

Nye logistikkoncepter og transport

*Per Homann Jespersen og Lise Drewes Nielsen, FLUX - Center for Transportforskning, RUC
og Mads Holm Petersen, COWI*

Baggrund

Produktions- og distributionssystemerne er i en stadig udvikling. Der har de seneste årtier været en tendens til større specialisering af produktionen, produktion af mindre serier, reduktion i lagerkapacitet og mindsket levetid på produkter. Samtidig er der sket en internationalisering af markederne både for råvarer og færdigvarer. For at efterkomme disse rammebetingelser til virksomhederne er der etableret en række nye logistikløsninger. Disse ændringer i logistikken har indflydelse på godstransportens udførelse, men der mangler konkrete analyser af de logistiske ændrings indvirkning på godstransporten og miljøeffekterne af dette. Endelig mangler der analyser af potentialerne for at undgå uheldige miljøkonsekvenser ved de nye strukturer.

Projektet *Produktion, distribution og godstransport*, der udføres af COWI og FLUX - Center for Transportforskning på RUC, henvender sig til virksomheder, der ønsker at inddrage hensynet til transportens miljøkonsekvenser i den strategiske produktions- og distributionsudvikling.

Projektet er opbygget i 4 dele: Første del beskriver ændringer og tendenser i logistikken, og hvorledes disse indvirker på krav til transporttid, frekvens, afstand og tidsvinduer. I anden del undersøges ændringer af logistikken og godstransporten i en række virksomheder.

Tredje del vil opstille handlemuligheder for virksomheder der ønsker at reducere miljøbelastningen fra transporten i forbindelse med ændrede produktions- og distributionssystemer. Endelig vil projektet i fjerde del blive formidlet til målgruppen.

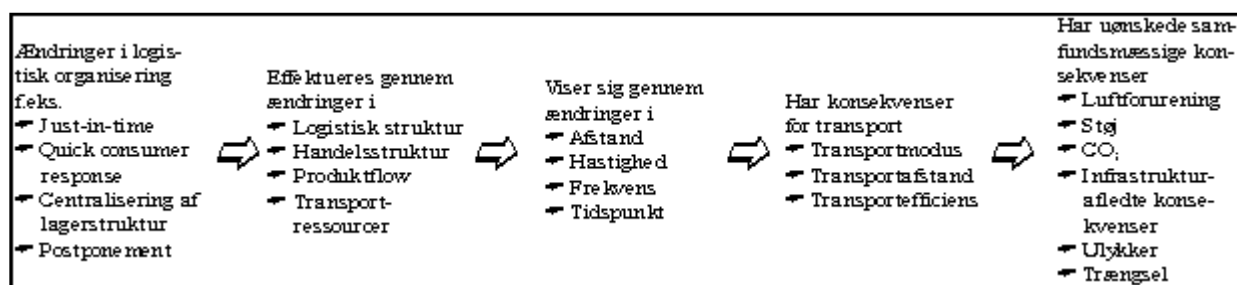
Denne artikel beskriver resultaterne fra første og anden del af projektet.

Det teoretiske grundlag

Inden for transportforskningen er der en stigende interesse i at sammentænke produktion, distribution og transport. Det skyldes en interesse i at forklare væksten i godstransporten og at minimere vækstens miljøbelastninger.

Årsagerne til væksten i godstransport skal søges i udviklingen af de logistiske systemer. Undersøgelser har dokumenteret, at væksten i godstransporten er påvirket meget mere af omstruktureringer i produktion og distribution (de logistiske systemer) end af ændringer i den fysiske mængde af gods, der skal transporteres (McKinnon 1998). Hvis, det skal blive muligt at forklare, forstå og forandre transportudviklingen, er der derfor vigtigt at finde årsagssammenhænge mellem de logistiske systemer og transporten.

Udfordringen heri synes primært at ligge i at få udviklet begreber og kategorier, der kan måles empirisk og konsekvensvurderes. I nedenstående figur vises, hvordan vi tilnærmer os opgaven.



