

Sammendrag:

Vurdering av metoder og modeller for å analysere samspillseffekter mellom arealutvikling, transporttetterspørsmål og infrastruktur i byområder

TØI rapport 1415/2015

Forfattere: Bjørn Gjerde Johansen, Wiljar Hansen og Aud Tennøy
Oslo 2015 96 sider

Transportøkonomisk institutt (TØI) har, på oppdrag fra Vegdirektoratet og med bistand fra Centrum for Transport Studier (CTS) i Sverige, vurdert metoder og modeller for analyse av samspillseffekter mellom arealutvikling, infrastruktur og transporttetterspørsmål i byområder. Rapporten viser at LUTI-modeller (Land-Use and Transport Interaction) er egnet for å predikere endringer i urbane systemer over tid, både fordi samspillet mellom transport og arealbruk blir tatt eksplisitt hensyn til i modellene, og fordi det vil være mulig å beregne brukernytte til nytte-kostnadsanalyser og konsekvensutredninger basert på modellens prognoser og scenariokjøring.

Målet med denne rapporten er todelt: (1) å presentere en oppdatert litteraturgjennomgang av LUTI-modeller, med et mål om å identifisere gjeldende kunnskap og gjeldene klasser av LUTI-modeller og hva disse er i stand til å gjøre; og (2) å sammenligne LUTI-modeller med andre metoder og modeller når det kommer til muligheter for å analysere forholdet mellom arealbruk og transport, basert på evalueringskriterier spesielt utformet for å fange modellens egnethet for implementering i Norge. Siden LUTI-modeller både er krevende å utvikle og bruke, foreslår og sammenligner vi flere alternativer med varierende kompleksitet – fra en fullskala LUTI-modell, til en metode for å beregne brukernytte fra dagens transportmodeller med eksogene endringer i arealbruken på.

Bakgrunn

Samordnet areal- og transportplanlegging har vært en viktig strategi for å redusere transportbehov og biltrafikk gjennom flere tiår. Dette har blant annet vært knyttet til målsettinger om bedre bo- og bymiljø, mindre kø og forsinkelser i trafikken, bedre tilgjengelighet for alle, redusert arealforbruk og reduserte klimagassutslipp. De siste årene har dette blitt aktualisert blant annet gjennom Stortingets klimamelding, målformuleringer i Nasjonal Transportplan (NTP), Miljøverndepartementets prosjekt *Framtidens byer* og klare målformuleringer i fylkesplaner og kommuneplaner. Her sies det at transportveksten i byene skal tas med kollektivtrafikk, sykkel og gange. Dette skal i hovedsak oppnås ved en mer konsentrert arealutvikling som fortetting i tunge kollektivknutepunkter, styrking av kollektivtrafikken, fysisk tilrettelegging for sykling og gåing og bruk av restriktive virkemidler mot biltrafikken.

I dag blir imidlertid både generelle trafikkprognoser og prognoser til konsekvensutredninger og nytte-kostnadsanalyser av forskjellige tiltak som regel beregnet ved hjelp av konvensjonelle, firetrinns transportmodeller. I disse firetrinns transportmodellene vil ikke arealbruken være påvirket av endringer i transporttilbudet. Dette fører til at prognosene vil inneholde en skjevhet, fordi individers og bedrifters reaksjon når det kommer til arealbruk etter at et tiltak er gjennomført ikke blir tatt hensyn til.

Ved å bruke ekspertkunnskap for å si noe om hvordan arealbruken vil endre seg av et gitt tiltak, kan denne endringen bli lagt inn eksogent i transportmodellene. Med dagens modeller er det dermed mulig å prognostisere trafikk gitt den nye arealbruken. Det er imidlertid ikke mulig å bruke gjeldende metoder for å beregne brukernytte av et tiltak i en situasjon hvor arealbruken er endret. Dette er fordi situasjoner med endret arealbruk krever flere komponenter i brukernytten enn kun trafikantnytten. En LUTI-modell blir derfor foreslått som et mer realistisk alternativ for å predikere endringer i urbane systemer over tid, både fordi spillet mellom transport og arealbruk blir tatt eksplisitt hensyn til, og fordi det vil være mulig å beregne brukernytte til nytte-kostnadsanalyser og konsekvensutredninger basert på de nye prognosene. Slike modeller er imidlertid krevende å utvikle og bruke. Derfor foreslår og sammenligner vi flere alternativer med varierende kompleksitet – fra en fullskala LUTI-modell, til en metode for å beregne brukernytte fra dagens transportmodeller med eksogene endringer i arealbruken på.

