

## Kapasitetutbud og etterspørsel i transportsektoren.

Av MAGNAR HENRIKSEN\*)

### *Innledning*

Den rivende tekniske utvikling som i de siste 20 år har gått for seg i transportsektoren, har ved siden av de store samfunnsmessige fordeler også brakt med seg alt vesentlige problemer og større krav til planleggingsprosessene. De økte hastigheter og den større presisjon som ny teknisk viten gjerne bringer med seg, får liten effekt og blir altfor kostbar å sette i drift hvis de ikke blir utnyttet og kan gi en tilsvarende inntektsdekning.

Som kjent produserer ikke servicenæringer for lager, hvilket betyr at deres rentabilitet avhenger direkte av kapasitetsutnyttelsen i en regnskapsperiode. For at kapasitetsutnyttelsen skal bli høyest mulig vil det være nødvendig med en nøyaktig tilpasning mellom tilbudt og etterspurt kapasitet.

Dette er som regel ikke noe større problem for »ikke rutebundne transportmidler« idet disse kan legge sine avganger til tider som ikke er bundet av konsesjonsavtaler, landingsrettigheter eller tidligere approberte ruteplaner. Derimot rammer det rutegående transportmidler som busser, sporveier, jernbaner og flyselskaper samt til dels rederier og fergeselskaper, og særlig der reiseavstandene er relativt korte og alternativene mange. Det vil m. a. o. si at rutetabellene må legges slik at det i størst mulig grad tilgodeser konsumentenes behov, samtidig som at transportmidlet må ha kapasitet nok til at markedet kan sies å være

\*) Cand. merc., seksjonsjef i Marketing Department SAS' Hovedkontor, Stockholm.

»betjent«. Avveiningen mellom tilstrekkelig tilbudt kapasitet og samtidig høyest mulig utnyttelse av denne, krever inngående kjennskap til etterspørselsforholdene. Det er da i særlig grad etterspørselens opphopning over tiden som har størst interesse, slik at man setter inn kapasiteten når det er behov til stede.

### *Kapasitetsbegrepet*

Innenfor transportsektoren innebærer kapasitetsbegrepet flere dimensjoner. For det første omfatter transportenheten et bestemt fysisk volum som kan lastes inntil en gitt grense. Denne grensen er som regel vektbestemt, og det gis for lasteformål gjerne bestemte forholdstall mellom vekt og volum. Grensene kan være både fleksible som for skipslaster og helt stringente som for fly hvor havarisansynligheten er meget høy hvis lastegrensene overskrides.

Videre er driftshastigheten for transportmidlet et viktig aspekt av kapasitetsbegrepet. Hastigheten innebærer ikke bare den effektive hastighet transportmidlet holder fra punkt til punkt, men også tiden som går med til stuvning, fylling og tømning av last og passasjerer. Dette vil ha betydning for konsumenten og må kalkuleres inn.

I neste rekke vil det være avgjørende hvor hyppig en tur utbys pr. tidsrom – d.v.s. hvor mange avganger som vil være tilgjengelige pr. døgn uke eller måned. Det alt vesentlige i kapasitetsbegrepet vil da være hvor mange turfrekvenser som er tilgjengelige for konsumentene og kan nyttes på markedet.

Har transportselskapet en flåte eller park til disposisjon, vil det være av primær interesse å få klarhet i hvor ofte man skal tilby sin kapasitet samt likedan på hvilke tidspunkter avgangene bør skje. Det vil m. a. o. være av interesse å få vite hvor stor den totale utbudte kapasitet skal være og hvordan dette utbudet skal spres over tiden.

### *Etterspørselsvariasjoner*

Liksom innen andre grener av næringslivet finner man i transportsektoren et ganske varierende etterspørselsmønster. I store trekk kan det hevdes at etterspørselen er

- (1) retningsbestemt
- (2) strekningsbestemt
- (3) tidsbestemt

Retningsbestemt etterspørsel innebærer en større etterspørsel etter transporter i én retning enn i den motsatte. Dette skyldes ofte konsu-

mentenes behovsandringer ved eksempelvis å reise ut av byen mot en week-end og tilbake søndag aften. Tilsvarende forhold har man også i de store ferier.

Strekningsvariasjon forekommer bare på ruter med flere enn ett stopp, idet det gjerne er stoppunkter som etterspørres mer enn de øvrige. Dette fører til at enkelte delstrekninger har høy kapasitetsutnyttning, mens andre ligger lavere.

