

Matematisk modell for markeder med nettverkseksternaliteter

Modellen som presenteres nedenfor står ikke i lærebøkene.

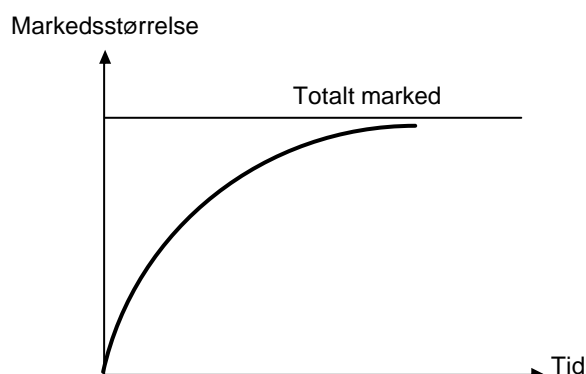
Modellen beskriver en *dynamisk* utvikling av markedet, dvs hvordan markedet utvikler seg som funksjon av tiden. Modellene er vist for en bestemt type marked hvor differensialligningene kan løses analytisk. Andre markeder kan analyseres på samme måten, men vi kan vanligvis ikke løse differensialligningene for disse markedene analytisk. Ved hjelp av den enkle modellen kan vi bruke intuisjon til å si noe om oppførselen til mer kompliserte modeller. Jeg skal ikke gå inn på dette her.

Vi har et produkt som selges i kun ett eksemplar. Har vi skaffet oss dette eksemplaret, kjøper vi ikke flere eksemplarer. Deler av telemarkedet er slik: De aller fleste av oss kjøper kun ett abonnement til hvert av produktene fastnettelefon, bredbånd og mobil. I noen tilfeller kjøper vi flere abonnementer, f.eks. hjemme og på hytta. Uansett vil dette markedet være begrenset til maksimalt N solgte eksemplarer. Hvis det ved tiden t er $n(t)$ personer som har skaffet seg produktet, vil det *relative antall solgte produkter* være $n(t)/N = S(t)$. Variabelen S varierer mellom 0 og 1 og vi skal bruke denne når vi nå skal analysere den dynamiske utviklingen av markedet. Det totale markedet er da representert med $S = 1$.

La oss først se på et marked som er slik at den eneste grunnen til at en person vil kjøpe produktet er at vedkommende ikke allerede har kjøpt produktet. Ved tiden t vil da andelen av befolkningen som ikke allerede har kjøpt produktet være lik $1 - S(t)$. La oss videre anta at lysten til å kjøpe er uavhengig av tiden. Vi kan da sette opp følgende ligning for tilveksten i markedet (dvs antall som kjøper produktet pr tidsenhet):

$$\frac{dS(t)}{dt} = a(1 - S(t))$$

Her er a en proporsjonalitetskonstant som forteller hvor lyst vi har til å kjøpe produktet. Dette er en separabel differensialligning som løses ved hjelp av trivielle metoder. Løsningen blir $S(t) = 1 - ce^{-at}$ hvor c er integrasjonskonstanten som bestemmes av hvor mange som hadde produktet ved tiden 0: $S(0) = S_0 = 1 - c$. Vi kan med andre ord skrive løsningen slik $S(t) = 1 - (1 - S_0)e^{-at}$. Denne kurven er vist i fig. 1 for tilfellet $S_0 = 0$.



Figur 1 Marked uten nettverkseksternalitet

Omsetningen i et slikt marked starter selv om ingen allerede har kjøpt produktet. Altså ser vi intuitivt at i et marked hvor etterspørselen etter varen kun er avhengig av hvor mange som ikke allerede har kjøpt produktet, vil varen omsettes selv om ingen har skaffet seg produktet i

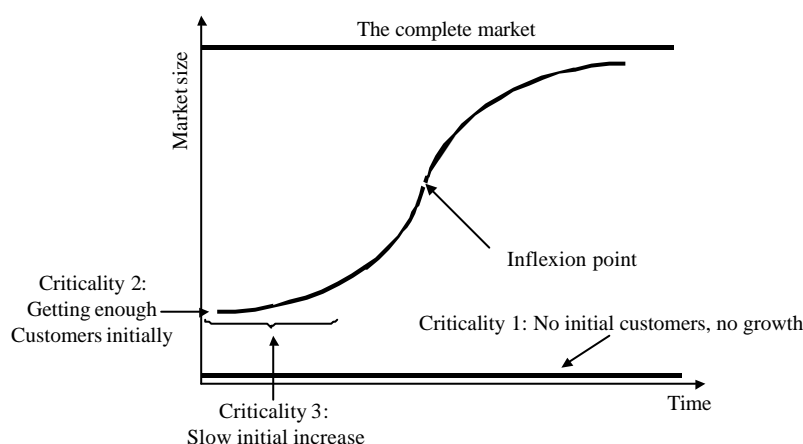
utgangspunktet. Denne observasjonen er viktig når vi nå skal se hva som skjer i et marked med markedseksternaliteter.

