

LTM VERS. 1.1

Titel: Dokumentation af godsmodel

Dok. nr.: 35245-001

Rev.: 0

Udarbejdet: Christian Overgård Hansen

18. november 2015

Kontrolleret: COH

Godkendt: COH

Indhold

1	Indledning.....	2
2	Krav og begrænsninger.....	2
3	Segmenteringer.....	3
3.1	Zonesystem.....	3
3.2	Varegrupper.....	3
3.3	Transportmidler.....	4
3.4	Godsmatricer.....	5
4	Modelstruktur.....	8
4.1	Handelsmodel.....	8
4.2	Logistikmodel.....	8
4.3	Rutevalgsmødeller.....	10
5	Regneeksempler.....	10
5.1	Vækst i BNP på 10%.....	10
5.2	Km-omkostning med lastbil forøget med 10%.....	11
5.3	Timeomkostning med lastbil forøget med 10%.....	11
5.4	Km-omkostning på bane forøget med 20%.....	12
5.5	Timeomkostning med tog forøget med 10%.....	12
5.6	Sejlmkostninger reduceret med 20%.....	13
5.7	Omkostninger ved løft med bane reduceret med 50%.....	14
6	Referencer.....	14

1 Indledning

Notatet beskriver godstrafikmodellen, der indgår som en del af Landstrafikmodellen (LTM) version 1.1. Godsmodellen omfatter tre typer af delmodeller (handelsmodel, logistikmodel og rutevalgsmodeller) og beskriver nationale, internationale og transittransporter igennem Danmark.

I afsnit 2 beskrives krav, som har dannet grundlag for design af godsmodellen. Afsnittet indeholder også begrænsninger i anvendelse af godsmodellen. Afsnit 3 omhandler segmenteringer i modellen eksempelvis varegrupper. Modelstruktur og delmodeller er beskrevet i afsnit 4. Afsnit 5 indeholder beregningseksempler, som illustrerer modellens følsomheder overfor nogle centrale variabler.

2 Krav og begrænsninger

Det er Danmarks første generelle landsdækkende godstrafikmodel, idet tidligere modeller primært har været korridor-modeller (Storebælt, Øresund og Femern Bælt), formålsspecifikke modeller f.eks. GORM (Holmblad, 2008) og Senex (Transport- og energiministeriet, 2005) eller modeller for lastbiltrafik f.eks. LDK (TetraPlan, 2004).

Der blev før design af modellen opstillet en række krav. Den skulle således kunne svare plausibelt på et bredt spektrum af spørgsmål eksempelvis konsekvenser af:

- Forventet økonomisk udvikling.
- Infrastrukturudbygning (f.eks. nye veje, havne og baner, nye større terminaler og lagre).
- Transportpolitik (f.eks. vejafgifter og ændring af transportomkostninger inkl. lager- og distributionsomkostninger).
- Nye typer af service (f.eks. nye færge- og containerruter og introduktion af modulvogntog).

For at kunne belyse effekter af ovenstående tiltag er det nødvendigt at medtage alle typer af godstransport relateret til Danmark, hvilket omfatter:

- Nationale transportere indenfor Danmarks grænser.
- Internationale transportere mellem Danmark og udlandet.
- Transit transportere igennem og udenom Danmark.

Resultaterne i form af konsekvensberegninger foreligger som belastninger i transportmiddelopdelte net (f.eks. lastbiler på vejnettet, tonkm, eller godsmængde med skibsruter) og dels som godsmængder mellem geografiske områder opdelt på varegrupper. Modellen belyser dermed ændringer i den geografiske og varemæssige sammensætning af godstransport og fordeling på transportmiddel.

Da datagrundlaget til beskrivelse af godstransport er meget mangelfuldt og utilstrækkeligt til opfyldelse af ovenstående krav, blev der gennemført enkelte dataindsamlinger i forbindelse med udvikling af modellen. Det omfattede bl.a. kortlægning af den internationale lastbiltrafik over Østersøen. Indsamling og bearbejdning af data er beskrevet i bl.a. Overgård (2012) og Tønning og Overgård (2010).

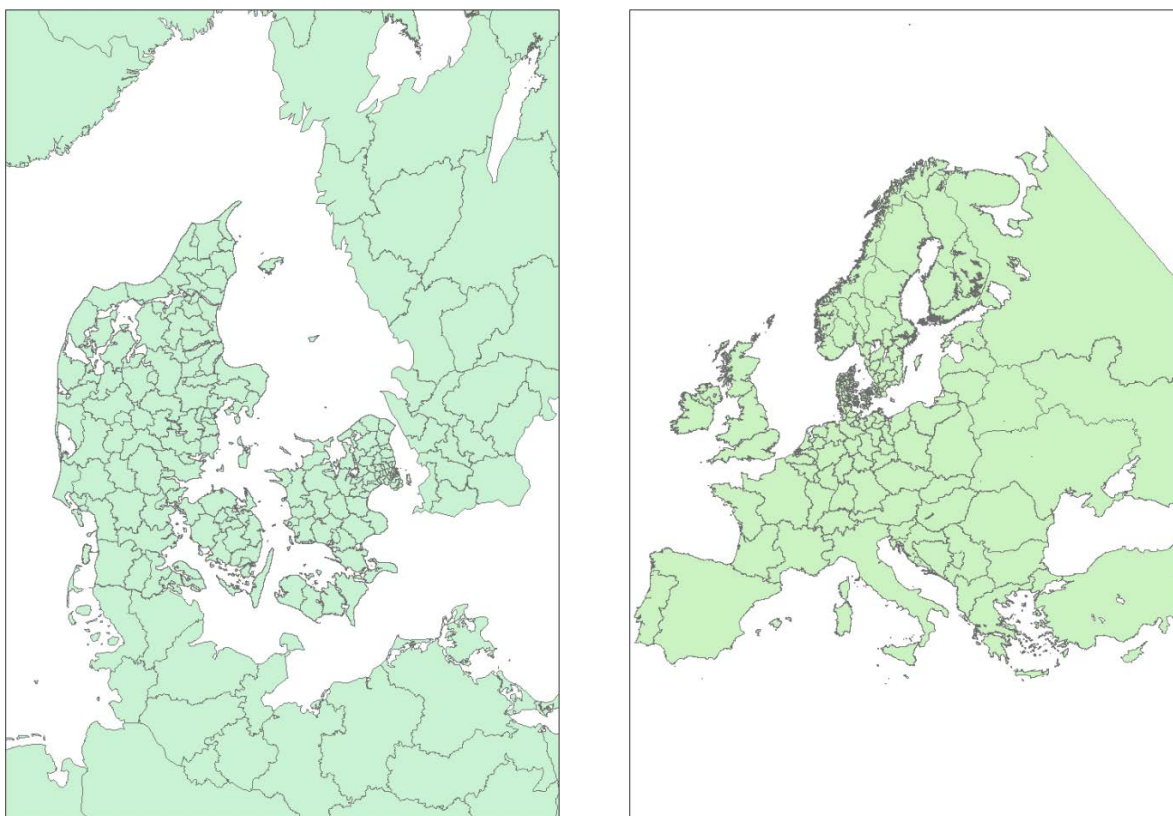
Det er dog trods ny dataindsamling således, at datagrundlaget for godsmodellen fortsat er meget spinkelt sammenlignet persontrafik. Det medfører begrænsninger i anvendelse af modellen og større usikkerheder i resultater fra godsmodellen.