De tidsbestemte etterspørselsvariasjonene er gjerne de mest omfattende og mest uberegnlige. De omfatter alle former for sesongvariasjon og etterspørselskonsentrasjoner over uken og døgnet. Eksempelvis kan et fergeselskap ha mange ganger større trafikk om sommeren enn i vinterhalvåret, og busstrafikken mellom to punkter kan være større morgen og aften enn midt på dagen. Grunnen til at slike tidsmessige etterspørselsvariasjoner opptrer kan ligge i konsumentens adferdsmønstre idet man har tid, lyst og anledning til å reise mer i sommerhalvåret enn om vinteren, at man gjerne reiser ut fra sitt hjemsted om morgenen, og fordi visse avganger med et transportmiddel gir forbindelsesmuligheter til et annet..

Ser man bort fra de mer sjeldne tilfeller der transportselskaper har absolutt monopol – d. v. s. det finnes ingen alternativ transportmåte, vil det være av avgjørende betydning for produksjonsplanleggingen å få klarlagt etterspørselskonsentrasjonene over tiden samt om det finnes noen periodisk lovmessighet i disse. Kan slike lovmessigheter finnes, vil produksjonen kunne tilpasses og en optimal kapasitetsutnyttelse oppnås.

Ved nærmere undersøkelser av etterspørselsforholdene, vil de retningsbestemte etterspørselsvariasjonene lettest la seg påvise rent empirisk, idet alle forutbestillinger og henvendelser oftest indikerer størrelsesforholdene. Den strekningsbestemte etterspørselsvariasjon er som oftest mer usikker å bedømme, og spesielt dens avvik fra et gjennomsnitt eller fra de øvrige strekninger. De tidsbestemte etterspørselsvariasjoner på ruter er vanskeligst å få oversikt over, og særlig de døgnesmessige variasjoner på ruter med relativt hyppige avganger. Det trengs som oftest omfattende statistiske analyser, bygget på et materiale fra flere trafikkperioder tilbake i tiden, for å få konstatert regelmessige tendenser og avhengigheter.

#### *Et empirisk eksempel fra luftfarten*

Ved et spesielt tilfelle fikk man anledning til å undersøke om det fantes noen funksjonell sammenheng mellom etterspørselen av flyreiser og utbud av flyfrekvens på et bestemt geografisk marked. Undersøkelsen

ble foretatt av SAS på innenlandsnettet i Danmark, Norge og Sverige samt det inter-skandinaviske marked. Likedan fikk man konstatert hvordan denne funksjonen varierte med tidspunktet for avgang og reise-strekning.

Rent hypotetisk var det grunn til å tro at hvis man satte inn tilstrekkelig med fly på visse avgangstider – f. eks. i perioden 8–10 om morgenen, måtte man forvente at antall passasjerer pr. »flight« ökte med frekvens-utbudet. Videre måtte man anta at denne stigningen var degressiv og gikk over i en synkende del for höye frekvenstill slik at den sist utbudte frekvens fikk mindre trafikk enn den foregående.

Denne hypotesen har sine begrensninger. På korte strekninger – d. v. s. opp til 300–500 km der utbudet er lite med f. eks. én flyavgang pr. uke vil sannsynligvis etterspørselen også bli liten, fordi intervallet mellom hver flyavgang er så stort at trafikkantene vanskelig kan tilpasse reisene etter ruteplanen når de har et sterkt reisebehov. Derfor ligger det en forutsetning bak analysene at markedet er daglig betjent av flyforbindelser samt at det er et befolkningspotensial som har behov for å nytte disse – d. v. s. et moderne industrielt samfunn med et normalt ökonomisk grunnlag for sin eksistens.

Modellen som ble benyttet var av additativ karakter og basert på en parabelfunksjon, idet man rent logisk antok at det empiriske funksjonsforholdet måtte nærme seg en slik bu. Ut av et sample (samplet hadde ingen bortfall og utgjorde ca 1/6 av totalpopulasjonen) på 698 observasjoner fra ruter med noenlunde like avstander målt i reisetid, hvor det idag opereres fly i störelsesorden 56–86 seter, ble det gjort en multipel regresjonsanalyse ved hjelp av en UNIVAC 1107 computer. Computeren benyttet et spesielt program for slike analyser som i hovedtrekk arbeidet etter prinsippet at den variabel som viser best samband med den avhengige variabel, i dette tilfelle antall passasjerer pr flyvning, velges först ut. Deretter regnet maskinen ut konstantverdiene og tok inn de enkelte variablene som var av betydning for å forklare funksjonsformen.

