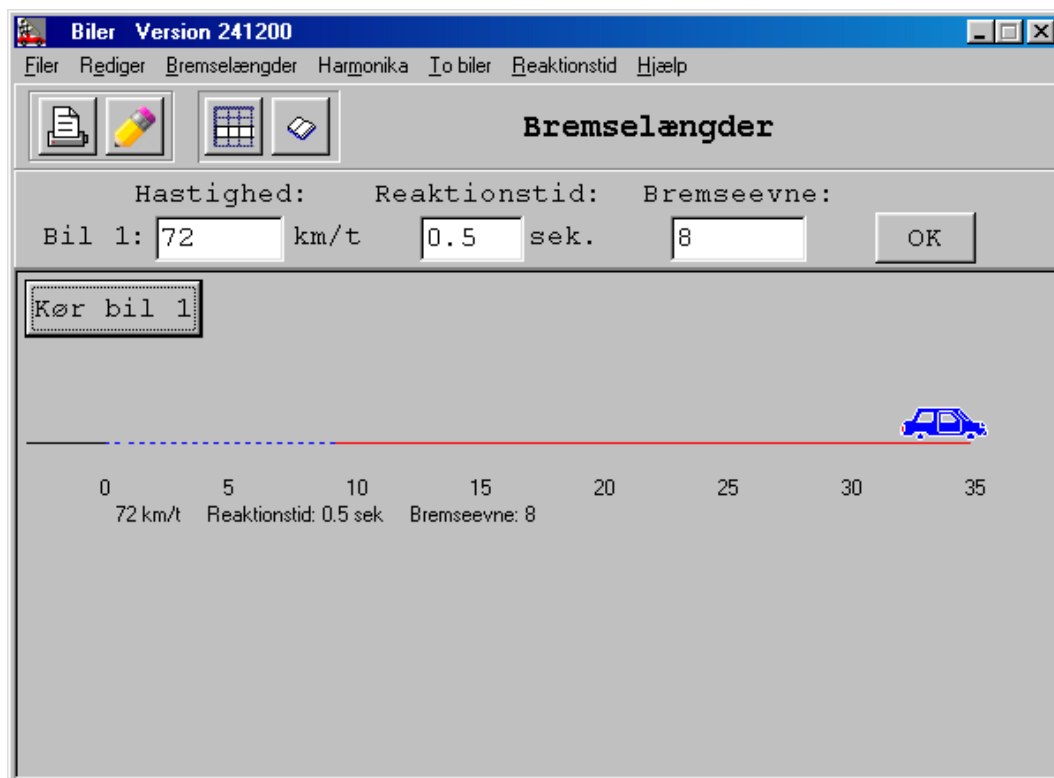


EMMA-Tema: Brems!

Indhold

1. Programmet Bremselængder
 2. Hvilke inddata kan bruges?
 3. Hvad er din egen reaktionstid?
 4. To biler
 5. Nogle opgaver
 6. Nogle ekstraopgaver
 7. Programmet Harmonika
 8. Opgaver til Harmonika
 9. Matematiske modeller
-

1. Programmet Bremselængder



Med programmet *Bremselængder* kan vi undersøge opbremsningen af en bil. Gå ind i programmet BILER og vælg *Bremselængder*. Fortæl dernæst at der er tale om 1 bil.

Der skal nu indtastes nogle data til programmet:

Bilens hastighed i km/t

Bilistens reaktionstid

Bilens bremseevne

Bilens hastighed har vi sat til 72 km i timen, det svarer til at bilen kører 20 meter pr. sekund.

Bilistens reaktionstid har vi sat til 0.5 sekund. Det betyder at det tager et halvt sekund før han reagerer når han opdager en situation der kræver opbremsning.

Bilens bremseevne er sat til 8. Det højeste tal vi kan vælge er 10, og det svarer til at bilen har superbremser. Så 8 svarer til en ganske god bremseevne.

Når vi har indtastet disse data, klikker vi på feltet *OK* for at vise at vi har tjekket at det er de rigtige data der er anført.