Godsmodellen vil ikke kunne belyse detaljerede godsbevægelser i f.eks. terminalområder. Der kan være meget store relative usikkerheder i belastninger på vejstrækninger, banestrækninger og skibsruter. Det kan f.eks. skyldes, at der er få lastbiler, eller modellen ikke er tilstrækkelig præcis til at kunne beregne valg af havn og skibsroute.

3 Segmenteringer

3.1 Zonesystem

Modellen anvender en opdeling af Danmark i 176 zoner svarende til underopdelinger af kommuner. Europa udenfor Danmark opdeles i 119 zoner med den største detaljering i Nordtyskland og Sydsverige. Den øvrige del af verden inddeles i 56 portzoner, så modellen i alt anvender en opdeling i $176 + 119 + 56 = 351$ zoner. Figur 1 viser zonesystemet som anvendes i godsmodellen.



Figur 1 Zonesystem i godsmodellen

Der anvendes et andet og mere detaljeret zonesystem for persontrafik i LTM 1.1. Det er indenfor Danmark en underopdeling af godsmodellens zoner, mens der udenfor Danmark ikke er nogen entydig sammenhæng mellem de to zonesystemer. Der er i LTM 1.1 udarbejdet nøgler mellem de to zonesystemer for at kunne håndtere dette. Eksempelvis nedbrydes lastbilture til persontrafikmodellens zonesystem, så lastbiler kan udlægges samtidigt med person- og varebiler i vejnettet.

3.2 Varegrupper

Modellen anvender en opdeling i 21 varegrupper baseret på NST2007. Det er i forhold til NST2007 valgt at underopdele gruppe 2 og 3. Gruppe 2 er blevet opdelt i to nye varegrupper - faste og ikke faste materialer. Det er desuden vurderet, at gruppe 3 også er nødvendig at opdele, da denne gruppe ellers ville blive meget stor tonmæssigt. Gruppe 3 opdeles i tre nye grupper: malm, sten, sand, grus osv. og gødning. Den sidste gruppe indeholder både naturligt og kemisk gødning.

Varegrupperne fremgår af tabel 1.

ID	Beskrivelse
1	Produkter fra landbrug, jagt og skovbrug; fisk og fiskeprodukter
2	Stenkul og brunkul
3	Metalmalm samt uran og thorium
4	Fødevarer, drikkevarer og tobaksprodukter
5	Tekstiler og beklædningsartikler; læder og lædervarer
6	Træ og varer af træ og kork (undtagen møbler) papirmasse, papir og papirvarer
7	Koks og raffinerede mineralolieprodukter
8	Kemiske produkter og kemofibre (undtagen gødningsstoffer); gummi- og plastprodukter
9	Andre ikke-metalholdige mineralske produkter
10	Metal; færdige metalprodukter, undtagen maskiner og udstyr
11	Maskiner og udstyr i.a.n.; kontormaskiner og computere; elektriske maskiner og apparater
12	Transportmidler
13	Møbler; andre færdigvarer i.a.n.
14	Sekundære råmaterialer; kommunalt affald og andet affald
15	Breve, pakker
16	Udstyr og materiel til godstransport
17	Gods, der flyttes i forbindelse med privat flytning og kontorflytning
18	Samlegods: En blanding af forskellige typer gods, som transporteres samlet
21	Råolie og naturgas
22	Gødning (naturligt og kemisk)
23	Sten, sand, grus, ler, tørv, salt og andre produkter fra råstofudvinding i.a.n.

Tabel 1 Varegrupper i godsmodellen

3.3 Transportmidler

Modellen omfatter godstransport med varebil, lastbil, tog og skib. Derimod medtages flytransport ikke, da det udgør meget små mængder.

Der anvendes en opdeling i forskellige typer af vare- og lastbiler, som fremgår af tabel 2. Tabellen beskriver kapacitet og kørselsomkostninger pr. lastbiltype, som det anvendes i modellen for basisåret 2010. Resultatet fra godsmodellen udskrives opdelt på 6 vare- og lastbiltyper. Sololastbiler over 12 ton lægges sammen til en gruppe. Det samme foretages for lastbiler med anhænger.