Modellen hadde fölgende form:

$$\frac{T}{F} = f(F, \text{avgangstidspunkt})$$

Forutsetning:

$F$ , avgangstidspunkt  $\geq 0$

Alle andre determinanter forutsettes konstante

Punktene i den statistiske analysen er normalfordelt

$$\frac{T}{F} = A_0 + A_1F + A_2F^2 + A_3 \cdot \bar{A}r + A_4 \cdot \bar{A}rstid + A_5 \cdot D1 + \dots + A_{12}D8 \\ + A_{13} \cdot (D1 \cdot F) \dots + A_{20}(D8 \cdot F) + A_{21} \cdot D9 \dots + A_{38} \cdot D27$$

Symboler:

$T$  = flytrafikk

$F$  = flyfrekvens/tidsrum

$A$ 'er = konstanter funnet ved statistisk analyse

$D$ 'er = dummy variable (som antar verdien 0 eller 1)

$\bar{A}rstid$  = sommer eller vinter ( $s = 1, v = 0$ )

$\bar{A}r$  = året 1961, 62, 63 eller 64 (de to siste sifrene)

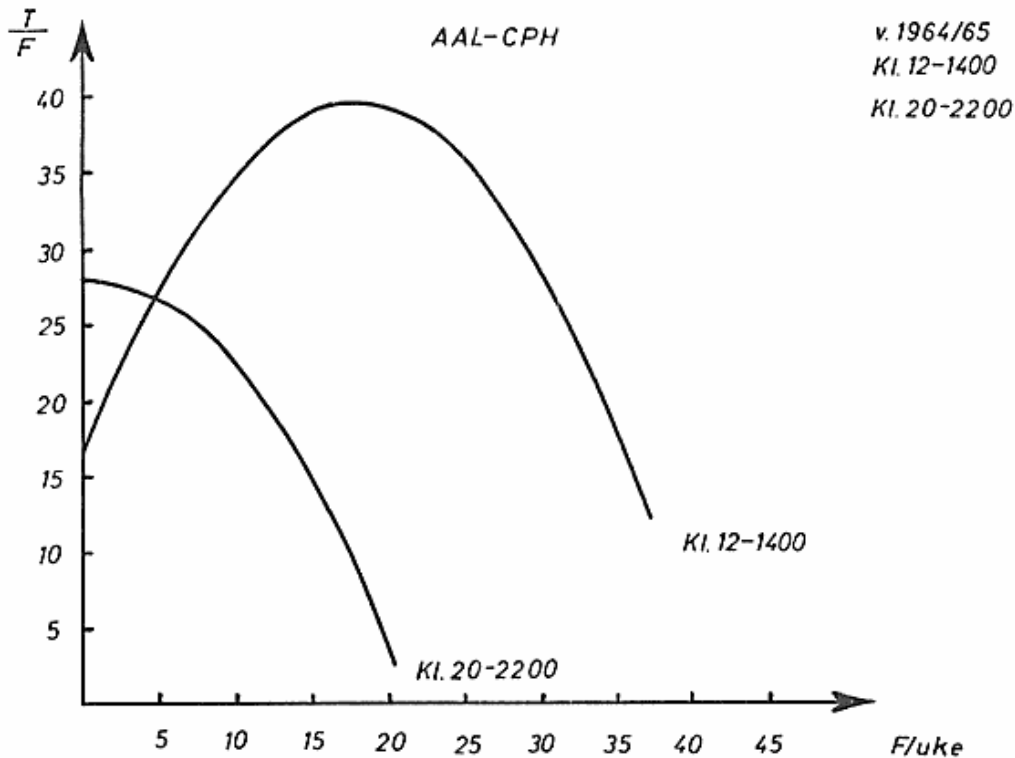


Fig. 1. Diagrammet viser trafikken på flystrekningen Ålborg-København vinteren 1964/65, i tidsintervallene kl. 12-1400 og 20-2200 som funksjon av antall utbudte flyvninger pr. uke. Det går frem at i tidsperioden 12-1400 nås max trafikk pr. flyvning (39 passasjerer) ved 18 avganger pr. uke. I praksis betyr det tilnærmet 3 avganger pr. dag. I tidsintervallet 20-2200 nås derimot maks. trafikk pr. flyvning ved høyest 3 frekvenser pr. uke. (Funksjonens maksimum finnes ved å sette den deriverte funksjon lik 0).

Leddene

$A_{13}(D1 \cdot F) \dots + A_{20}(D8 \cdot F)$  utgjør et såkalt korreksjonsledd i programmet.