Resultat-tabel				
Bil1:	Hastighed	Reaktionstid		Bremseevne
	72.00 km/t	0.50 sek.		8.00
	Reaktions-	Bremse-	Standse-	Standse-
	længde	længde	længde	tid
Bil1:	10.00 m	25.00 m	35.00 m	3.00 sek

Derefter klikker vi på feltet *Kør Bil 1*. På skærmen vises nu forløbet af opbremsningen: Bilisten opdager ud for meterskalaens nulpunkt at han skal bremse. Da han har en reaktionstid på 0.5 sekund, kører han 10 meter før han begynder at bremse. Af skærbilledet kan vi se at opbremsningen er afsluttet efter at bilen har kørt ca. 35 meter.



Vi klikker nu på knappen som er vist ovenfor. Den giver os en tabel over tallene for opbremsningen. Vi kan her aflæse de data vi indtastede, og vi kan i nederste linie aflæse hvordan opbremsningen forløb:

Der var en *reaktionslængde* på 10 meter, det er jo den strækning bilen kører i det halve sekund der forløber inden bilistens begynder at bremse.

Dernæst er der en *bremselængde* på 25 meter. Det er den strækning der skal til før bilen er bremset helt op. Bremselængden vil afhænge af bilens hastighed og dens bremseevne.

Endvidere angives bilens *standselængde*. Det er den samlede strækning bilen har kørt fra bilistens opdager at der skal bremses, og indtil bilen er bragt til standsning. Der gælder altså:

$$\text{Standselængde} = \text{Reaktionslængde} + \text{Bremselængde}$$

Til sidst i skemaet angives bilens *standsetid*, dvs. den tid der gik til hele standseforløbet. I dette tilfælde var det 3 sekunder.

Prøv selv

1. Kør *Bremselængder* med tre biler: Giv dem hastighederne 60 , 90 og 120 km/t.

Brug samme reaktionstid for alle tre biler, fx 0.5 sekunder, og brug samme bremseevne for bilerne, fx 8.

Lad alle tre biler køre frem på samme skærbillede. Undersøg bilernes standselængder både på skærmen og i tabellen.

2. Kør de samme tre biler med en reaktionstid på 1 sekund.
3. Kør de samme tre biler med en bremseevne på 10.
Prøv dernæst med en bremseevne på 5.

[Toppen af tema](#)

2. Hvilke inddata kan bruges?



Inddata	laveste	højeste
Hastighed	10 km/t	200 km/t
Reaktionstid	0 sek	7 sek
Bremseevne	1	15

(Sneglat: 2, Våd vej: 6, Tør vej: 10)

☒ OK



Klik på den ovenfor viste knap. Her får du oplysninger om hvilke inddata der kan bruges i programmet *Bremselængder*. Du ser at der kan bruges hastigheder fra 10 km/t til 200 km/t. Den øverste grænse er altså langt over hastighedsgrænsen i Danmark.

Af reaktionstider kan bruges tider fra 0.1 sekunder og helt op til 7 sekunder. Der er næppe nogen der kan reagere så hurtigt at det svarer til 0.1 sekund. Selv under ideelle forhold kommer man næppe under 0.25 sekunder. - Den øverste grænse er sat højt. En reaktionstid på 7 sekunder møder man forhåbentlig ikke hos nogen bilist på de danske veje.

Bremseevnen kan sættes fra 1 til 10, hvor 10 er den bedste bremseevne der teoretisk kan tænkes. Moderne biler når ikke op over en bremseevne på 9. Bremseevnen afhænger ikke kun af bilens bremses, men også i høj grad af vejbanen. På regnglatte og sneglatte veje er bremseevnen stærkt nedsat. Med programmet kan vi undersøge hvad det betyder for bilernes standselængder. Bremseevnen vil også afhænge af bilens dæk, men det kommer vi ikke ind på her. – Du kan godt angive bremseevnen med decimaler, fx 7.75.

Prøv selv

1. Udfør nogle kørsler hvor du afprøver de forskellige muligheder for inddata: Prøv med store hastigheder og små, med lange reaktionstider og korte, og med gode bremses og dårlige.
2. Find de inddata som vil give dig den længste standselængde der kan forekomme ved kørsel af programmet. Hvor lang bliver denne standselængde?

[Toppen af tema](#)

3. Hvad er din egen reaktionstid?

BILER indeholder et program hvor du kan måle din egen reaktionstid. Det kan selvfølgelig ikke blive den reaktionstid du ville have hvis du kørte bil, vi må nøjes med at måle din reaktionstid når du sidder ved computeren.