ID	Vare- og lastbilart	Agg. klasse	Kapacitet (ton)	Omkostninger (Dkr.) pr.			
				Løft	Km	Time på vej	Time på færges
1	Varebil	1	1,5	4	2,65	170,1	68,04
2	Sololastbil 6-12t	2	2	6	3,08	187,22	74,89
3	Sololastbil 12-18t	3	3	7	3,39	195,91	78,36
4	Sololastbil 18-26t	3	7	9	5,53	248,17	99,27
5	Lastbil m/hænger 12-18t	4	7	14	3,83	242,04	96,82
6	Lastbil m/hænger o. 18t	4	10	18	6,32	309,45	123,78
7	Sættevognstog	5	20	12	6,65	364,27	145,71
8	Modelvognstog	6	24	55	9,64	384,72	153,89

Tabel 2 Kapacitet og enhedsomkostninger for lastbiler (2010-priser)

Der anvendes en opdeling i 4 forskellige typer af tog (kombineret transport og tre typer af konventionelle tog) og 5 forskellige skibstyper (ro/ro, container og tre konventionelle skibstyper). Kapacitet og enhedsomkostninger, som anvendes i modellen for 2010, fremgår af tabellerne 3 og 4.

ID	Togtype	Kapacitet (ton)	Omkostninger (Dkr.) pr.		
			Løft	Km	Time
1	Konventionel systemtog	1900	100	150	4500
2	Konventionel systemtog - kort	558	45	45	1900
3	Konventionel systemtog - mellem	837	45	60	3100
4	Kombi-tog	1500	35	120	4200

Tabel 3 Kapacitet og enhedsomkostninger for tog (2010-priser)

ID	Skibstype	Kapacitet (ton)	Omkostninger (Dkr.) pr.		
			Løft	Km	Time
1	Konventionelskib 0-10.000 DWT	4300	25	45	1700
2	Konventionelskib 10-50.000 DWT	29000	16	136	3500
3	Konventionelskib o. 50.000 DWT	140000	20	312	8700
4	Containerskib	26000	32	106	5300
5	Ro/Ro-skib	7900	37	135	5200

Tabel 4 Kapacitet og enhedsomkostninger for skib (2010-priser)

3.4 Godsmatricer

Godsmodellen producerer følgende typer af matricer:

- OD-matrix som beskriver lastbilture pr. lastbiltype mellem zonepar.
- OD-matrix som beskriver godsmængder pr. varegruppe opdelt på transportmiddel mellem zonepar.
- PC-matrix som beskriver godsmængder pr. varegrupper retningsorienteret fra produktionszone til forbrugszone.

En OD-matrix beskriver de enkelte deltransporter i en transportkæde f.eks. opløses transportkæden lastbil-bane-lastbil i tre deltransporter lastbil, bane og lastbil. PC-matrix beskriver godsmængder for den samlede transportkæde. Derudover er varestrømmen retningsorienteret fra produktionssted (P) til forbrugssted (C), da det bedre repræsenterer den økonomiske handelsrelation, som er grundlaget for varetransport.

Der er opstillet godsmatricer for 2010 (basismatricer), som er basisåret. De benyttes i pivot-point korrektioner, således at de modelberegnedes resultater justeres i forhold til basismatricerne. Udarbejdelse af basismatricerne er beskrevet i bl.a. Overgård (2012).

Tabel 5 viser varestrømme i PC-matrix angivet som ton pr. hverdagsdøgn opdelt på landerelationer. Den store godsmængde mellem Norge og EUC skyldes olie og naturgas. Træ, malm og olieprodukter bidrager til de store mængder mellem Sverige/Finland og EUC.

Tabel 6 viser varestrømme i PC-matrix angivet som ton pr. hverdagsdøgn opdelt på varegrupper. Det bemærkes, at varegrupperne 21, 7 og 6 står for 40% af den totale godsmængde mellem P og C.

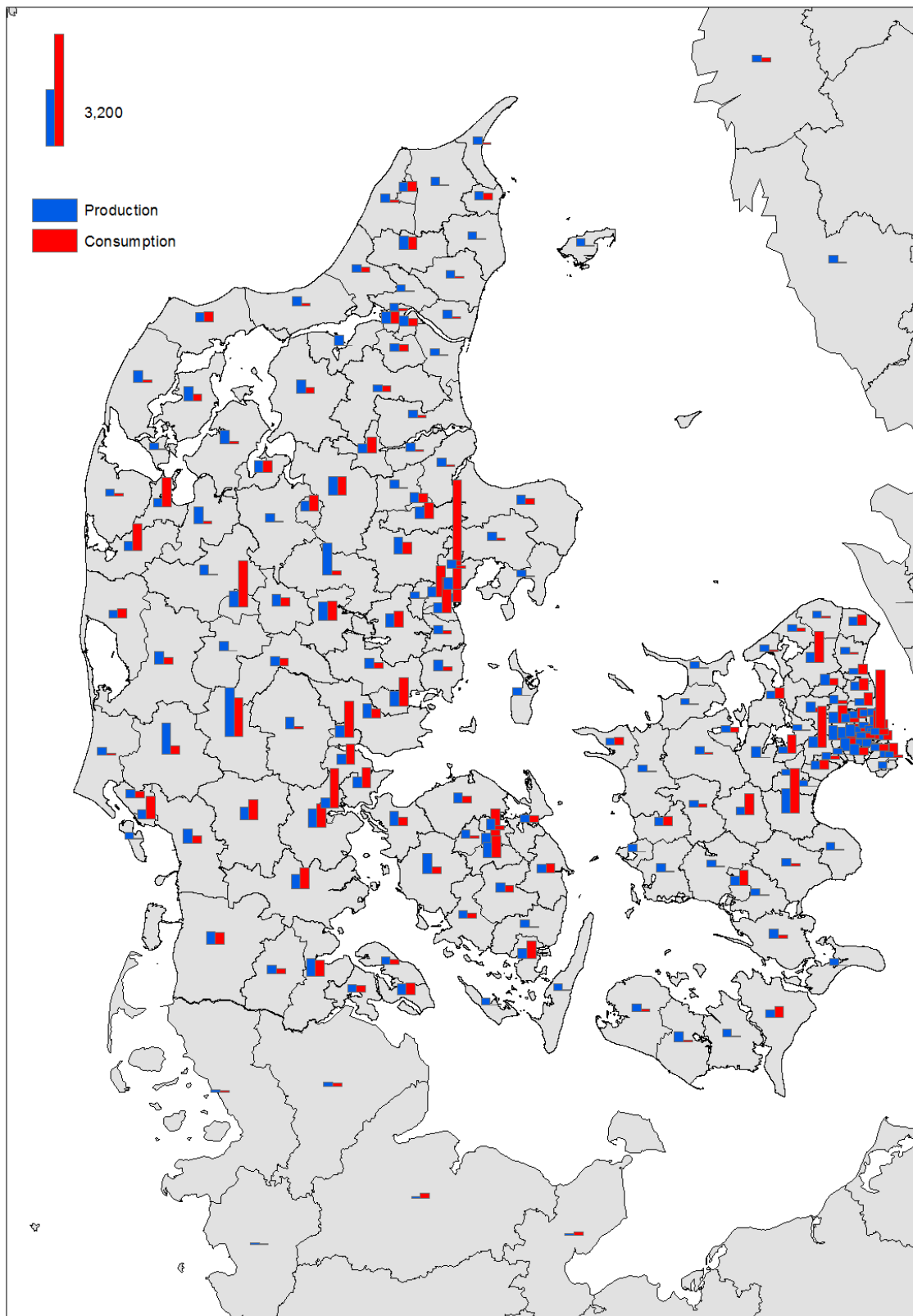
Figur 2 viser som eksempel produktion og forbrug (ton pr. hverdagsdøgn i 2010) indenfor varegruppe 13 (færdigvarer) opgjort for zoner i Danmark. Det viser, at forbruget af færdigvarer er størst i byområder, mens produktionen ikke er særlig knyttet til byområder. Figuren omfatter både nationale og internationale varestrømme. Eksempelvis kan forbruget i figuren stamme fra produktion udenfor Danmark.

