

The **ScienceMath**-project: **Tafikmodellering**  
Idea: Claus Michelsen, Jan Alexis Nielsen,  
Syddansk Universitet, Odense Danmark



## Undervisningsmateriale

Ark til studerende og opgaver



## Trafikmodellering

### 1. Hvad er en sikker varighed af det gule lys?

Du ved sikkert at de fleste trafiksignaler har et gult signal, der lyser lige før det røde signal skifter til grønt, og lige før det grønne signal skifter til rødt. Ved du hvorfor der er et gult signal i begge tilfælde? I de følgende opgaver skal du diskutere den bedste varighed af et gult signal når signalet skifter fra grønt til rødt.

**Opgave 1.1:** Prøv at danne dig et overblik over hvilke faktorer der bør spille en rolle i din beslutning om hvor lang varighed det gule signal skal have, inden det skifter til rødt. Lav en liste over disse faktorer. Det kan være en god ide at tegne nogle skitser af forskellige situationer for at afgøre hvilke faktorer, der er vigtige.

**Opgave 1.2:** På baggrund af de faktorer, du fandt i sidste opgave, skal du formulere i så simple termer som muligt en *verbal model* eller tommelfingerregel omkring varigheden af det gule signal.

**At stoppe en bil:** Bremselængden for en bil er afhængig af mange faktorer, blandt andet (1) bilens hastighed, (2) bilens vægt, (3) bilens bremseevne, (4) dækkenes tilstand, (5) vejoverfladen og (6) førerens reaktionstid.

**Opgave 1.3:** Diskuter hvordan ændringer i hver af de nævnte faktorer har indflydelse på bremselængden af en bil. Under denne diskussion kan du tegne kraft pile og andre ting, der er på spil i en situation hvor en fører bremser en bil. Du kan bruge billedet nedenfor.



## Antagelser til en simpel model

Når vi forsøger at lave modeller af systemer såsom en bil der stopper, bliver tit nødt til at forsimple situationen lidt. Det gør vi ved at vælge at fokusere på nogle faktorer i systemet frem for andre. De faktorer vi vælger at fokusere på er faktorer som kan ændres, mens de faktorer som vi vælger ikke at fokusere på kan holdes konstante.

En simpel model hjælper os til at forstå systemet bedre. Men vi skal altid huske at vælge vores faktorer med omhu. Spørg altid dig selv hvorfor vi skal vælge at fokusere på disse faktorer og ikke på andre. Og husk: Den simple model, vi ender ud med, kan altid gøres mere kompleks (og mere "realistisk") ved at inddrage flere faktorer.

Inden de næste opgaver vil vi gøre nogle antagelser sådan, at de modeller, du kommer til at arbejde med, vil være simple men stadigt komplekse nok til at give en god forståelse for situationerne.

Vi foreslår, at du fokuserer på de følgende faktorer, der kan varieres: (A) bilens hastighed og (B) vejbanens tilstand. Det betyder, at vi foreslår at du fortsætter din modellering som om alle de andre faktorer fastholdes som konstante. Vi foreslår altså, at du begynder med at behandle alle biler som havende nogenlunde den samme vægt, bremseevne og tilstand af dæk, og at alle førere har samme reaktionstid. Husk at når du senere vil gøre din model mere kompleks, så kan du begynde at overveje hvorledes du kan inddrage fx bilens vægt som en faktor du kan lade variere.

Du skal altid tænke over de faktorer, du vælger at lade være konstante. Nu vil vi bede dig om at arbejde med to af de nævnte faktorer.

**Reaktionstid:** En føreres reaktionstid er en meget vigtig factor, når vi vil beregne standselængden. Reaktionstiden  $t_r$  er givet ved den tid, der går mellem, at føreren modtager et sanseindtryk (såsom at se signalet skifte) og den passende respons (fx at træde på bremsen).

**Test det selv 1.1:** Prøv at søg på "Online Reaction Time Test" på internettet og brug forskellige sider til at test din reaktionsevne. Du kan sætte resultaterne in i et regneak og finde din gennemsnitlige reaktionstid. Men husk at din reaktionstid foran skærmen nok er mærkbart kortere end hvis du befandt dig i trafikken.