Transporten ses som en afledt konsekvens af den logistiske organisation. Forandringerne i det logistiske system afføder ændringer i organiseringen af det samlede vareflow, herigennem bliver kravene til transporten ændret.

Nye principper dukker op, mens andre bliver forældede og glider væk. Mange principper optræder som modeord, der hurtigt glider ud af debatten igen. Andre får et mere fast tag i omstruktureringerne og danner måske grundlag for det man kan kalde for produktionsfilosofier.

De logistiske principper er imidlertid for luftige størrelser til at de kan bruges i en systematisk analyse af reelle forhold i virksomhedernes planlægning – f.eks. kan just-in-time betyde noget meget forskelligt på forskellige virksomheder, og virksomhederne bruger meget sjældent logistiklæreboernes betegnelser – de "efterkommer bare kundekrav".

Der er derfor brug for at få konkretiseret de logistiske principper og få afdækket, hvorledes de fungerer i virksomhederne, for derefter at vurdere hvilke konsekvenser de har. Det gør vi ud fra to forskellige dimensioner. For det første beskrives logistiksystemerne ud fra den beslutningsstruktur de indgår i, og for det andet beskrives de ud fra de krav de stiller til vareflowet.

Beslutningsstruktur

Den endelige udformning af logistikken er afhængig af en lang række beslutninger forskellige steder i organisationen. Lukningen eller åbningen af et lager vil have stor betydning for transporten, men også lastbilchaufførers valg af ruter for en transport har betydning for den

endelige udførelse af transporten. Alle disse beslutninger betegnes under et som beslutningsstrukturen. Beslutningsstrukturen beskrives ud fra et hierarki af fire beslutningsniveauer (McKinnon1998):

1. *Logistiske strukturer* (logistic structures): antal, lokalisering og kapacitet af fabrikker, lagre og terminaler.
2. *Handelsstrukturer* (pattern of trading links): netværk af forbindelser mellem virksomheders lokalisering(er) og deres handelspartnere. De er skabt af kommercielle beslutninger om indkøb, underleverancer og distribution.
3. *Produktflow* (scheduling of product flow): strømmen af varer imellem parterne i handelsstrukturen, samt beslutninger om hvilke betingelser det foregår under.
4. *Transportressourcer* (management of transport resources): ud fra de rammer, der er sat af beslutninger på niveau 1-3, tages der beslutninger om den konkrete anvendelse af transportressourcerne.

Beslutninger taget på niveau 1 og 2 afgør i store træk størrelsen af transportarbejdet, dvs. hvor mange ton-kilometer, der genereres af en virksomheds logistiske system. Beslutninger på niveau 3 og 4 afgør i forhold hertil, hvor meget trafikarbejde (transportmiddel-kilometer) der bruges for at få flyttet godset.

Modellen er hierarkisk, således at beslutninger på overliggende niveauer er rammebetingelser for de underliggende niveauer. I praksis kan det dog være vanskeligt at indpasse beslutninger på et enkelt hierarkisk niveau. En beslutning om at organisere produktionen efter Just-In-Time ligger umiddelbart på niveau 3, men vil også få indflydelse på de overliggende niveauer – hvem man handler med, og hvor man fysisk placerer sine produktions- og lagerfaciliteter.

Krav til vareflow

Ændringerne i logistikken stiller ændrede krav til vareflowet i forhold til afstand, hastighed, frekvens og tidspunkt:

Afstand – hvor langt?

Virksomhederne sælger deres produkter og køber deres råvarer på fjernere og fjernere markeder. En vigtig egenskab ved en logistisk ændring er i hvilken udstrækning det øger den afstand som godset skal transporteres.

Hastighed – hvor hurtigt?

Logistiske ændringer kan have stor betydning for den tid som transportøren får stillet til rådighed til at udføre transportopgaven. Kravene til virksomhederne om kortere produktionstid (lead-time), stiller ikke alene krav til en fleksibel produktionstilrettelæggelse, men også til transportens hastighed.

Frekvens – hvor ofte?