Dagens LUTI-modeller

En litteraturstudie er gjennomført basert på metodikken fra Wegener (2004); 26 av dagens LUTI-modeller ansett som mest relevante er evaluert. I tråd med Berglund (2014) observerer vi tre hovedtrender når det kommer til LUTI-modeller:

- *Trend 1:* Fra makro til mikrosimulering (fra en ovenfra-og-ned-tilnærming til en nedenfra-og-opp-tilnærming). Fra statiske, aggregerte arealbruksmodeller, til komplekse, agentbaserte mikrosimuleringsmodeller. Agentbaserte modeller ser ut til å vokse i popularitet i områder med komplekse planleggingsutfordringer.
- *Trend 2:* Som en mulig reaksjon til utviklingen av mer komplekse modeller, er det en parallell strømning mot å bygge enklere, raskere og mer visuelt tilgjengelige planleggingsverktøy. Slike verktøy er basert på mindre data-intensive og mindre teoririke tilnærminger (regelbaserte eller GIS-baserte verktøy).
- *Trend 3:* Det er også en økende bevissthet rundt viktigheten av en integrert tilnærming for arealplanlegging. Det er imidlertid også en oppfatning blant mange beslutningstakere om at de enkleste LUTI-modellene ikke egner seg for alle typer scenarioanalyser, mens de mest komplekse LUTI-modellene trenger ekspertkunnskap som beslutningstakerne selv ikke har.

Vi argumenterer med at dette ikke burde bli tolket som en innvending mot LUTI-modeller generelt, men heller som et tegn på hvor komplekse urbane systemer er, og hvor vanskelig det er å få oversikt over årsakssammenhengene som spiller inn. Denne kompleksiteten gjør ikke LUTI-modeller mindre relevante, men viser hvor viktig det er å være klar over forutsetningene og manglene til modellene som blir brukt.

Følgelig er disse tre trendene med på å belyse hva som ser ut til å være den største utfordringen når det kommer til integrert arealbruks- og transportmodellering; basert på brukerbehovet og krav til analysen, hva er det mest hensiktsmessige kompleksitetsnivået å kreve av en modell? Denne utfordringen er med på å motivere den neste delen av rapporten.

En sammenligning av metoder og modeller for å analysere samspillet mellom transport og arealbruk

Basert på litteraturstudien foreslår vi to versjoner av LUTI-modeller vi mener har potensiale for å bli implementert i Norge, og sammenligner disse med andre metoder og modeller. Disse fem scenariene er kort oppsummert under:

Scenario A – Dagens firetrinns transportmodeller med eksogen arealbruk: Dette er nullscenariet. I dagens situasjon er det mulig å beregne endringer i brukernytte som følge av endringer i transportsystemet når arealbruken holdes uendret. Det er også mulig å prognostisere trafikk i situasjoner hvor arealbruken endres eksogent. Det er imidlertid ikke mulig å beregne brukernytte i situasjoner hvor arealbruken er endret.

Scenario B – En metodikk for å beregne brukernytte fra eksogene endringer i arealbruken for dagens transportmodeller: For å beregne brukernytten i situasjoner hvor arealbruken er endret eksogent basert på ekspertvurderinger, foreslår vi en metodikk basert på Minken et al. (2003). Når arealbruken endres oppstår det to nye kilder til brukernytte (i tillegg endringen i generaliserte transportkostnader); en destinasjonsnytte (nytten av å ha mulighet til å endre destinasjonsvalg basert på det nye arealbruksmønsteret) og en lokalitetsnytte (nytten av å ha mulighet til å flytte til en ny destinasjon). Hovedfordelen med metodikken beskrevet i Minken et al, er at den skisserer hvordan disse nyttekomponentene kan bli beregnet basert på attraktivitetsvariable som allerede er del av transportmodellen. For å klare å kvantifisere disse tre nyttekomponentene er det nødvendig å implementere en enkel valgmodell hvor den nye arealbruken (basert på ekspertvurderinger) er resultatet av enkeltindividers nyttemaksimering. Hovedutfordringen ved denne metodikken er å finne de nødvendige vektene for attraktivitetsvariablene i destinasjons- og lokalitetsnyttekomponentene.

Scenario C – Et enkelt, regel-basert og GIS-basert planleggingsverktøy: I dette scenariet blir modeller i samme kategori som ATP vurdert.¹ Dette er enkle, GIS-baserte modeller som basert på arealbruks-, reise- og infrastrukturdata visualiserer endringer for forskjellige scenarier ved hjelp av enkle og klart definerte adferdsregler. Disse modellene tar ikke eksplisitt hensyn til feedbacksyklusen mellom transport og arealbruk. Fordelene er imidlertid at de er (1) raske å bruke, så et vidt spekter av scenarier med varierende arealbruk kan kjøres og resultatene kan sammenlignes, og (2) at modellene ikke krever ekspertbrukere; det er enkelt å kjøre modellene, kommunisere resultatene og kommunisere forutsetningene bak disse.