Gå ind i BILER og klik på *Reaktionstider*. Du får nu et skærmbillede hvor der er gjort klar til 10 målinger af din reaktionstid. Programmet udfører de 10 målinger og beregner et gennemsnit af tiderne. En enkelt måling kunne jo give et helt skævt billede af hvor god eller dårlig din reaktion er.

Du ser af skærmbilledet at du skal bruge to taster i eksperimentet:

Mellemrumstasten når du er klar til næste måling. Når du trykker på den, kommer der efter en ventetid (som varierer fra forsøg til forsøg) et billede på skærmen.

ENTER-tasten som du skal trykke på så snart du ser billedet på skærmen. Hvis du snyder ved at trykke for tidligt, bliver du afsløret af programmet (som ved en tyvstart i atletik).

Når målingen er registreret i listen til højre, trykker du igen på mellemrumstasten for at vise at du er klar til næste måling.

Prøv selv

1. Slå dig sammen med en kammerat og afprøv programmet. Foretag eventuelt først en prøvekørsel hvor I vænner jer til situationen. Udfør derefter det egentlige eksperiment for hver af jer.
2. Undersøg hvem af jer der er bedst hvad angår gennemsnittet. Undersøg også hvordan det ligger med jeres bedste resultat og jeres dårligste resultat.
3. Foretag en måling af reaktionstiden når der er forstyrrende forhold inde i billedet, fx
 - a) medens der er en der taler til forsøgspersonen
 - b) medens forsøgspersonen lytter til musik, evt. gennem høretelefoner
 - c) medens forsøgspersonen taler i mobiltelefon
 - d) medens forsøgspersonen spiser og drikker

Undersøg om de forstyrrende forhold har nogen indflydelse på reaktionstiderne.

[Toppen af tema](#)

4. To biler

I programmet har du mulighed for at undersøge bremsesituationer med to biler. De to biler kører "i kolonne", og den forreste opdager pludselig en forhindring som gør at der skal foretages en katastrofeopbremsning. Der er da to problemer:

- Vil den forreste bil nå at standse inden den kører ind i forhindringen?
- Vil den bageste bil nå at standse uden at køre op i den forreste?

I programmet kan vi arbejde med biler af to typer: Personbiler og Lastbiler. Og for hver af de to biler kan vi vælge bremseevne og reaktionstid. Men vi går ud fra at de to biler kører med samme hastighed forud for opbremsningen. De kører altså "fredeligt" med en fast afstand mellem de to biler.

Biler Version 241200

Filer Rediger Bremselængder Harmonika Iobiler Reaktionstid Hjælp

To biler

Biltype: Bremseevne (Høj:10 Lav:2) Reaktionstid (sekunder)

Første bil: ☒ Personbil ☐ Lastbil 8 1

Anden bil : ☐ Personbil ☒ Lastbil 6 0.5

Bilernes hastighed (km/timen): 72

Standselængder : Bil1: 45.00 Bil2: 43.33

Afstand til forhindringen (meter): 50

Afstand mellem bilerne (>10 meter) 20

Lyd (-)

OK

Ole's Auto

Som inddata har vi givet oplysning om at den forreste bil er en personbil. Dens bremseevne er 8 og førerens reaktionstid er 1 sek. Den bageste bil er en lastbil med bremseevne 6, men her har føreren en reaktionstid på 0.5 sek. Han er en erfaren bilist.

Vi fortæller dernæst at de to bilers hastighed er 72 km/t (en lastbil må ganske vist kun køre 70 km/t i Danmark, men det sker jo at de sniger sig over).

Så snart vi har indtastet hastigheden, beregner programmet de to standselængder for bilerne: For den forreste bil er den 45 meter, for den bageste er den 43.33 meter.

Vi skal nu fortælle hvor langt der er til forhindringen når føreren i den forreste bil opdager at han skal bremse. Vi har her sat afstanden til 50 meter. Heraf kan vi vide at den forreste bil i hvert fald kan nå at standse uden at køre op i forhindringen, standselængden er jo mindre end afstanden til forhindringen.

Vi skal også fortælle hvor stor afstand der er mellem de to biler. I programmet er indlagt den begrænsning at afstanden skal være *større end reaktionslængden for den bageste bil*. Da bilerne kører 20 meter pr. sekund, har den bageste bil en reaktionslængde på 10 meter. Vi må derfor vælge en afstand mellem bilerne der er større end 10 meter. Vi sætter den til 20.