PC-relation	Ton
Nationalt indenfor Danmark	356.714
Denmark – Sverige	43.948
Denmark – Norge	30.741
Danmark – Finland	7.831
Danmark - EUC	168.812
Sverige – EUC	357.678
Norge – EUC	606.630
Finland – EUC	392.824
Denmark – oversøiske lande	39.271
Sverige/Norge/Finland – oversøiske lande	46.429
I alt	2.050.879

Tabel 5 PC-varestrømme i ton pr. hverdagsdøgn i 2010 mellem geografiske områder

ID	Description	Ton
1	Produkter fra landbrug, jagt og skovbrug; fisk og fiskeprodukter	162.299
2	Stenkul og brunkul	78.287
3	Metalmalm samt uran og thorium	60.144
4	Fødevarer, drikkevarer og tobaksprodukter	120.762
5	Tekstiler og beklædningsartikler; læder og lædervarer	14.602
6	Træ og varer af træ og kork (undtagen møbler) papirmasse, papir og papirvarer	194.356
7	Koks og raffinerede mineralolieprodukter	251.984
8	Kemiske produkter og kemofibre; gummi- og plastprodukter	147.474
9	Andre ikke-metalholdige mineralske produkter	62.242
10	Metal; færdige metalprodukter, undtagen maskiner og udstyr	93.834
11	Maskiner og udstyr i.a.n.; kontormaskiner og computere; elektriske apparater	73.222
12	Transportmidler	18.978
13	Møbler; andre færdigvarer i.a.n.	79.973
14	Sekundære råmaterialer; kommunalt affald og andet affald	50.832
15	Breve, pakker	27.040
16	Udstyr og materiel til godstransport	998
17	Gods, der flyttes i forbindelse med privat flytning og kontorflytning	4.203
18	Samlegods: En blanding af forskellige typer gods, som transporteres samlet	11.451
21	Råolie og naturgas	397.102
22	Gødning (naturligt og kemisk)	34.325
23	Sten, sand, grus, ler, tørv, salt og andre produkter fra råstofudvinding i.a.n.	166.769
I alt		2.050.879

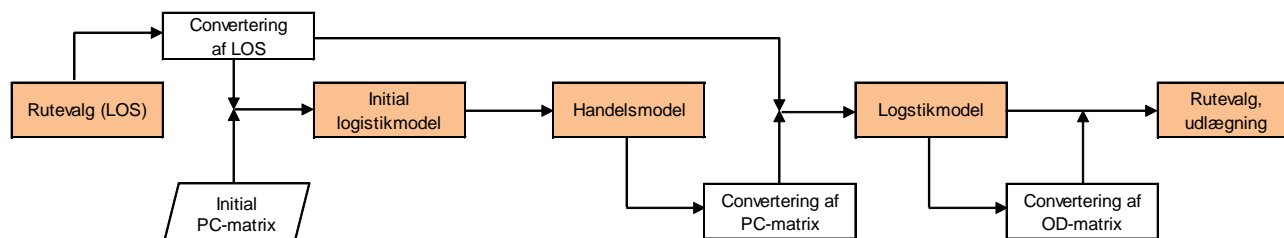
Tabel 6 PC-varestrømme i ton pr. hverdagsdøgn i 2010 opdelt på varegrupper



Figur 2 PC-varestrøm for varegruppe 13 (færdigvarer) til og fra zoner i Danmark

4 Modelstruktur

Godsmodellen indeholder overordnet set tre delmodeller: handelsmodel, logistikmodel og rutevalgsmodeller. De afvikles i en sekvens som illustreret i nedenstående figur.



Figur 3 Beregningsproces i godsmodellen

Der beregnes initialt transporttider og -omkostninger (LOS) for hvert transportmiddel ved hjælp af net og rutevalgsmodeller. Dernæst afvikles logistikmodellen, som producerer vægtet mål for tilgængelighed (logsum) til brug for handelsmodellen. Handelsmodellen beregner på basis af økonomiske forudsætninger og logsum varestreemme mellem zonepar. Det fødes til logistikmodellen, som beregner transportmiddel-opdelte transportkæder mellem zonepar. Det ombyrdes til OD-matrix pr. transportmiddel, som udlægges i net.