Ved utkjøringen fikk man en multipel korrelasjonskoeffisient på 0.62. Analysen ble testet ved en  $X^2$ -test som viste at modellen forklarte knapt 40 % av forholdet. Verdiene som man fikk ut kunne settes inn i modellen, og det gikk da tydelig frem hvilke avgangstider som »ga« trafikk, og hvilke som var »døde«. Det ble da et fortolkningsspørsmål basert på spredningstallene i de partielle datasett med hvilken konfidens man skulle tillegge resultatene.

Nedenfor er vist to eksempler fra analysen – en for strekningen Ålborg–København og en annen fra strekningen Oslo–København.

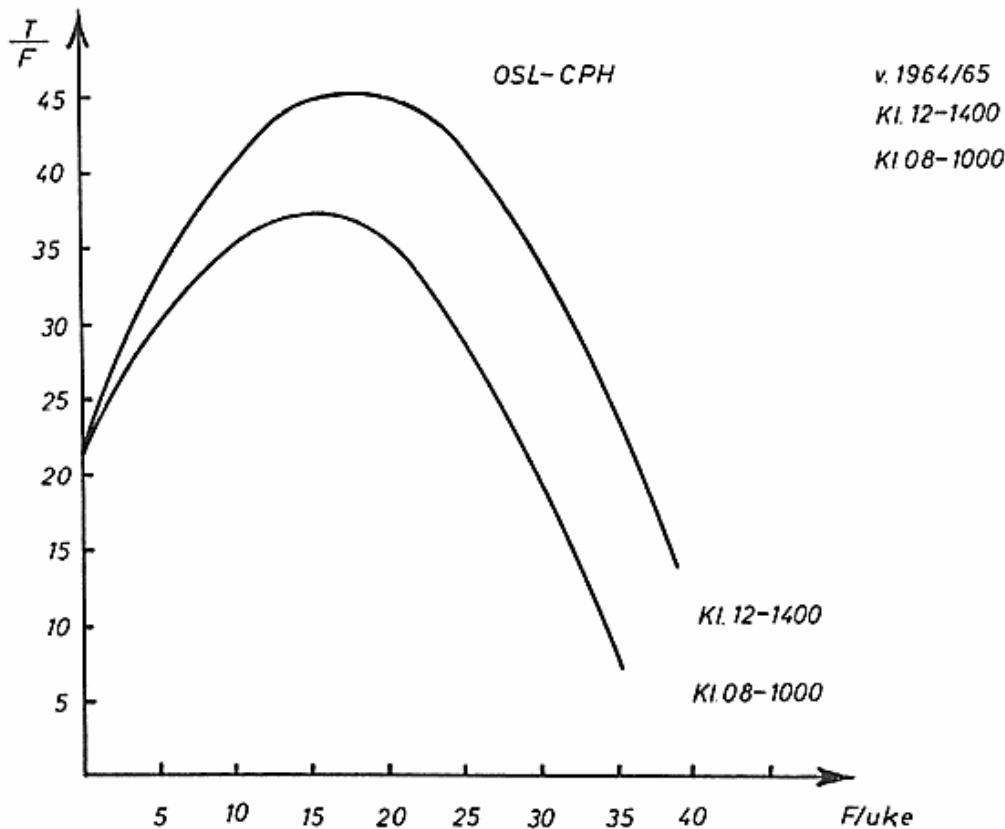


Fig. 2. Her vises trafikken på flystrekningen Oslo–København som funksjon av antall utbudte flyvninger pr. uke. For tidsperioden 08–1000 nås maks trafikk pr. flyvning ved 15 avganger pr. uke (ca 2 pr. dag), og i perioden 12–1400 nås maks. ved 18 avganger pr. uke.