Derefter klikker vi på OK. Bremsesituationen udspilles nu på skærmen. Billedet viser bilerne når de er bragt til standsning. Vi kan se at den forreste bil standsede uden at køre op i forhindringen og at den bageste bil standsede uden at køre op i den forreste.

I programmet er der mulighed for at sætte lyd på opbremsningen og det eventuelle sammenstød. Du kan selvfølgelig kun bruge lydtasten hvis din computer er udstyret med højttalere.

Prøv selv

1. Afprøv bremsesituationen. Gå ind i programmet *To biler*, indtast de forelagte data og undersøg om opbremsningen forløber som før.
2. Brug de samme inddata, men sæt nu afstanden mellem bilerne til 12 meter. Undersøg hvad det betyder for katastrofeopbremsningen.
3. Find den største afstand mellem de to biler hvor det sker at lastbilen kører ind i personbilen. Prøv dig frem.
4. Kør *To biler* med en situation hvor den forreste bil kører ind i forhindringen, men hvor den bageste bil når at standse uden at køre op i den forreste.
5. Kør *To biler* med en situation hvor begge sammenstød indtræffer: Den forreste bil kører ind i forhindringen, og den bageste bil kører op i den forreste.
6. Kør *To biler* med nogle situationer hvor det er lastbilen der kører forrest.

Den matematiske model

Den matematiske model der ligger til grund for edb-programmets opbygning:

H: hastighed i m/s, T: reaktionstid i sek. B: bremseevne

Bremselængde= $H^2/(2*B)$ (i meter)

Standselængde= Bremselængde + $H*T$ (i meter)

Standsetid = $T + H/B$ (i sek)

Formlerne kan benyttes hvis du vil kontrollere kørslerne af BREMS.

5. Nogle opgaver

Her kommer et udvalg af opgaver som du kan løse ved hjælp af programmet *Bremselængde*.

I nogle af opgaverne skal du prøve dig frem indtil du har en løsning på problemet.

1. Hastighed og bremselængde

I denne opgave vælger du en fast reaktionstid, fx 1 sekund, og en fast bremseevne, fx 8.

Det er kun bilernes hastigheder der varierer.

Du skal i opgaven finde sammenhængen mellem hastighed og bremselængde. Bemærk at der er tale om *bremselængde*, ikke standselængde. Brug programmets tabel når du skal finde bremselængderne.

1. Hvordan ændres bremselængden når en bil sætter hastigheden op til det dobbelte: fra 30 km/t til 60 km/t?
2. Hvordan ændres bremselængden når en bil sætter hastigheden op til det dobbelte: fra 60 km/t til 120 km/t?
3. Hvordan ændres bremselængden når en bil kører tre gange så hurtigt: hastigheden sættes op fra 50 km/t til 150 km/t.
4. En bil kører 70 km/t. Find dens bremselængde. Ved hvilken hastighed vil bremselængden være dobbelt så stor? Du kan prøve dig frem ved hjælp af programmet.

2. Hastigheden i byer

I byer er der i Danmark nu en hastighedsgrænse på 50 km/t mod tidligere 60 km/t.

Undersøg hvad denne ændring har betydet for bilernes bremselængde. Prøv både med sommertørre veje og vinterglatte veje.

3. En fartbølle

En bilist bliver standset af færdselspolitiet for at køre 180 km/t på en regnglat vej. Giv et skøn over hvad bilens standselængde ville have været i en katastrofesituation. Du kan fx sætte bilistens reaktionstid til 1 sekund.

4. En spritbilist

Når en person er påvirket af spiritus kan hans reaktionstid være væsentlig forlænget.

Foretag nogle sammenligninger af standselængder i situationer hvor bilens fører er ædru (reaktionstid fx 0.5 sek.) og hvor han er påvirket af spiritus (reaktionstid 2-5 sek.).

5. Bremseevner

Loven kræver at en bil har en bremseevne på 5.5. Hvilken bremselængde giver det ved en hastighed på 80 km/t?

Prøvekørsler viser at nye biler har en bremselængde på ca. 28 meter ved en hastighed på 80 km/t. Find ved hjælp af programmet hvilken bremseevne det svarer til. Bestem bremseevnen med én decimal.

En Porsche 928 der kører med en hastighed på 200 km/t, har en *bremsetid* på 6.0 sekunder. Hvilken bremseevne svarer det til? Hvad vil dens bremselængde være ved 80 km/t?