4.1 Handelsmodel

Handelsmodellen beregner for prognoseår varestreemme mellem P og C. Det omfatter fire beregningstrin:

1. Beregning af samlet produktion og forbrug
2. Fordeling af varestreemme mellem lande
3. Nedbrydning af varestreemme til modellens zoner
4. Pivotering i forhold til PC-matrix for basisår

Der beregnes for hver varegruppe en samlet produktion og forbrug for prognoseåret, som afhænger af prognoseåret og den forudsatte økonomiske udvikling (BNP). Det fordeles i det andet beregningstrin mellem lande ved hjælp af en gravitationsmodel, som anvender BNP for de to lande og en afstandsfunktion baseret på logsum fra logistikmodellen. Det nedbrydes i et separat beregningstrin til modellens zonesystem ved hjælp af regionaliserede BNP-værdier. Endeligt foretages en pivotering i forhold til PC-matrix for basisåret, så viden om varestreemene i basisåret udnyttes.

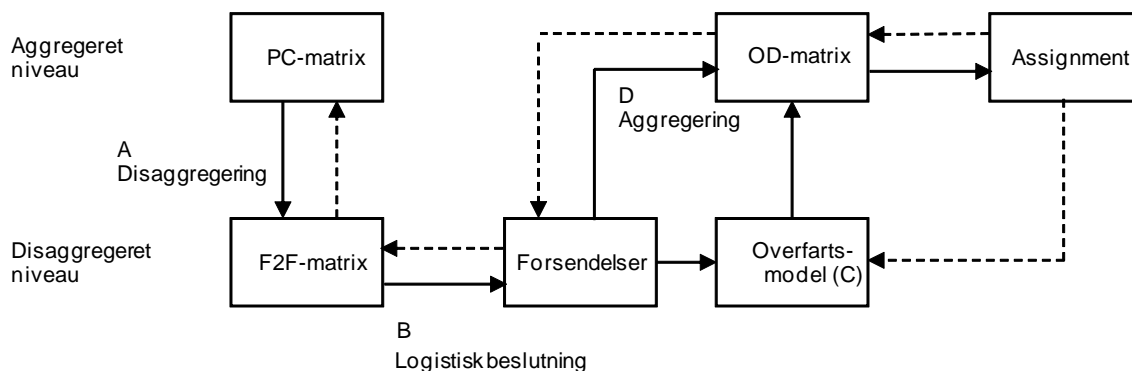
Det er således en forholdsvis simpel handelsmodel, hvor varestreemene primært drives af den forudsatte økonomiske udvikling. Den er endvidere primært estimeret på basis af udenrigshandelsstatistikker, da andre datakilder ikke har været tilgængelige på tidspunktet for udvikling af modellen.

4.2 Logistikmodel

Grundlæggende følger logistikmodellen principperne i den svenske og norske nationale godsmodel. Den er dog udvidet til også at omfatte valg af overfart over Østersøsnittet. Logistikmodellen får PC-matrix som input fra handelsmodellen og producerer OD-matricer til rutevalgsmodellerne. Logistikmodellen omfatter fire beregningstrin:

- A. Disaggregering af PC-varestreemme til firmaniveau
- B. Model for logistiske valg på firmaniveau
- C. Beregning af overfart over Østersøen
- D. Aggregering af transporter fra firmaniveau til OD-matricer

Figur 4 viser beregningsgangen fra aggregeret til disaggregeret niveau og tilbage til aggregeret niveau.



Figur 4 Beregningstrin i logistikmodellen

I beregningstrin A disaggregeres PC-matrix fra handelsmodellen til "firma-til-firma" (F2F) varestrømme, så den logistiske adfærd kan modelleres på "beslutningsniveauet". Det er en deterministisk model, hvor vare-mængder mellem to zoner underopdeles på basis af oplysninger fra erhvervsregister om antal virksomheder og deres ansatte opdelt på brancher. Der er således ikke tale om en reel observeret kortlægning af varestrømme mellem firmaer, men en syntetisk underopdeling til brug for disaggregeret logistisk beslutningsmodel. Da der i Danmark er knap 700.000 registrerede virksomheder, vil der alene med få relationer pr. virksomheder være millioner af F2F-relationer. Der anvendes derfor en "sample enumeration", hvor en stikprøve af F2F-relationer opregnes. Derudover forudsættes, at der for hver PC-relation kun findes en virksomhed udenfor Danmark.

Der foretages i den nuværende version af LTM ikke nogen fremskrivning af CVR. Det betyder, at der altid anvendes samme grundlag til disaggregering af varestrømme.

Beregningstrin B omfatter beslutninger vedrørende:

- Forsendelsesstørrelse og transporthyppighed
- Valg af lastbæreenhed f.eks. container
- Anvendelse af distributionscenter, terminal og havne
- Beregning af transportmiddelvalg for hver deltransport i transportkæden

Det forudsættes, at lokalisering kendes, så modellen alene bestemmer brugen af dem. Brugeren kan derfor i scenarier undersøge forskellig placering af distributionscentre, terminaler og havne.

Det er af hensyn til tidsplanen valgt at benytte samme metode, som anvendes i godsmodellerne i Sverige og Norge. Det vil sige, at de logistiske beslutninger modelleres på basis af en deterministisk minimering af de samlede logistiske omkostninger inklusiv omkostninger forbundet med brug terminaler og oplagring af gods (Overgård, 2010). Det er valgt, selvom erfaringer fra Sverige og Norge viser, at metoden kan risikere at beregne ulogisk store logistiske effekter af selv små ændringer i omkostninger og infrastruktur. Der pågår en udvikling af en model med stokastisk logistiske beslutninger, som vil forhindre sådanne u hensigtsmæssige effekter.

For de internationale transporter over Østersøsnittet fra den grønne landegrænse til Swinoujscie anvendes en overfartsmodel i tilknytning til logistikmodellen (beregningstrin C). Den integreres, så logistikmodellen beregner forsendelsesstørrelse, hvorefter overfartsmodellen beregner valg af transportmiddel og overfart.

