

# Trafikstockning kan förebyggas med ny algoritm

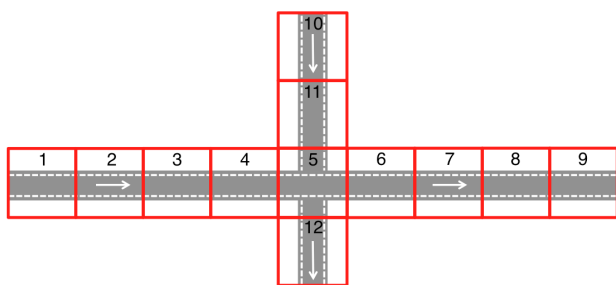
Christian Rosdahl

Institutionen för reglerteknik, Lunds tekniska högskola

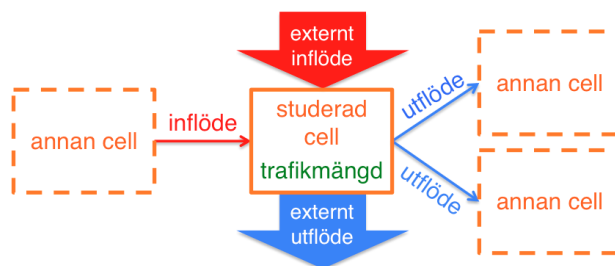
**T**rafikstockning är ett irritationsmoment som allt fler tvingas uppleva dagligen. Genom att variera hastighetsbegränsningar, styra fordons vägval och reglera inflödet på motorvägar kan detta problem dock minskas. För att komma fram till hur denna reglering ska genomföras måste matematiska optimeringsproblem lösas. Svårigheten är att dessa problem för stora vägnät innehåller väldigt många variabler och därför kan bli mycket svåra och tidskrävande att lösa. I ett försök att kringgå detta har en ny algoritm utvecklats som bygger på idén att dela upp det stora optimeringsproblemet i många små problem som vart och ett innehåller få variabler och är lätt att lösa.

## Trafikmodell

För att kunna avgöra hur trafiken ska regleras krävs en modell av denna. För detta kan den så kallade cell-transmissionsmodellen användas. Denna bygger på att vägarna i trafiknätet delas upp i små bitar av en viss längd, kallade celler (se Fig. 1). Genom att undersöka in- och utflödet av trafik till och från varje cell, kan



Figur 1: Exempel på uppdelning av vägnät i celler.



$$\text{ändring av trafikmängd} = \text{totalt inflöde} - \text{totalt utflöde}$$

Figur 2: Inflödet minus utflödet till en cell ger ändringen av trafikmängden i denna.

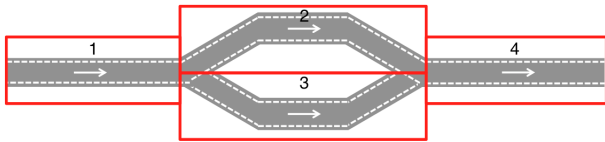
trafikmängden i dessa beräknas.

För att relatera trafikmängden i cellerna och trafikflödena används tre olika samband. Det första är att ändringen av trafikmängden i en cell är inflödet minus utflödet (se Fig. 2). De två övriga villkoren beskriver hur stora in- och utflödena till och från en cell kan vara beroende på hur mycket trafik det är i cellen. Ifall det t.ex. är många fordon i en viss cell så uppstår trafikstockning som medför att det möjliga inflödet begränsas.

## Optimering

Problemet som ska lösas är att välja trafikflödena i vägnätet så att trafikstockning undviks. För att mäta detta används ett matematiskt kriterium, en så kallad kostnadsfunktion, som är större ju mer trafik det är i cellerna. Genom att minimera denna funktion undviks trafikstockning. Trafikflödena ska alltså väljas så att denna funktion minimeras samtidigt som villkoren från celltransmissionsmodellen är uppfyllda.

I matematisk optimering finns ett smart trick för att



**Figur 3:** Vägnät bestående av fyra celler använt för test av algoritmen.

lösa denna typ av problem, där en funktion ska minimeras samtidigt som vissa villkor måste vara uppfyllda. Problemet kan lösas genom att istället *maximera* en annan funktion, kallad dualfunktionen, med det enda villkoret att vissa variabler inte får vara negativa. Detta duala problem är lättare att lösa än originalproblemet.

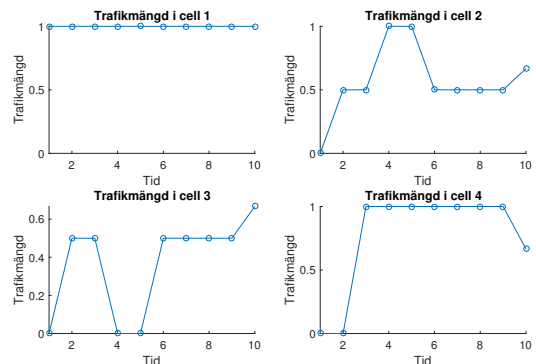
## Uppdelning av problemet

Algoritmen som används för att maximera dualfunktionen bygger på att ta små steg upprepade gånger på ett sätt så att funktionens värde ökar. Detta är komplicerat eftersom beräkningarna beror på trafik och flöden i alla celler. Genom att införa kopior av vissa variabler och bara bry sig om den ena av kopiorna i taget kan detta problem delas upp i många små problem som är lättare att lösa.

## Resultat

En algoritm som tagits fram enligt denna metod visade sig kunna lösa den undersökta typen av problem i flera tester. Ett exempel är vägnätet i Fig. 3 bestående av fyra celler. Det antogs att inflödet till cell 1 var en fordonsenhet (t.ex. 1·100 fordon om enheten är 100 fordon) per tidsenhet, att fordon bara kan köra i pilarnas riktning i figuren samt att fordon bara kan lämna nätet från cell 4. Dessutom valdes villkoren i celltransmissionsmodellen för att simulera en störning som stoppar trafikflödet i cell 3 mellan tidpunkterna 3 och 5. De resulterande celltrafikmängderna visas i Fig. 4. Detta resultat är optimalt enligt den valda kostnadsfunktionen och uppfyller alla villkor.

En nackdel med algoritmen är att den kräver många steg (iterationer) för att komma fram till lösningen, vilket behöver förbättras för att den ska vara praktiskt användbar. Oavsett detta visar testerna hur som helst att principen med uppdelad lösning fungerar, vilket är ett stort steg framåt.



**Figur 4:** Optimal trafikfördelning enligt algoritmen.