Hyppigere leveringer er et af de krav som produktionsvirksomheder og detailhandel ofte stiller, med yderligere pres på transporten. Det kan medføre begrænsninger af mulighederne for at effektivisere godstransporten. Øget frekvens kan for eksempel være initieret af produkters korte levetid eller ønsket om at begrænse lagerbindinger.

Tidspunkt – hvornår?

Strammere krav til hvornår varer skal leveres – mindre tidsvinduer – er også karakteristisk for moderne logistik.

Ændrede krav til afstand, hastighed, frekvens og tidspunkt vil alt andet lige alle medføre ændringer i transporterne.

Transportindikatorer

Den vigtigste indikator for en øget miljøbelastning fra godstransporten er trafikarbejdet – hvor mange kilometer der køres med lastbilerne. Jo større trafikarbejde desto større belastning af miljøet i form af CO₂, luftforurening, støj og ulykker. Trafikarbejdet kan imidlertid stige af forskellige grunde, som det ses af følgende relation:

$$\text{Trafikarbejde} = \text{Godsmængde} * \text{Gennemsnitlig Transportafstand} / \text{Gennemsnitlig Last}$$

Der er tre mulige forklaringer på et stigende trafikarbejde:

- den samlede godsmængde kan stige
- transportafstanden kan stige
- godsmængden pr. transportenhed kan falde

Der vil altså kunne forventes en ændring i transportens miljøbelastning som konsekvens af logistiske ændringer, hvis der forekommer:

- ændringer i godsmængderne
- ændringer i transportafstanden
- ændringer i transportefficiens (målt som last pr. læs)
- ændringer i transportmiddelvalget

Det er disse ændringer der er blevet søgt i det videre arbejde.

Erfaringer fra danske virksomheder

I projektet er ændringerne i logistikken blevet undersøgt i en række virksomheder. Undersøgelserne har haft til formål at belyse, i hvilken grad og form ændringerne i logistiksystemerne er blevet implementeret, og at beskrive hvordan de har haft betydning for virksomhedens miljøbelastning i relation til transport.

På baggrund af kontakter til brancheorganisationer, søgning på Internettet, søgning i relevante artikeldatabaser og tidligere samarbejdsvirksomheder blev 150 virksomheder kontaktet. Ud af disse virksomheder indvilgede 49 i at gennemføre anonyme telefoninterviews om logistiske ændringer i virksomheden. Ud af de 49 virksomheder, der blev interviewet, var der 7, som var relevante og som ville deltage i en grundigere gennemgang af logistikken.

Virksomhederne kan derfor ikke betragtes som repræsentative for danske virksomheder. Men de fleste hører til blandt de mest fremsynede og udviklede, hvad angår transport, logistik og miljø og repræsenterer dermed 'best practice' inden for området. Dette må tages i betragtning, når undersøgelsesresultater skal vurderes.

Det viste sig at være vanskeligt at finde dokumentation for udviklingen i transporten og logistikken i virksomhederne. For det første forstod kontaktpersonerne i virksomhederne ikke de teoretiske logistiske begreber. For det andet var der kun få virksomheder, der fandt det interessant at beskrive og dokumentere ændringer i transporten. For det tredje havde ændringerne i vareflowet generelt lange og "mudrede" forløb, der implicerer mange og forskelligartede tiltag og ændringer.

Disse resultater svarer godt til tidligere analyser af transportsektoren, der har peget på at sådanne løbende forandringsprocesser, også kaldet inkrementelle innovationer (Drewes Nielsen & Sornn Friese, 1997) er karakteristiske for branchen. Dette medførte, at der var vanskeligheder med at få virksomheder til at deltage i undersøgelsen, og at de virksomheder, der deltager i undersøgelsen er de, der er mest bevidste om sammenhænge mellem transport og miljø.

De logistiske ændringer og deres miljøkonsekvenser

I dataindsamlingen har der været fokuseret på fire logistiske principper, som blev identificeret i projektets første fase, nemlig Just-in-time, Efficient Consumer Response, Centralisering af lagerstruktur og Postponement.

