



Förseningspropagering i det svenska tågnätverket: En nätverksanalys

Av Jacob Landelius and Elsa Wallgren



Med hjälp av en epidemiologisk modell, traditionellt använd för att modellera smittspridning, kan man med goda resultat simulera förseningar i det svenska tågnätverket; var de uppstår, i vilken omfattning de uppstår samt hur de sprids.

Över de senaste tre decennierna har tågresandet ökat konstant och det finns idag dubbelt så många tågresenärer som det fanns för 30 år sedan. Medvetenheten kring miljömässiga problem med andra transportmedel har också ökat, varför antalet tågresenärer förväntas fortsätta öka. Med antalet tågpassagerare ökar också kraven på att hålla tågtrafiken enligt tidtabell. Försenade tåg är kostsamt inte bara för tågoperatörer utan kan också påverka efterfrågan på tågresor. Förståelse för hur och var förseningar uppstår samt hur de sprids i systemet är därför viktigt ur både ekonomisk och miljömässig synpunkt.

I detta examensarbete studerar vi förseningar inom det svenska tågnätverket, hur de beter sig och hur de propagerar genom nätverket, m.h.a. en epidemiologisk modell. Modellen som använts är en s.k. Susceptible-Infected-Susceptible-modell (SIS-modell). Vid användning av en SIS-modell tilldelas noder i nätverket ett av två stadier: Mottaglig (Susceptible) eller Infekterad (Infected). I detta arbete klassas en station som infekterad (Infected) om andelen försenade tåg som lämnar stationen under ett tidssteg överstiger en viss procenthalt.

Vi visar att förseningsbeteende och förseningspropagering kan återskapas genom simulering med SIS-modell med goda resultat. Genom att analytiskt optimera sannolikheten att ett tåg som lämnar en infekterad (Infected) station smittar en mottaglig (Susceptible) station, samt genom införandet av en parameter som beskriver risken att förseningar uppstår spontant vid en station (nodal självinfektering), kan modellen återskapa både lokalt och globalt beteendemönster.

Vidare indikerar resultaten att sannolikheten för spontan försening (nodal självinfektering) bör skalas ned för att förbättra simuleringens resultat. Nedskalningen är också nödvändig vid justering av antalet försenade tåg som medför att en station anses vara försenad (infekterad). Sannolikheten för spontan försening vid olika gränser vad gäller andel försenade tåg som krävs för att försena (infektera) en station verkar inte följa en linjär funktion utan varierar enligt simuleringar icke-linjärt med antalet försenade avgångar. En möjlig förklaring till detta är att sannolikheten för spontan försening för olika tåg som avgår från samma station inte är oberoende. Detta kan i sin tur bero av att vissa externa faktorer påverkar hela stationer snarare än individuella avgångar. Dock kan effekten av att skala om sannolikheten för spontan försening också uppnås genom att skala upp sannolikheten för att en station återhämtar sig från tidigare försening, vilket gör att vidare analys är nödvändig för att avgöra vilken sannolikhet som bör modifieras och i vilken utsträckning.

Slutligen indikerar resultaten också att modellen kan användas för att estimerar effekten av förebyggande förseningsåtgärder genom att manuellt justera parametrar för särskilda stationer eller järnvägssträckor. Detta är värdefullt då det kan ge intressenter ett verktyg för projektprioritering och resursallokering.