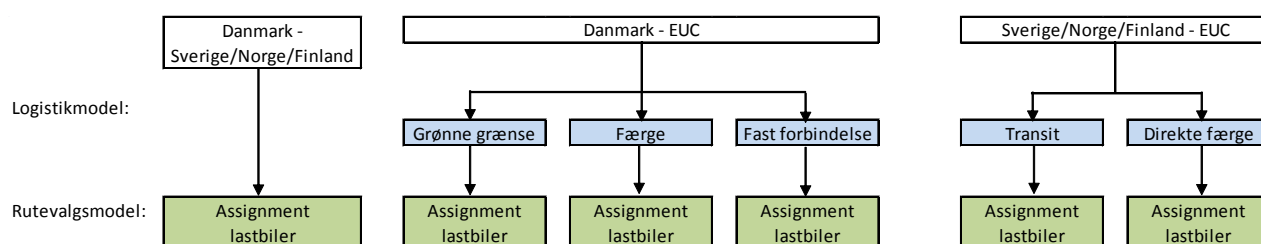
I beregningstrin D aggregeres til OD-matricer på basis af resultater fra beregningstrin B og C. Det vil sige matricer, som beskriver unimodale deltransporter mellem zoner. Dertil beregnes og tillægges tomkørsel med lastbil. OD-matricerne pivoteres i forhold til matricer for basisåret, før de udlægges i net.

Der er bilagt et teknisk notat "Logistic model Denmark - A report for DTU" udarbejdet af Significance, som beskriver datatabeller og brug af logistikmodellen.

4.3 Rutevalgsmodeller

Formålet med rutevalgsmodellerne er at udlægge de unimodale deltransporter fra logistikmodellen i net og beregne tider og omkostninger.

Indenlandske vare- og lastbilture udlægges simultant med person- og varebiler fra persontrafikmodellen. De internationale lastbilture udlægges ved hjælp af en restriktiv rutevalgsmodel, hvor logistikmodellen benyttes til beregning af valg mellem faste forbindelser og sæt af mulige færgeruter. Figur 5 illustrer, hvorledes de to modeller kombineres. Rutevalgsmodellen beregner samtidigt omkostninger og tider for overfartsalternativerne. Der fravælges af hensyn til kompleksitet og beregningstid at tage hensyn til trængsel på veje, således at tider som fødes fra rutevalgsmodellen til logistikmodellen ikke indeholder trængsel på vejene.



Figur 5 Metode ved udlægning af internationale lastbilture

Der skelnes mellem kombineret banetransport, som typisk følger faste køreplaner, og konventionel bane-transport, som tilrettelægges ud fra efterspørgsel. Gods med konventionel bane udlægges i net på basis af resultatet fra logistikmodellen, mens godsmængder mellem kombinerede baneterminaler følger direkte fra logistikmodellen. Det samme gælder skib, idet logistikmodellen beregner godsmængder mellem havne.

5 Regneeksempler

Der er gennemført beregninger for at undersøge godsmodellens følsomhed overfor ændringer i BNP og transportomkostninger. Konsekvenser af ændrede transportomkostninger er undersøgt ved at ændre enhedsomkostningerne i tabellerne 2-4. Dermed forudsættes, at rutevalgsberegningerne er uafhængige af enhedsomkostningerne. Beregningerne tager udgangspunkt i basisåret 2010.

5.1 Vækst i BNP på 10%

Tabel 7 viser resultat af en general fremskrivning af BNP på 10%. Det ses, at antallet af løftede ton stiger med 10%, og antallet af tonkm stiger med 11%. Det skal bemærkes, at tonkm er beregnet på basis af luftlinjeafstande mellem zoner og dermed kun tilnærmelsesvis viser den faktiske ændring.

Det ses, at antallet af løftede ton og tonkm stiger mest for skib. Det skyldes, at BNP-væksten påvirker varegrupper forskelligt og ændrer varestømme mellem zoner. Der er således en stor stigning i gods indenfor varegruppe 9 (ikke-metalholdige mineralske produkter) med skib.

	Ton pr. hverdagsdøgn				Mio. tonkm pr. hverdagsdøgn			
	Lastbil	Tog	Skib	I alt	Lastbil	Tog	Skib	I alt
Basis	789214	69782	1159134	2018130	244,0	105,3	2020,0	2369,4
Beregning	848826	74327	1289852	2213006	262,3	112,6	2254,6	2629,5
Ændring	59612	4545	130719	194876	18,3	7,2	234,6	260,1
Rel. Ændring	7%	7%	11%	10%	7%	7%	12%	11%

Tabel 7 Resultater ved stigning af BNP med 10%

5.2 Km-omkostning med lastbil forøget med 10%

Tabel 8 viser resultat af en stigning i km-omkostninger på 10% for vare- og lastbiler. Stigningen påvirker især de internationale transporter, idet antallet af løftede ton med lastbil indenfor Danmark kun reduceres med 1%. Det er dermed primært lange lastbiltransporter, som overflyttes. Det forklarer også det større fald i tonkm med lastbil. Væksten i den samlede antal løftede ton skyldes flere omladninger.

Da 90% af tonkm indenfor Danmark gennemføres med lastbil, betyder selv et lille fald i gods med lastbil forholdsvis store relative overflytninger af indenlandsk transport til tog og skib.

	Ton pr. hverdagsdøgn				Mio. tonkm pr. hverdagsdøgn			
	Lastbil	Tog	Skib	I alt	Lastbil	Tog	Skib	I alt
Basis	789214	69782	1159134	2018130	244,0	105,3	2020,0	2369,4
Beregning	753661	73364	1237911	2064936	209,1	112,2	2147,0	2468,3
Ændring	-35553	3582	78777	46806	-35	7	127	99
Rel. ændring	-5%	5%	7%	2%	-14%	7%	6%	4%

Tabel 8 Resultater ved stigning på 10% i km-afhængige kørselsomkostning med lastbil

Tabel 9 viser ændring i antal lastbilture og køretøjskm opdelt på lastbiltyper. Det er især ture og trafikarbejde med de større lastbiler, som reduceres. Det skyldes som nævnt overfor, at det især er internationale lastbilture, som påvirkes af den større km-omkostning.