En markedseksternalitet betyr at lysten til å kjøpe en vare ikke bare er avhengig om du har kjøpt varen, men også av hvor mange som allerede har kjøpt varen. La oss lage en markedsmodell for dette tilfellet som også kan løses analytisk, og som samtidig er en intuitivt god modell for kjøperadferden. En slik modell er at kjøpelysten er proporsjonal med både antall personer som ikke har anskaffet seg varen og antall personer som har anskaffet seg den. Med andre ord, kjøpelysten ved tiden t er proporsjonal med antall solgte eksemplarer ved tiden t . I kybernetisk terminologi er dette en *positiv tilbakekobling* fra markedet. I Sapiro-Varian er det vist mange eksempler på slike markeder.

Den nye markedsmodellen ser da slik ut $\frac{dS(t)}{dt} = bS(t)(1 - S(t))$. Denne differensialligningen – som for øvrig kalles *logistikklikningen*¹ – løses også enkelt ved separasjon², og vi

$$\text{finner: } S(t) = \frac{S_0}{S_0 + (1 - S_0)e^{-bt}}$$

hvor S_0 er antall som har kjøpt produktet ved tiden $t = 0$ (som er tidspunktet hvor produktet lanseres). Dette gir kurven i fig. 2.



Figur 2 Marked med nettverkseksternalitet

Noen meget viktige observasjoner er som følger.

- Vi ser at $S_0 = 1$ gir løsningen $S(t) = 1$. Modellen er altså riktig for det tilfellet at alle anskaffer seg produktet samtidig.
- Hvis det ikke er noen som har skaffet seg produktet ved tiden 0, vil det heller ikke være noen som skaffer seg produktet i fremtiden fordi $S(t) = 0$ er løsningen av

¹ Fordi den er en generell utbredelsesmodell og beskriver bl a utbredelsen av epidemier i sin enkleste form (har vi blitt smittet, overlever vi og vi blir immun for all fremtid).

² $\frac{dS}{S(1-S)} = bdt$ som gir $\frac{dS}{S} + \frac{dS}{1-S} = bdt$. Integrasjon på begge sider av likhetstegnet gir

$\ln S - \ln(1-S) = bt + c$. Resten er enkelt!

differensialligningen for $S_0 = 0$. Dette er det som er kalt ”criticality 1” i figuren. Fenomenet er nettopp *terskeleffekten* i markeder med nettverksekskernaliteter.

- Terskeleffekten er igjen illustrert ved ”criticality 2”. Skal markedet vokse, må vi først skaffe oss de første kjøperne ved hjelp andre mekanismer enn vanlige markeds mekanismer. Noen produsenter gir bort de første eksemplarene av produktet for derved å gjøre det så kjent i markedet at den positive tilbakekoblingen gjør resten. Andre produkter er slik at de tiltrekkes av tekno-freaker eller andre som er opptatt av å følge trender og moter. I så fall når man fort 2 til 5% av markedet, som kan være nok til at tilbakekoblingseffektene begynner å virke.
- Problemet er ikke over med dette som ”criticality 3” viser. Veksten i markedsandelen for produkter med positiv tilbakekobling er først meget langsomt. Vi ser av ligningen at jo mindre S_0 , jo lengre blir denne latenstiden. Det som produsenten derfor av og til opplever er at selv om man ga bort produktet, førte ikke dette til omsetning av betydning, og man trekker produktet tilbake fra markedet. Hadde man ventet litt lengre, ville produktet vært en suksess. SMS er et produkt med nettverksekskernalitet. Det tok flere år før noen oppdaget at SMS kunne brukes som et meget effektivt system for utveksling av beskjeder³. Selv om man hadde muligheten til å utveksle SMS helt fra GSM-systemet ble inført, var det ingen som hadde kommet ideen om bruke tjenesten til noe helt nytt. Her var man utsatt for ”criticality 1” – ingen markedsandel i utgangspunktet (ingen hadde kommet på ideen). Dette førte til lang latenstid. Når ideen om det nye bruksområdet forelå, vokste tjenesten eventyrlig fordi man samtidig startet tjenesten fra et meget høyt initialnivå.
- Det fjerde problemet med marker hvor hver av oss kun etterspør ett (eller høyst noen få) eksemplarer, er at ved et bestemt punkt i utviklingen, vil etterspørselsøkningen avta (vendepunktet på kurven – ”inflexion point”). Dette har ikke noe å gjøre med nettverksekskernaliteter, men med selve markedstypen. Fortsatt vekst i et marked med ett eksemplar pr kunde krever ekspansjon enten ved å lansere flere produkter slik at alle trenger minst et eksemplar av hvert, eller ved å øke markedets absolutte størrelse (N) ved etablering i nye områder (emerging markets) eller ved oppkjøp av eller sammenslåing med andre firmaer.

Modellen er en sterkt forenklet beskrivelse av virkeligheten, men den gir et godt bilde av hva som foregår, og er etter min mening langt bedre enn statiske modeller basert på nytteverdi (utilities) og likevektsbetraktninger.

³ SMS ble opprinnelig laget for at man skulle kunne sende føre-, vei- og værmeldinger til bilister – en tjeneste som det aldri ble noe av. Husk at så sent som i 1990 utgjorde bilistene fortsatt hovedmarkedet for mobilkommunikasjon.