsteårsbenefit). Derefter skal du beregne nettonutidsværdien og B/C-forholdet.

Bemærk, at de listede transportøkonomiske enhedspriser er omkostninger for transport. Det kan med andre ord siges, at en times kørsel i en personbil f.eks. har en omkostning på 80 kr. – og hver km der køres har en ekstra omkostning på 0,03 kr. i lokal luftforurening. Da I beregner ændringer i en samfundsøkonomisk analyse, er det derfor utroligt vigtigt hele tiden at tænke i fortegn. Hvis der f.eks. køres længere i bil, vil det være en yderligere omkostning for samfundet i udledning af luftforurening og VOC. Opstil derfor altid for hver effekt regnestykket: (Forslået – nuværende) $\times$ (enhedsomkostning). For VOC personbiler kan denne effekt eksempelvis opstilles som:

$VOC \text{ (Nygenerede)} = 200.000 \text{ biler} \cdot (15 - 0) \text{ km} \cdot -1,89 \text{ kr/km} = -5.67 \text{ mio kr.}$

$VOC \text{ (Eksisterende)} = 1.500.000 \text{ biler} \cdot (-5) \text{ km} \cdot -1,89 \text{ kr/km} = 14.175 \text{ mio kr.}$

Det vil altså sige, at der for denne effekt samlet set er en gevinst i år 0 på 8.505 mio kr.

Opgave 3

Normalt vil trafikken vokse over årene. Foretag de samme beregninger igen med en årlig trafikvækst (f-faktor) i de første 15 år af evalueringsperioden på 1,5 % pr. år pr. personbil og 3,0 % pr. år pr. lastbil. Efter de første 15 år forudsættes trafikvæksten at være konstant svarende til 0 % pr. år.

Bemærk, at idéen med en fremskrivningsfaktor er, at denne netop opskriver trafikarbejdet pr. år (normalt sker dette med BNP pr. Capita). Derfor er det pr. år pr. transporttype der skal opskrives med henholdsvis 1.5 % og 3.0 %.

Opgave 4

Mange projekter anses for usikre, især med hensyn til anlægsomkostningerne. Foretag en følsomhedsanalyse af anlægsomkostningen

- Forsøg at vurdere projektets "godhed" eller "gennemførlighed", (f.eks. overskrides anlægsomkostningerne som oftest)
- Forklar dit valg af henholdsvis et højt og et lavt omkostningsestimat.
- Hvad sker der i øvrigt, hvis du sænker kalkulationsrenten til f.eks. 3 % eller forøger til den 9 %?

Litteratur: TRM (2003). Manual for samfundsøkonomisk analyse - anvendt metode og praksis på transportområdet. Juni 2003 (www.trm.dk, ISBN-nr: 87-91013-37-2)

TRM (2006). Nøgletalskatalog 2006 - til brug for samfundsøkonomiske analyser på transportområdet. Juli 2006 (www.trm.dk, ISBN 87-91511-62-3)



Kapitel: Transport og bæredygtig byudvikling

Diskussionsoplæg:

- Hvordan kan man arbejde med mere bæredygtige by- og trafikløsninger i den by/ det område, hvor du bor?
- Hvordan kan man på en gang reducere miljøbelastningen og tage hensyn til økonomi, beskæftigelse og livskvalitet?
- Hvordan vil miljøvenlige løsninger få betydning for den måde, der bygges og byudvikles på?
- Hvad med sammenhængen mellem trafikformerne og mulighederne for at benytte kollektiv trafik i større omfang?
- Hvad skal der til for at gøre det attraktivt at lade bilen stå, når man har ærinder i byen såsom arbejde, indkøb samt sports- og kulturaktiviteter?

Masdar og Ørestaden er eksempler på hvordan bæredygtighed kan tænkes ind i den måde vi bor og transporterer os på. Vil du gerne bo i Masdar eller Ørestaden? Hvis ikke – hvordan vil du så bo?