	Ture pr. hverdagsdøgn					Mio. køretøjskm pr. hverdagsdøgn				
	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt
Basis	271262	152158	134095	94	557608	6,13	3,83	16,48	0,02	26,46
Beregning	269663	151680	128979	84	550407	6,11	3,69	13,68	0,02	23,49
Ændring	-1599	-478	-5115	-9	-7201	-0,02	-0,14	-2,80	0,00	-2,96
Rel. ændring	-1%	0%	-4%	-10%	-1%	0%	-4%	-17%	-6%	-11%

Tabel 9 Ændring i lastbilture og køretøjskm ved stigning på 10% i km-afhængige kørselsomkostning med lastbil

5.3 Timeomkostning med lastbil forøget med 10%

Tabel 10 viser resultat af en stigning på 10% i omkostninger forbundet med transporttid for vare- og lastbiler. Stigningen simulerer eksempelvis, at chaufførlønnen stiger. Det er igen især de internationale transporter, som påvirkes. Det er dermed primært lange lastbiltransporter, som overflyttes. Det forklarer også det større fald i tonkm med lastbil.

	Ton pr. hverdagsdøgn				Mio. tonkm pr. hverdagsdøgn			
	Lastbil	Tog	Skib	I alt	Lastbil	Tog	Skib	I alt
Basis	789214	69782	1159134	2018130	244,0	105,3	2020,0	2369,4
Beregning	763622	76628	1219871	2060122	214,2	114,8	2126,7	2455,7
Ændring	-25592	6847	60738	41992	-30	9	107	86
Rel. ændring	-3%	10%	5%	2%	-12%	9%	5%	4%

Tabel 10 Resultater ved stigning på 10% i tidsomkostning med lastbil

Tabel 11 viser ændring i antal lastbilture og køretøjskm opdelt på lastbiltyper. Der ses en stigning i ture, som udføres med sololastbiler og modulvogntog. Det skyldes, at nogle tidligere varebilture konsolideres til

sololastbisure, og ture med vogntog konsolideres til ture med modulvogntog for at spare tidsbaserede omkostninger.

	Ture pr. hverdagsdøgn					Mio. køretøjskm pr. hverdagsdøgn				
	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt
Basis	271262	152158	134095	94	557608	6,13	3,83	16,48	0,02	26,46
Beregning	265759	153864	129595	118	549336	6,13	3,68	13,69	0,03	23,53
Ændring	-5503	1706	-4500	25	-8273	0,00	-0,15	-2,79	0,01	-2,93
Rel. ændring	-2%	1%	-3%	27%	-1%	0%	-4%	-17%	37%	-11%

Tabel 11 Ændring i lastbisure og køretøjskm ved stigning på 10% i tidsomkostning med lastbil

5.4 Km-omkostning på bane forøget med 20%

Tabel 12 viser resultat af en stigning på 20% i kørselsomkostning på bane. Stigningen simulerer eksempelvis en stigende afgift på benyttelse af baneinfrastruktur. Det medfører primært en overflytning fra tog til skib. De største relative fald i benyttelse af tog forekommer internt i Danmark, hvor gods overflyttes til lastbil.

	Ton pr. hverdagsdøgn				Mio. tonkm pr. hverdagsdøgn			
	Lastbil	Tog	Skib	I alt	Lastbil	Tog	Skib	I alt
Basis	790133	69782	1159134	2019048	244,5	105,3	2020,0	2369,9
Beregning	790902	56753	1171167	2018823	246,7	83,6	2030,6	2360,9
Ændring	769	-13029	12034	-226	2	-22	11	-9
Rel. Ændring	0%	-19%	1%	0%	1%	-21%	1%	0%

Tabel 12 Resultater ved stigning på 20% i km-omkostning med tog

Tabel 13 viser ændring i antal lastbisure og køretøjskm opdelt på lastbiltyper. Der ses mindre stigninger i ture, som udføres med varebil, vogntog og modulvogntog. Da lastbil er dominerende i den indenlandske transport, fylder overflytninger fra bane relativt lidt i den samlede vejtransport.

	Ture pr. hverdagsdøgn					Mio. køretøjskm pr. hverdagsdøgn				
	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt
Basis	271262	152158	134095	94	557608	6,13	3,83	16,48	0,02	26,46
Beregning	271946	151681	134353	104	558084	6,09	3,83	16,73	0,03	26,68
Ændring	684	-476	258	10	476	-0,04	0,00	0,25	0,00	0,22
Rel. ændring	0%	0%	0%	11%	0%	-1%	0%	2%	14%	1%

Tabel 13 Ændring i lastbisure og køretøjskm ved stigning på 20% i km-omkostning med tog

5.5 Timeomkostning med tog forøget med 10%

Tabel 14 viser resultat af en stigning på 10% i omkostninger forbundet med transporttid på bane. Stigningen simulerer eksempelvis stigende personaleomkostninger i forbindelse med godstransport på bane. Det medfører primært en overflytning fra tog til skib. Det ses også at medføre et samlet fald, hvilket skyldes færre løft og flere direkte transporter uden brug af tog.

De største relative fald i benyttelse af tog forekommer internt i Danmark og mellem Danmark og de øvrige nordiske lande.

	Ton pr. hverdagsdøgn				Mio. tonkm pr. hverdagsdøgn			
	Lastbil	Tog	Skib	I alt	Lastbil	Tog	Skib	I alt
Basis	790133	69782	1159134	2019048	244,5	105,3	2020,0	2369,9
Beregning	790277	57295	1170311	2017884	245,8	83,5	2029,5	2358,8
Ændring	144	-12487	11178	-1165	1	-22	10	-11
Rel. ændring	0%	-18%	1%	0%	1%	-21%	0%	0%

Tabel 14 Resultater ved stigning på 10% i tids-afhængige omkostning med tog

Tabel 15 viser ændring i antal lastbilture og køretøjskm opdelt på lastbiltyper. Der ses som ovenfor mindre stigninger i ture, som udføres med varebil, vogntog og modulvogntog. Stigningen i transport med varebil skyldes formodentlig, at det især er de mindre forsendelser, som flyttes fra tog.