Just-in-time: Just-in-time er efterhånden et gammelt kendt sæt af principper. Af særlig interesse her er den del af Just-in-time der fokuserer på at mindske lageromkostningerne ved at råvarer og halvfabrikata først modtages i produktionen, når de skal bruges.

Efficient Consumer Response: Ved Efficient Consumer Response udnyttes effektive informationsflow til at effektivisere en efterspørgselsdrevet forsyningskæde. Ved ECR produceres produktet ikke førend det er købt af kunden.

Centralisering af lagerstruktur: Ved at centralisering af lagerstrukturene opnås der stordriftsfordele og dermed mindske lageromkostningerne.

Postponement: Ved Postponement udskydes dele af færdiggørelsen af et produkt til så sent i produktionskæden som muligt. Herved minimerer virksomhederne restlagere og udskyder produktionsomkostningerne.

De fire begreber er udvalgt ud fra en antagelse om, at de har indflydelse på organisering og omfang af transporten. I udvalget har vi også taget udgangspunkt i resultater fra andre undersøgelser, der peger i denne retning (TRILOG, REDEFINE). Principperne er velbeskrevne i den logistiske faglitteratur og vi havde en formodning om at de kunne 'genfindes' i de undersøgte virksomheder.

Som forventet har det ikke været muligt at finde eksempler på de rendyrkede logistikløsninger. De logistiske principper kan dog findes i tilpassede former flere steder. Generelt har de ikke været gennemført som samlede principper (filosofier). Deres optræden skyldes i højere grad, at de fremkommer som udtryk for sund fornuft ved imødekomme af kundekrav og ved planlægning af produktionen og arbejdsgange.

Det er forholdsvis kompliceret at bestemme de logistiske omlægningernes betydning for miljøet. Omlægningerne indgår ofte i en kompleks udvikling, hvor en række udviklinger gennemføres sideløbende over en længere periode. Hermed kan det være vanskeligt at isolere effekten fra den enkelte ændring. Hertil kommer, at virksomhederne generelt har et meget sparsomt datagrundlag for de forhold, som har betydning for godstransportens miljøbelastning. Det er derfor nødvendigt at basere vurderingerne på nogle standardiserede antagelser på baggrund af virksomhedernes oplysninger. Antagelserne er efterfølgende blevet drøftet og godkendt af virksomhederne.

Centralisering af lagerstrukturer

Formålet med centraliseringen af lagrene har været at reducere lageromkostningerne i form af udgifter til lagerplads, administration, lagerbundet kapital og arbejdskraft. Udgifterne reduceres som følge af de stordriftsfordele, der kan opnås på centrallagrene. Der findes forskellige grader af centralisering af lagerstrukturen, i nogle tilfælde bliver de decentrale lagre lukket, i andre bliver varemængderne blot mindsket.

To af virksomhederne har nedlagt deres decentrale lagerfunktioner, så alle varer i dag sendes direkte fra et centrallager til kunderne. Resultatet af omlægningerne er vidt forskellig. I den ene virksomhed medførte centraliseringen ikke hyppigere hasteforsendelser. Dette skyldes at leveringstiden ikke er en væsentlig konkurrenceparameter for denne virksomhed. I den anden virksomhed medførte centraliseringen af lagerstrukturen, at omfanget af dårligt konsoliderede "ambulancekørsler" i dag er øget. I denne virksomhed er leveringstiden en meget væsentlig konkurrenceparameter.

To andre virksomheder har mindsket antallet af varenumre og vareenheder på deres decentrale lagre. Begge virksomheder har dog kombineret dette med meget effektive lager- og indkøbsstyringssystemer, så der ikke er kommet et øget antal af hasteforsendelser.

Miljøvurderingerne af centraliserede lagerstrukturer viser, at konsekvenserne af omlægningerne i høj grad afhænger af, om omlægningerne kan indarbejdes i transportudbyderens transport. Hvis transportøren har et fintmasket distributionssystem med et godt godsgrundlag, vil der i mange tilfælde kunne opnås et reduceret transportarbejde på grund af mindsket omvejskørsel. Hvis derimod transportøren har et grovmasket transportnet med et dårligt godsgrundlag, øges risikoen for mange hasteforsendelser.