By- og trafiksystemer er komplicerede, og det kan være svært at 'styre' udviklingen. Indikatorer giver mulighed for at følge, om det går i en bæredygtig retning, eller om det er nødvendigt at gøre noget anderledes.

- Hvad er de vigtigste indikatorer på, om udviklingen går i en bæredygtig retning?
- Hvilke forhold skal indikatorer dække, og hvordan kan de evt. måles og opgøres, så man kan sammenligne flere byer med hinanden?

Kapitel: Cyklen - redskabet til sundhed og bedre miljø

Valget mellem transportmidler til en given tur kan beskrives ved en logistisk funktion. I den simpleste form med to transportmidler kan sandsynligheden for valg af transportmiddel 1 som funktion af T (differencen i rejsetid i forhold til transportmiddel 2) beskrives ved:

$$SSH_1 = \frac{1}{1 + e^{(a+bT)}}$$

Denne funktionsform sikrer, at sandsynligheden altid ligger mellem 0 og 1. Parameteren a bestemmer sandsynligheden, når rejsetiderne er ens, og parameteren b angiver følsomheden overfor rejsetidsforskelle. b vil normalt være mindre eller lig nul: jo længere ekstra rejsetid jo mindre er villigheden til at vælge transportmidlet.

Opgave 1.

Vis, at SSH_1 også kan skrives som:

$$SSH_1 = \frac{e^{(a_1+bT_1)}}{e^{(a_1+bT_1)} + e^{(a_2+bT_2)}} ,$$

når $a = a_2 - a_1$. Her er T_1 er rejsetiden med transportmiddel 1 og T_2 er rejsetiden med transportmiddel 2.

Opgave 2.

Hvis en tur tager 20 minutter med cykel (transportmiddel 1) og 6 minutter i bil (transportmiddel 2), og trafikanten har parametrene $a_1=0$, $a_2=-0,3$ og $b=-0,12$, hvad er så sandsynligheden for at trafikanten vælger cyklen, når der ses bort fra, hvad det koster?

Opgave 3.

Hvis hastigheden for biler nedsættes, så det nu tager 10 minutter i bil, hvordan ændres sandsynligheden for cyklen da?

Opgave 4.

Hvis rejsetiden nu hæves med 5 minutter for begge transportmidler, hvordan ændres sandsynligheden da?

Nu inddrager vi også omkostningerne ved kørslen, P_1 og P_2 , med parameteren c, som har værdien -0,1. Funktionen ser nu således ud:

$$SSH_1 = \frac{e^{(a_1+bT_1+cP_1)}}{e^{(a_1+bT_1+cP_1)} + e^{(a_2+bT_2+cP_2)}}$$

Opgave 5.

Lad os antage, at omkostningen ved at køre på cykel er nul, og at det koster 1 kr./km i benzinudgifter at køre i bil. Hvad er sandsynligheden for at cyklen vælges, når rejsetiden er 20 minutter med cykel og 6 min i bil, og turen er på 7 km?

Opgave 6.

Hvis vi ønsker at reducere biltrafikken og pålægger bilerne en kilometerafgift, hvad skal den så være, for at halvdelen vælger cykel, dvs. at sandsynligheden for at vælge cyklen er 0,5?

Diskuter følgende spørgsmål:

- Vil mere cykling give større sundhed, eller vil det blot erstatte anden motion?
- Hvordan er vilkårene for at cykle i den by/det område, du/I bor i? Hvad er godt/hvad er dårligt?
- Hvordan kan man få flere til at cykle? Skal man arbejde med cykelstier og faciliteter, byen, eller noget helt andet? Hvad er bedst/vigtigst?
- Hvor langt skal man gå med at prioritere cykler i forhold til andre trafikarter? Skal man tage plads fra biler og få dem til at køre langsommere for at fremme cykling? Hvordan skaber man balance mellem cykler og fodgængere?
- Vil man fremme cykling, hvis man forbedrer fremkommeligheden for både biler og cykler?
- Hvis man gør bilkørsel dyrere eller mere besværlig, vil man så alene fremme cykling og gang? Hvad med kollektiv trafik og samkørsel, og er der nogen ture, som vil falde bort? Vil det fremme cykling i København, hvis man udbygger metroen med flere linjer?
- Kunne man fjerne trængslen i byerne ved at fremme cykling?