**Deceleration:** Når vi taler om en bils *bremseevne*, refererer vi til hvor hurtigt bilen er i stand til at decelerere dens fart til 0  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Bremseevnen varierer betydeligt fra bil til bil, og den afhænger især af vejbanens og dækkenes tilstand. På våd eller glat vej vil en bil decelerere meget langsommere. Enheden for deceleration er – ligesom for acceleration – meter per sekund i anden. Kan du forklare hvorfor dette er sådan?

**Test det selv 1.2:** Du kan lave denne test på to måder. Enten med din cykel (med en cykel computer, der måler hastighed) eller med en bil på en privat vej. Hvis det er muligt kan du optage forsøget på video. Forsøg at bevæge cyklen/bilen ved en konstant hastighed og brems så op når du passerer en på forhånd fundet afmærkning – fx et træ eller skilt. Mål din bremselængde ved forskellige hastigheder. Hvis du optager forsøget på video, kan du analysere situationen i detaljer på en computer. Hvis du antager at decelerationen er konstant for hele nedbremsningen, kan du udregne din bil/cykels deceleration ved forskellige hastigheder. Prøv at optegne nogle grafer af dine resultater.

**Friktion:** Som nævnt vil en bil have en meget længere bremselængde på en våd eller glat overflade. Hvorfor er dette tilfældet?

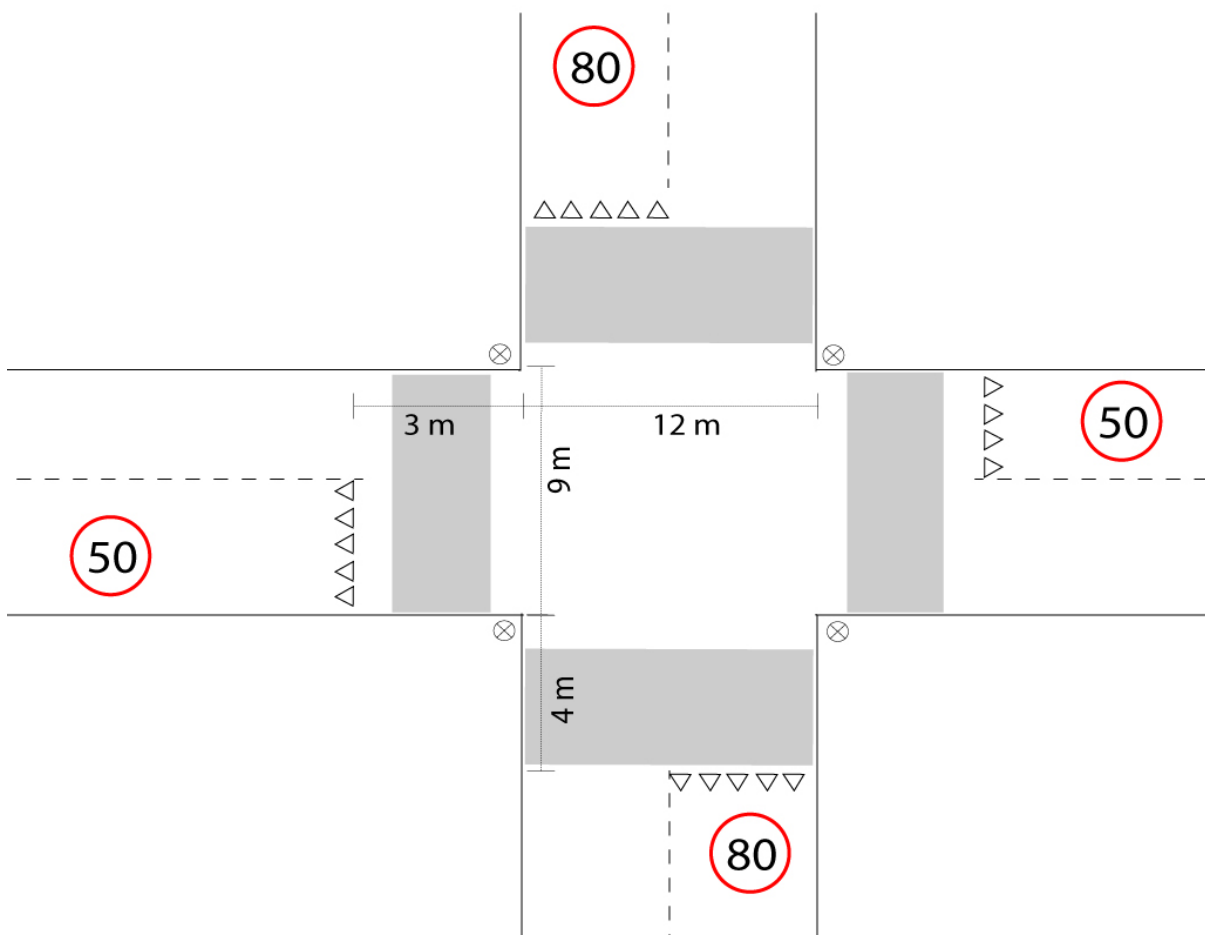
**Test det selv 1.3:** Der er en lang række måder, du kan teste dette. Tag for eksempel en tung rektangulær metal klods og lad den glide på en jævn overflade. Mål hvor langt den bevæger sig fra det punkt du gave slip til det punkt den stopper. Prøv at gøre det samme med vand på bordet og med madolie på bordet. (Hvis det fryser udenfor kan du forsøge at gøre det samme på en tilfrosset vandpyt). Husk at glide klodsen ved en relativt ens hastighed i de forskellige tilfælde. Optegn dine resultater i en tabel.