Anvendes der centrale lagerstrukturer i systemer med korte leveringsfrister og mange hasteforsendelser øges risikoen for dårligt konsoliderede forsendelser.

Undersøgelsen viser desuden at en anden vigtig forudsætning for at centraliseringen af lagerstrukturerne ikke kommer til at betyde mere trafikarbejde er en hurtig og effektiv kommunikation.

Just-in-time

I de fleste virksomheder er der taget initiativ til at reducere lagrene for råvarer og halvfabrikata. Systemerne har generelt fungeret i længere tid og de fleste "børnesygdomme" ved etableringerne af princippet er derfor overstået. Dette kan være en af årsagerne til at de undersøgte virksomheder stadig har lagre, som sikrer, at der er tilstrækkelig med råvarer til, at en sending kan være forsinket, uden at produktionen går i stå.

I en af virksomhederne er der etableret et system så der automatisk bestilles varer hjem, når antallet af en bestemt vare er nået ned på et bestemt niveau. Niveaue for hvornår der hentes varer hjem er tilpasset til den allerede eksisterende frekvens for leverancer. Desuden er det kvantum, der bestilles hjem pr. gang, så stort, at det svarer til det forventede forbrug indtil den næste ordinære leverance.

De undersøgte virksomheders anvendelse af Just-in-time afføder ikke væsentlige mængder af dårligt konsoliderede forsendelser, hastesendinger eller lignende. Der er ikke fundet eksempler på øget hyppighed i hasteforsendelser på grund af reduceret råvarelager. Dette skyldes, at virksomhederne nok ønsker at minimere lageromkostningerne, men er opmærksomme på, at mangelsituationer er meget dyre. Derfor er der indarbejdet en margin i lageret, så almindelige forsinkelser ikke betyder produktionsstop. Generalstrejker som den i 1999 eller blokader opstår så sjældent (i Danmark), at det ikke har været vurderet som en væsentlig begrundelse for ikke at mindske lageret. Disse situationer forventes også at have marginal betydning for transportens samlede miljøbelastning.

Efficient Consumer Response

Virksomheder etablerer Efficient Consumer Response for at give kunden de varer, som kunden ønsker, når kunden ønsker det og samtidig undgå store udgifter til lager. De nye teknologiske muligheder for at reagere hurtigt på kundernes køb bliver udnyttet af næsten alle virksomheder i undersøgelsen.

Konsekvenserne for transporterne er meget forskellige. En virksomhed er i dag udelukkende ordreproducerende, hvor den tidligere til en vis grad var lagerproducerende. Ændringerne har betydet, at mulighederne for at konsolidere godset er reduceret, idet der sendes flere hasteforsendelser.

I en anden virksomhed bliver salget daglig registreret, og der bliver bestilt varer hjem til næste dag. Denne høje frekvens skyldes ikke kortere levetid for varerne men ønsket om at undgå lagerudgifter. Hvis virksomheden ville acceptere "mindre" effektiv reaktion på køb af en vare, ville frekvensen for transporterne kunne reduceres.

I en dagligvarevirksomhed er der etableret et lignende system, men i dette tilfælde er dag-til-dag leverancer en nødvendighed på grund af varernes korte holdbarhed. Her må det derfor vurderes at Efficient Consumer Response ikke er årsagen til den høje frekvens.

Efficient Consumer Response øger risikoen for mangelsituationer og øget risiko for "ambulancetransport" af hasteforsendelser. I nogle tilfælde kan det konstateres, at der bliver sendt flere hasteforsendelser og i andre tilfælde øges frekvensen af transporterne. De uheldige konsekvenser af Efficient Consumer Response opstår, når den hurtige reaktion på kundens ønsker sker på bekostning af den tid, der er til at planlægge og gennemføre transporten. I disse tilfælde medvirker ændringerne til at godset ikke kan konsolideres optimalt.

Postponement

Postponement er ikke særlig kendt som begreb, men findes dog i nogle tilfælde i casevirksomhederne. Begrebet er et relativt nyt i den logistiske faglitteratur og anvendes af såkaldte 'leading edge' virksomheder. Eksemplerne fra undersøgelsen har alle haft karakter af tredjepartslogistik.