Scenario D – En aggregert, makroskopisk LUTI-modell: I dette scenariet blir det foreslått en enkel arealbruksmodell som (1) baseres på representative agenter i hver sone, (2) kan bli koblet til en allerede eksisterende transportmodell (RTM), (3) har en forenklet representasjon av boligmarkedet og nybygging/tomteutvikling, og (4) er basert på nyttemaksimering og løses i likevekt. Dette er ment som en enkel, operasjonell modell hvor feedbacksyklusen mellom transport og arealbruk er inkludert, og hvor det er mulig å beregne brukernytte ved forskjellige modellscenarier.

¹ ATP: Areal- og Transportplanlegging. Dette er en modell utarbeidet av Asplan Viak. Se for eksempel: <http://www.asplanviak.no/index.asp?id=27183>

Scenario E – En disaggregert, mikroskopisk LUTI-modell: I dette scenariet er det foreslått en mer kompleks LUTI-modell, som er en kobling mellom den agentbaserte trafikkmodellen MatSim og den agentbaserte arealbruksmodellen UrbanSim. Dette er en dynamisk mikrosimuleringsmodell på både transport- og arealbrukssiden, og denne koblingen har tidligere blitt testet i Nicolai et al. (2011). I tillegg holder TØI på å teste ut trafikkmodeller i MatSim (se Flügel et al. 2014). Agentbaserte modeller gjør det mulig å eksplisitt ta hensyn til effekten av kø, noe som ikke er mulig i tradisjonelle firetrinnsmodeller. Dette gjør disse modellene spesielt relevante for urbane strøk.

Disse scenariene er evaluert basert på tre hovedkriterier:

1. Modellens evne til å beskrive samspillseffekter mellom transport og arealbruk;
2. Databehov, datatilgjengelighet og datakvalitet; og
3. Egnethet i norske byområder, herunder:
 - a. Hva slags tiltak modellen er egnet til å belyse;
 - b. Modellfleksibilitet;
 - c. Krav til brukere av modellen;
 - d. Kommunikasjon av resultater og modellforutsetninger (transparens);
 - e. Muligheter for å bruke resultatene i nytte-kostnadsanalyser og konsekvensutredninger.

Modellene er sammenlignet i figuren under basert på de tre evalueringskriteriene på en skala fra **0** til **xxx**. For å tydeligere vise resultatene av sammenligningen er det brukt fargekoder, fra «negativt» (rød) og «middels» (gul), til «litt bra» (lys grønn) og «veldig bra» (grønn). Det er viktig å understreke at dette ikke er en kvantitativ analyse, men en ordinal sammenligning. For mer informasjon om hva de faktiske forskjellene mellom metodene og modellene er, se resten av rapporten.

Tabell 1. Komparativ analyse av fem arealbruksmodellscenarier.

	Baseline	Andre metoder og modeller		LUTI	
Scenario:	A	B	C	D	E
Aggregeringsnivå	Makro	Makro	Meso/ mikro	Makro	Meso/ mikro
Dynamikk	Statisk	Statisk	Statisk	Statisk	Dyna- misk
Deterministisk/ stokastisk	Deter- ministisk	Deter- ministisk	Deter- ministisk	Deter- ministisk	Stokastisk
Attraktivitets- eller aktivitetsbasert	Attraktivitet	Attraktiv- itet	Attraktiv- itet	Attraktiv- itet	Aktivitet
Mekanismer og samspillseffekter	0	x	x	xx	xxx
Databehov	0	x	x	xx	xxx
Egnethet til norske byområder	x	xxx	xx	xx	xx
Krav til bruker	Middels	Middels	Lav	Høy	Høy
Egnet til NKA og konsekvensanalyse	Nei	Ja	Nei	Ja	Ja

Anbefalinger

Hovedkonklusjonene fra denne analysen er at den beste tilnærmingen i stor grad er avhengig av brukerens behov. Mens LUTI-modellene er de eneste tilnærmingene hvor feedbacksyklusen mellom transport og arealbruk blir modellert eksplisitt, vil det ikke nødvendigvis alltid lønne seg å utvikle en slik modell. Blant annet vil kostnadene, databehov og krav til bruker være høyere, og fleksibiliteten være lavere. Det er viktig at kostnadene ved å utvikle en modell blir veid mot nytten en slik modell kan gi, og at styrker og svakheter ved en modell kommer tydelig fram. Derfor er vår viktigste anbefaling at det blir gjennomført en målstudie, hvor man går grundig gjennom krav til fremtidige analyser:

- For å analysere tiltak hvor det ikke forventes større endringer i arealbruks-systemet, kan dagens transportmodeller brukes (scenario A). I så fall burde analysen suppleres med en diskusjon knyttet til potensielle arealbruksendringer

av tiltaket (som transportmodellen per definisjon ikke fanger opp), og i hvilken retning disse vil påvirke resultatene. Om man har en formening om hva den nye arealbruken etter innføring av et tiltak vil bli, kan transportmodellene kjøres med ny arealbruk lagt inn eksogent. Det vil imidlertid ikke være mulig å beregne brukernytte for scenarier hvor arealbruken er endret.

- Den billigste og raskeste måten å beregne brukernytten av tiltak hvor man tror man vet hva endringen i arealbruken blir, er å benytte løsningen fra scenario B. Dette er en god løsning for konsekvensutredninger og nytte-kostnadsanalyser dersom man ikke finner det formålstjenlig å investere i en LUTI-modell. Om denne metoden skal innføres som standard anbefales det likevel at det gjennomføres en del casestudier først, da metoden enda ikke har blitt testet i virkelige scenarier.
- Om målet er at planleggere enkelt skal kunne teste effekter av ulike tiltak for å optimere arealbruken, uten at det er nødvendig å regne ut brukernytte for konsekvensutredninger, og uten at analysene trenger å være komplementære med for eksempel RTM, anbefales ATP-modellen. Denne er billig å bruke, enkel, rask og visuelt tilgjengelig. Det er også enkelt å både endre og kommunisere hva forutsetningene er. ATP-modellen er også et godt komplementerende verktøy til andre og mer komplekse modeller og metoder.
- En LUTI-modell vil være dyrere enn foregående alternativer, men det eneste alternativet som eksplisitt modellerer samspillseffekter mellom transport og arealbruk. Dette anbefales for å analysere komplekse scenarier hvor det på forhånd er vanskelig å forutsi hva disse samspillseffektene vil være. Valg av type LUTI-modell vil i hovedsak være avhengig av krav til transportmodell-delen av modellsystemet. Om det utvikles en agentbasert mikrosimuleringsmodell for bytransport, anbefales scenario E. Om, på den andre siden, dagens transportmodeller blir ansett som gode nok, anbefales scenario D. Se Flügel et al. (2014) for mer informasjon om forskjellene mellom forskjellige transportmodeller.

Om det blir bestemt at det skal utvikles en LUTI-modell for norske byer, anbefaler vi at en del forarbeid blir gjort først. Dette gjelder spesielt to områder. Dette er nødvendig for en velfungerende LUTI-modell, i tillegg til at det kan gi nyttig informasjon i seg selv.

- Det burde gjennomføres et prosjekt for å kartlegge, samle inn og formatere arealbruksdata nødvendig for en LUTI-modell. Dette er spesielt motivert av at Bedrifts- og foretaksregisteret har vist seg lite hensiktsmessig ved tidligere anledninger. Det er uvisst hvor mye manuelt arbeid som må gjennomføres for å (1) sørge for en mer hensiktsmessig næringsinndeling og (2) korrigere for «hovedkontoreffekten», altså at bedriftsøkonomiske størrelser i noen tilfeller blir koblet med hovedkontorets geografiske komponent, og ikke anlegget hvor produksjon eller salg skjer. Et slikt prosjekt vil være nyttig uavhengig av en potensiell LUTI-modell, da det også vil muliggjøre andre empiriske analyser knyttet til transport og arealbruk.

- Det anbefales at det gjennomføres et prosjekt for å finne de beste tilgjengelighetsindikatorerne for å predikere fremtidig arealbruk. Slike tilgjengelighetsindikatorer er den viktigste koblingen fra transportmodulen til arealbruksmodulen av en LUTI-modell. Gode tilgjengelighetsindikatorer er dermed essensielt for en pålitelig LUTI-modell. Det er viktig at modellsystemet utformes på en slik måte at tilgjengelighetsindikatorer kan beregnes basert på resultatene fra transportmodulen. Å finne ut mer om hvilke slike indikatorer som påvirker arealbruken og på hvilken måte vil være nyttig uavhengig av om det utvikles en LUTI-modell, da det vil gi økt kunnskap om sammenhengen mellom transport og arealbruk i norske byer generelt.