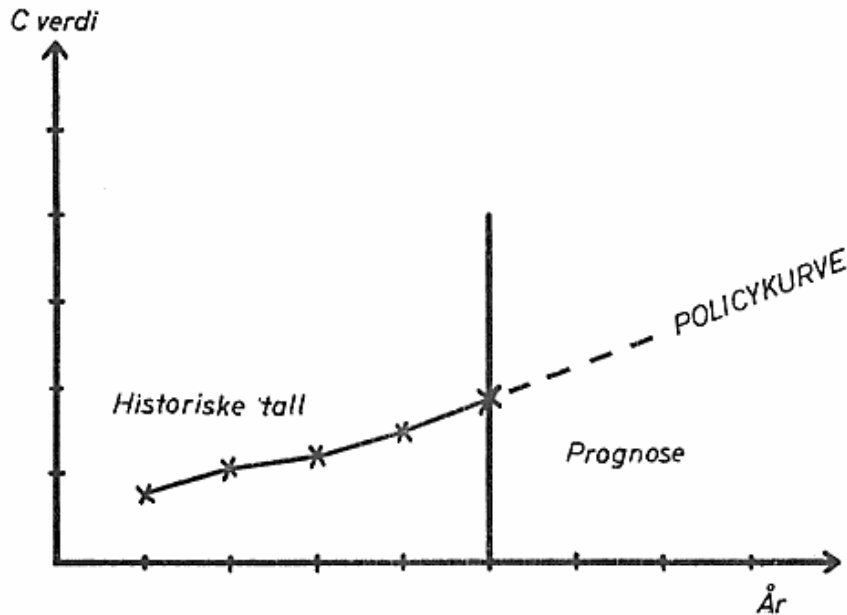


Fig. 3. Diagrammet viser eksempel på utvikling av det optimale frekvensutbud i en 5-årsperiode. Tidsaksen er delt mellom en historisk og prognotisk tendens.

Disse kurvene har selvfølgelig stor verdi for transportselskapet når det skal besluttes hvor mange utbudsfrekvenser som skal settes inn på de respektive avgangstider. Men fra et økonomisk synspunkt er man vel så interessert i å få konstatert hvilket tilbud som gir størst overskudd, når inntekter kontra kostnader trekkes inn i bildet. Likedan kan det være av avgjørende betydning å få klarhet i hvilken »utbudspolicy« det skal satses på sett fra en økonomisk synsvinkel, og over et lengre tidsrum.

#### *Inntekts – Kostnadsanalyse*

Et nødvendig aspekt i den videre sammenheng vil være å betrakte inntekts- og kostnadsfunksjonene i forhold til hverandre.

Resultatene fra trafikkanalysen kan omsettes i inntektstall ved å multiplisere funksjonen med et bruttoinntektsbeløp pr. passasjer, som må forutsettes kjent fra tidligere erfaringsmateriale. Dette gir da en bruttoinntektskurve ( $J$ ) basert på trafikken på en gitt strekning.

Kostnadene ( $k$ ) er likedan ganske kompliserte å beregne eksakt. I tillegg til alle de faktorer som influerer på produksjonsfunksjonen, kommer også spørsmålet om kostnadenes avhengighet av produksjonsstørrelsen inn – d. v. s. det antall utbudsfrekvenser pr. tidsperiode selskapet regner med. Likedan vil kapasitetsutnyttelsen av materiellet spille en rolle. Kostnadene kan derfor uttrykkes som funksjon av både  $F$  og  $\frac{T}{F}$ .

Vi vet imidlertid fra før at  $\frac{T}{F} = g(F)$  slik at  $\frac{T}{F}$  og  $F$  er innbyrdes av-

hengige. Det skulle derfor være tilstrekkelig å sette kostnadene som funksjon av antall flyfrekvenser. Deretter kan man forenkle analysen til følgende:

$$(1) \quad K = f_1(F)$$

$$(2) \quad J = f_2(F)$$

$F$ -optimum ( $C$ ) ved å sette  $\frac{dK}{dF} = \frac{dJ}{dF}$  skulle da indikere den utbuds-

frekvens som gir det største nettoresultat for selskapet på strekningen.

#### »Utbudspolicy«

Skal disse betraktningene ha noen videre praktisk verdi, bør de ses over tiden. Beregner man  $C$ -verdier fra en rekke år i et historisk forløp – eksempelvis i en 5 års periode, vil det være mulig å forbinde disse punktene i en kurve og finne veksttendensen i det optimale frekvensutbud fra periode til periode. Denne veksttendens kan samtidig danne grunnlag for prognoser over virksomhetens utbudspolicy, som vil være et nødvendig verktøy i den generelle planleggingsprosess. Likedan bør slike »policykurver« være av vital interesse i en innbyrdes sammenligning av ekspansjonstendensene på de ulike markeder.

#### Konklusjon

Analoge betraktninger og analyser kan gjøres innen alle områder av transportsektoren, og har spesielt verdi for kommunikasjoner der faste ruteplaner må holdes og etterspørselen svinger sterkt over tiden. Der hvor trafikkvariasjonene både er korte – f. eks. svinger over døgnet eller uken, og lange som over måneder, kvartaler og år, er det gunstig at man søker å knytte analysene til flest mulig avgrensede perioder for på denne måten å gjøre resultatene mest mulig realistiske og pålitelige for planleggingsprosessene. Derved skulle det være mulig å anskaffe en »flåte« av optimal størrelse for selskapet, og danne grunnlag for en solid drift.