Nu er vi klar til at forberede vores simple model. Vi vil antage, for simpelhedens skyld, at det følgende er sandt for enhver bil, der krydser et trafiksignal:

- (1) Førerens *reaktionstid* er konstant 0,6 sekunder.
- (2) Bilerne kører ikke hurtigere end den foreskrevne hastighedsbegrænsning
- (3) Bilernes deceleration når der trædes på bremserne er konstant på
  - a)  $-8\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  når vejbanen er tør
  - b)  $-4\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  når vejbanen er våd
  - c)  $-2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  når der er isglat på vejbanen

Værdierne for disse konstanter er nogenlunde standardværdier for gennemsnitlige førere af gennemsnitlige personbiler. Men du kan kort diskutere om disse værdier stemmer overens med dine resultater ovenfor. Hvis der er store forskelle kan du diskutere og forklare forskellene. Var dine tests gode tests, der giver et troværdigt billede af, hvad der sker i trafikken? Hvad kunne gøres bedre? Du er velkommen til at ændre nogle af de ovenstående værdier, så længe du kan *argumentere* for din ændring.

**Opgave 1.4:** Du skal give et bud på en sikker varighed af de gule signaler i det kryds, der er skitseret nedenfor.



**Opgave 1.5:** Til denne opgave skal du bruge et langt målebånd og et stopur. Gå til et vejkryds i nærheden og mål bredden af krydset. Tegn derefter et billede af krydset lige som ovenfor. Mål nu varigheden af det gule signal i krydset. Er varigheden passende?

## 2. Hvad er den sikre hastighed i et sving?

Til den næste række af opgaver skal du gøre nogle forberedelser. Find først en vej med et relativt skarpt sving. Nu skal du modellere svinget. Først skal du simplificere svinget og betragte det som om det var en del af en cirkel – hvor midten af vejen udgør en del af periferien af den cirkel. Giv et bud på radiussen af den cirkel.

**Opgave 2.1:** Betragt over svinget I det nedenstående billede. Førerens udsyn er blokeret af et højt støjværn i form af et hegn. Det er klart at føreren skal have nok tid til at bremse bilen, hvis en forankørende bil begynder at bremse. I sving som det, der er skitseret nedenfor, spiller førerens udsyn en afgørende rolle. Brug data fra din forberedelse og forestil dig at det sving du har modelleret også har et støjværn, som man ikke kan se igennem (du kan selvfølgelig også forestille dig at det er et sving i en tunnel du modellerer). Hvad er den maksimale sikre hastighed for biler, der kører igennem dette sving?