Kapitel: Trafikplanlægning med GIS

Til de følgende opgaver kan det gratis GIS-software **Quantum GIS** downloades. Søg på download og Quantum GIS. Download installationsfilen, som fylder cirka 130 MB, og følg vejledningen.

Fra adressen

<http://data.transport.dtu.dk/FilService/GISDataTilGymnasieOpgaver.zip>

downloades data til opgaverne. Udpak data fra zip-filen i en mappe for sig selv på en kendt sti.

Introduktion

1.1 Åben Quantum GIS (Desktop)

1.2 Indlæs datalaget "roadnetwork" ved at klikke på ikonet "Add Vector Layer" øverst på skærmen og efterfølgende browse frem til fillokaliteten og klik open. Til venstre på skærmen ses laget, der er blevet tilføjet. Hvor i verden er det?

1.3 Tilføj nu laget "regioner" på samme måde som ovenfor. Hvor er vi henne i verden?

1.4 Hvad sker der, hvis vi bytter om på rækkefølgen af de to lag ude til venstre? Hvad viser de to lag?

1.5 Dobbeltklik på laget "regioner". Hver region gives en passende farve under fanen "Style", så de kan skelnes fra hinanden. Stemmer regionernes geografiske udbredelse overens med Jeres forventninger?

1.6 Find det sted, hvor man kan åbne attributtabellen for "regioner". Hvor mange linjer er der i attributtabellen? Svarer det overens med antallet af regioner i Danmark?

1.7 Find værktøjet, der bruges til at "Select Features by Rectangle". Vælg en region. Hvad sker der på kortet, og hvad sker der i attributtabellen? Vælg en linje i attributtabellen. Hvad sker der på kortet?

1.8 Hvor mange features findes der i attributtabellen for "Roadnetwork"?

Tilpasning af data

Tilpasning med attributudvælgelse

1. I attributtabellen for "RoadNetwork" indikerer kolonnen "LinkTypeID", hvilken type vej der er tale om. Søg efter værdien "90" i kolonnen "LinkTypeID". Hvilken type "vej" er der tale om? Bemærk, at farven for markering i Quantum GIS som standard er gul. Den kan være svær at se. (færge)
2. "LinkTypeID" = 92 er tilkørselsrampe til færge.

Klik "advanced search" nederst i attributtabellen. Opstil et udtryk, som vælger alle værdier i kolonnen "LinkTypeID", som er større end 89. Hvor mange er der? (6)
3. Behold ovenstående markering og klik nederst i attributtabellen på ikonet "Toggle editing mode". Nu er "RoadNetwork" laget åbent for redigering. Slet de valgte forekomster med det røde cirkelikon nederst i attributtabellen. Klik igen på ikonet "Toggle editing mode" og sig ja til at gemme ændringerne. Hvor mange features findes der nu i attributtabellen for "Roadnetwork"? (1228) Læg mærke til, at ændringer også kan ses på kortet.
4. Hvad har ovenstående opgavetrin medført?

Tilpasning med rumlig udvælgelse

1. Select Region Sjælland. Gå til "Vector", "Geoprocessing Tools" og vælg "clip". "Input vector layer" er roadnetwork og "clip layer" er regionerne. Sørg for, at der er sat flueben ved "use only selected features" for regionerne. Vælg et passende navn for output. Klik "OK". Tager flere minutter. Hvad bliver resultatet?
2. Er outputtet, som vi ønsker det, eller er der forsvundet for meget? Hvorfor?
3. Fjern laget igen.