En virksomhed har overladt transport, lager og pakning til transportøren. Ved omlægningen forventes det, at transportarbejdet kan mindskes dels fordi færdigpakningen først sker i sidste led før kunden, dels fordi transportøren får gode muligheder for at konsolidere transporten.

I et andet tilfælde har virksomheden lejet sig ind på transportørens lager, hvor virksomhedens medarbejdere samler de modulopbyggede produkter umiddelbart før de afsendes til kunden. I dette tilfælde kan det ikke forventes, at transporten bliver væsentlig ændret.

Postponement, i de former vi har kunnet registrere dem, har haft positiv eller ingen betydning for transportens miljøbelastning. Det øgede samarbejde, der ligger i postponementløsningerne, giver bedre mulighed for at koordinere transportopgaverne med andre opgaver, planlægge transporterne og pakke godset optimalt.

Opsamling

Miljøbelastningen fra en omlægning af logistikken afhænger af hvordan den er tilpasset til virksomhederne. Dermed kan undersøgelsen sætte fokus på McKinnons fjerde beslutningsniveau: management af transportressourcer. Omlægningen af de logistiske principper udvikles sideløbende med omlægningen af transportens omfang og organisering. I projektets afsluttende faser vil der derfor blive sat fokus herpå. På baggrund af erfaringerne i virksomhederne, en workshop og tidligere arbejder med transport og miljøforhold er der i 3. del af projektet blevet opstillet en række handlemuligheder, som virksomhederne kan anvende for at afbøde de negative transport- og miljømæssige konsekvenser af at ændre transport- og distributionsmønstret.

I undersøgelsen har der været en gennemgående omlægning i den logistiske struktur, der har påvirket alle virksomhederne. Der tales ofte om en øget internationalisering af markedet. Set ud fra et transport og miljøperspektiv er internationaliseringen kun en del af en mere generel spredning af handelsstrukturen. Spredningen af logistik- og handelsstrukturen ses både på lokalt, regionalt, nationalt og internationalt plan.

Spredningen af aktiviteter kan ses i alle de virksomheder, der er blevet undersøgt. I nogle eksempler servicerer virksomheden i dag hele det danske marked fra et center, hvor det tidligere blev gjort fra to eller tre centre. I andre tilfælde handler virksomheden i dag på det nordiske marked som et hjemmemarked, hvor markedet tidligere var begrænset til Danmark. Endelig er der en virksomhed, der i dag sender 10-15% af deres produktion til Fjernøsten, hvor de for ganske få år siden kun producerede til det nordeuropæiske marked.

Det samlede transportarbejde fra den sidst nævnte virksomhed er (alt andet lige) firdoblet ved opbygningen af det Fjernøstlige marked. Lignende konsekvenser kan ses i de andre tilfælde. Den øgede spredning har i alle tilfælde medført at transportarbejdet og trafikarbejdet er blevet øget. Der findes ikke løsninger, der kan forhindre at spredningen af markedet medfører øget transportarbejde. Der kan tages initiativer til at reducere de uheldige konsekvenser f.eks. ved omlægning til mindre miljøbelastende transportformer. Men længere transport af varer vil generelt betyde mere miljøbelastning.

Kilder

Demkes, R. (1999): TRILOG-Europe. End Report. TNO-report, Inro/Logistiek 2000-16. 1999. TNO, Department of Logistics, EU Directorate-General Transport.

Drewes Nielsen, Lise & Henrik Sornn-Friese (red.) (1997): Transportvirksomheders relationer - en socioøkonomisk analyse. Transportrådet 97-07. Hovedrapport og bilagsrapport. Transportrådet.

McKinnon, A C (1998): 'Logistical Restructuring, Freight Traffic Growth and the Environment' in Banister, D (ed): Transport Policy and the Environment London. Routledge.

Nederlands Economic Institute (1999): REDEFINE Summary Report: Relationship between demand for freight transport and industrial effects.