	Ture pr. hverdagsdøgn					Mio. køretøjskm pr. hverdagsdøgn				
	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt
Basis	271262	152158	134095	94	557608	6,13	3,83	16,48	0,02	26,46
Beregning	272371	151540	134216	98	558226	6,09	3,81	16,66	0,02	26,58
Ændring	1109	-618	121	5	617	-0,04	-0,02	0,18	0,00	0,12
Rel. ændring	0%	0%	0%	5%	0%	-1%	-1%	1%	8%	0%

Tabel 15 Ændring i lastbilture og køretøjskm ved stigning på 10% i tidsafhængige omkostninger med tog

5.6 Sejlmkostninger reduceret med 20%

Tabel 16 viser resultat af en reduktion på 20% i sejlmkostninger. Reduktionen simulerer eksempelvis mindre brændstofudgifter. Det medfører en overflytning fra lastbil og tog til skib. Det er næsten udelukkende internationale transporter, som påvirkes.

	Ton pr. hverdagsdøgn				Mio. tonkm pr. hverdagsdøgn			
	Lastbil	Tog	Skib	I alt	Lastbil	Tog	Skib	I alt
Basis	790133	69782	1159134	2019048	244,5	105,3	2020,0	2369,9
Beregning	785977	65337	1167040	2018354	242,5	98,6	2043,6	2384,6
Ændring	-4156	-4445	7906	-695	-2	-7	24	15
Rel. Ændring	-1%	-6%	1%	0%	-1%	-6%	1%	1%

Tabel 16 Resultater ved reduktion på 20% i sejlmkostning

Tabel 17 viser ændring i antal lastbilture og køretøjskm opdelt på lastbiltyper. Den primære effekt er overflytning af nogle internationale lastbilture og afkortning af lastbiltransporter. Stigning i ture med varebil og sololastbiler skyldes formodentlig kortere ture til og fra havn, således at der skiftes til hyppigere transporter med mindre køretøjer.

	Ture pr. hverdagsdøgn					Mio. køretøjskm pr. hverdagsdøgn				
	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt
Basis	271262	152158	134095	94	557608	6,13	3,83	16,48	0,02	26,46
Beregning	271319	152234	133037	97	556687	6,04	3,82	15,95	0,02	25,83
Ændring	56	77	-1058	4	-921	-0,08	-0,01	-0,53	0,00	-0,62
Rel. ændring	0%	0%	-1%	4%	0%	-1%	0%	-3%	7%	-2%

Tabel 17 Ændring i lastbilture og køretøjskm ved stigning på 20% i sejlmkostning

5.7 Omkostninger ved løft med bane reduceret med 50%

Tabel 18 viser resultat af en reduktion på 50% i omkostning til løft af gods med bane. Det simulerer eksempelvis en mere effektiv omlastning til og fra bane. Det medfører primært en overflytning fra skib til tog samt et større antal omlæsninger af godset. De største relative stigninger forekommer i den indenlandske transport med bane, hvor gods overflyttes fra lastbil til bane eller til kombination af bane og skib. Det vil sige, at tog overtager noget af til- og frabringstransport fra lastbil.

	Ton pr. hverdagsdøgn				Mio. tonkm pr. hverdagsdøgn			
	Lastbil	Tog	Skib	I alt	Lastbil	Tog	Skib	I alt
Basis	790133	69782	1159134	2019048	244,5	105,3	2020,0	2369,9
Beregning	789407	116250	1142180	2047838	226,9	151,2	2008,9	2387,0
Ændring	-725	46468	-16954	28789	-18	46	-11	17
Rel. Ændring	0%	67%	-1%	1%	-7%	44%	-1%	1%

Tabel 18 Resultater ved reduktion på 50% i omkostning til løft af gods med bane

Tabel 19 viser ændring i antal lastbilture og køretøjskm opdelt på lastbiltyper. Der ses generelt et fald i både antal ture og køretøjskm. Der er dog en lille stigning i ture med vogntog, mens køretøjskm med vogntog falder. Det er derfor sandsynligt, at direkte lastbiltransporter bliver overflyttet til kombinerede lastbil- og bane-transporter.

	Ture pr. hverdagsdøgn					Mio. køretøjskm pr. hverdagsdøgn				
	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt	Varebil	Sololastbil	Vogntog	Modul	I alt
Basis	271262	152158	134095	94	557608	6,13	3,83	16,48	0,02	26,46
Beregning	267185	151828	135593	67	554673	5,96	3,74	15,53	0,02	25,25
Ændring	-4077	-330	1498	-27	-2936	-0,17	-0,09	-0,95	-0,01	-1,21
Rel. ændring	-2%	0%	1%	-28%	-1%	-3%	-2%	-6%	-27%	-5%

Tabel 19 Ændring i lastbilture og køretøjskm ved reduktion på 50% til løft af gods med bane

6 Referencer

Holmblad, Mikal (2008). *En godstrafikmodel for Øresundsregionen – GORM 1.1. Model og beregninger. Trafikdage i Ålborg 2008*

Overgård, Christian (2010). *National godsmode. Trafikdage i Ålborg 2010*

Overgård, Christian (2012). *National godsmode vers. 1.0. Trafikdage i Ålborg 2012*

Significance (2014). *Logistic model Denmark – A report for DTU.*

Transport- og energiministeriet (2005). *Fremtidens godsstrømme – delprojekt 1. Kortlægning af godsstrømme og knudepunkter.*

TetraPlan (2004). *National godsmode. Modelopstilling og kalibrering. Dok. 1100631_001 af den 20.9.2004*

Tønning, Anders og Overgård, Christian (2010). *Dataindsamling til den nationale godsmode. Trafikdage i Ålborg 2010.*