Tilpasning med rumlig og attributudvælgelse

1. Gå til menuen "Vector", "Data Management Tool" og klik på værktøjet "join attributtes by location". Værktøjet laver et såkaldt spatial join, se eventuelt bogkapitlet. Giv det nye lag et passende navn, eksempelvis RoadNetwork_Regiøner_SpatialJoin. Tildel med værktøjet laget "RoadNetwork" attributterne fra laget "Regiøner" (kan tage et par minutter).
2. Åben attributtabelen for det nye lag. Hvad er der sket?
3. Hvad er navnet på de to kolonner, som indeholder værdier, som entydigt angiver hvilken region vejstykket ligger i? (Regionkode og Regionnavn). Hvorfor er det en dårlig ide at benytte kolonnen ved navn "ObjectID_2"? (ObjectID er en autogenerated nøgle, der ikke har relation til regionen, men til hvilken rækkefølge featuren bliver indekseret i attributtabelen. Hvis der ændres i det originale regionlag, kan koblingen mellem de to lag blive forkert, da regionerne kan få tildelt et andet ObjectID.)
4. Ved at bruge en af de to kolonner udvælges de vejstykker i attributtabelen, der ligger i Region Sjælland. Hvor mange er der? (1143)
5. Højreklik på RoadNetwork_Regiøner_SpatialJoin til venstre i skærmen og vælg "Save Selection As...". Behold standardværdierne, men indtast "Road-network_Regiøner_Sjælland" som navn under Save as og klik "OK".
6. Tilføj det nye lag til kortet. Hvad er der sket med vejnettet?

Analyse af data

1. Behold laget "Roadnetwork_Regiøner_Sjælland" og laget med regionerne i kortet. Fjern de resterende lag.
2. Indlæs laget "From_To_Points".
3. (Hvis Google Earth er installeret på computeren, fortsættes med nedenstående øvelse. Alternativt installer Google Earth og fortsæt, ellers spring til punkt 7)
4. Højreklik på laget og vælg "Save As". Som format vælges KML, en filstandard, der understøttes af Google Earth.
5. Vælg en placering og filnavn. Klik "OK".
6. Gå til mappen, hvor filen er gemt, og åben filen ved at dobbeltklikke. Google Earth åbner og de to punkters beliggenhed kan ses i relation til flyfotos. Hvilke byer ligger de to punkter ved?

7. Gå tilbage til Quantum GIS og til menuen "vector", "Road Graph" og vælg "Settings".
8. Sidste felt "Speed field" sættes til "FreeSpeed". Klik OK.
9. Gå til menuen "View", "Panels" og vælg "Shortest Path"
10. Sæt startpunktet ovenpå det nordligste punkt i punktlaget "From_To_Points" (ID = 1). Sæt slutpunktet ovenpå det sydligste punkt i punktlaget "From_To_Points" (ID = 2).
11. Sæt "criterion" til "Length"
12. Tænk over, hvilken rute mellem de to punkter der er den korteste.
13. Klik Calculate. Stemmer resultatet overens med dine forventninger? Hvor lang er ruten, og hvor mange minutter tager den?
14. Sæt "critirion" til "Time"
15. Tænk over, hvilken rute mellem de to punkter der er den hurtigste. Den samme som før?
16. Klik "Calculate". Stemmer resultatet overens med dine forventninger? Hvor lang er ruten og hvor mange minutter tager den? Hvorfor er de to ruter forskellige? (LinkTypeID = 1 i attributtabellen for vejnettet er motorvej)
17. Zoom ind på ruten og undersøg den. Er den korrekt? Forestil dig, at du skal rejse ad ruten.
 - a. Er fejlen kritisk i forbindelse med den beregnede afstand og tid?
 - b. Er fejlen kritisk i forbindelse med, at en GPS-navigators leder dig ad den viste rute?
 - c. Hvorfor opstår fejlen?
18. Sæt parameteren "criterion" tilbage til "Length" og tryk "Calculate". Find de to steder, der er fejl i ruten. Hvilken type vej er det, og hvilken værdi har "LinkTypeID"?