6. En trafikulykke

Ved en trafikulykke måles bilens bremsespor til 27 meter. Det fastslås at bilens bremseevne kan sættes til 7. Hvor hurtigt har bilen kørt?

Hvad ville bremselængden have været hvis bilisten havde overholdt fartgrænsen på 50 km/t?

7. På glatis

På en glatførebane viser det sig at bremselængden ved en opbremsning fra 60 km/t er 50 meter. Hvilken bremseevne svarer det til?

Ved en anden test bremses ved en hastighed på 90 km/t. Bremselængden viser sig at være 250 meter. Hvilken bremseevne svarer det til?

8. Et tog bremser

Et tog kører med en hastighed på 160 km/t. Føreren opdager en forhindring 500 meter længere fremme. Kan han nå at bremse toget? (Togets bremseevne kan sættes til 2).

9. Nedsat sigtbarhed

Sigtbarheden på motorvejen er nedsat til 100 meter på grund af tåge. Hvilken hastighed bør der højst køres med i følgende situationer når standselængden ikke bør overstige 100 meter:

- (1) Tør vej (2) Regnglat vej (3) Sneglat vej

Benyt i de tre tilfælde en reaktionstid på 1 sekund.

10. En lastbil og en personbil

En personbil har en bremseevne på 8, medens en lastbil i samme situation kun har en bremseevne på 5.5. Undersøg hvilken forskel det giver i bremselængder ved hastigheder på:

- (1) 40 km/t (2) 60 km/t (3) 80 km/t

Lastbiler må i Danmark ikke køre mere end 70 km/t. Kan der være nogen rimelighed i den grænse?

11. En cykel bremses

En trafikteknisk undersøgelse har vist at en cykel i bedste fald har en bremselængde på 12 meter ved en hastighed på 30 km/t. Hvilken bremseevne svarer det til?

Hvilken bremselængde ville en knallert have ved samme hastighed (det kræves at en knallert har en bremseevne på 4.2)?

Og hvilken bremselængde vil en bil med bremseevne 8.5 have ved samme hastighed?

12. En test af bremses på 50 bilmærker

I en test i sommeren 2000 undersøges bremseevnen hos fabriksnye biler af 50 forskellige mærker. Det viser sig at der er stor forskel på bremseevnen: Ved en hastighed på 65 km/t har de bedste en bremselængde på 17 m, medens de dårligste har en bremselængde på 25 m.

Hvilke bremsevner svarer det til?

13. En kørelærers budskab

I et læserbrev skriver en kørelærer: "Ved en hastighed på 100 km/t er en bil 30 meter om at bremse, og derudover er der en reaktionstid indtil foden når bremsen. Det giver 30 meter ekstra."

Hvilken reaktionstid regner kørelæreren med, og hvilken bremseevne har hans bil?

[Toppen af tema](#)

6. Nogle ekstraopgaver

X1. Hvad er den bedste hastighed?

I forbindelse med et vejarbejde er der indført en fartbegrænsning.

Beregn hvor mange biler der kan passere på vejbanen pr. minut når bilerne kører med en hastighed på 72 km/t, og når det forudsættes at bilerne holder en indbyrdes afstand der svarer til deres standselængde (Benyt en reaktionstid på 1 sek., og sæt bremseevne til 8) . Antag endvidere at bilernes længde er 5 meter.

Her er svaret: Da standselængden med de givne oplysninger er 45 meter (kontroller det), og bilernes længde kan sættes til 5 meter, så "fylder" hver bil ved denne hastighed 50 meter på vejen.

De 72 km/t svarer til 20 meter pr. sekund, eller 1200 meter pr. minut. På de 1200 meter kan anbringes $1200:50 = 24$ biler. I den forelagte situation kan der altså passere 24 biler pr. minut.

Prøv at udføre de samme beregninger for en hastighed på 50 km/t og for 100 km/t.

Prøv også med 30 km/t.

Ved hvilken hastighed kommer der flest biler igennem pr. minut?

X2. En fartkampagne: 10 = 44

En fartkampagne i Danmark har haft den iøjnefaldende overskrift

10 = 44

Her er forklaringen:

Forestil dig at du kører med 60 km/t inde i byen. Du overhaler en bil der kører lidt langsommere end dig – ca. 50 km/t. Pludselig løber et barn ud foran jer længere fremme på vejen.

I reagerer helt ens. Bilerne er identiske. Den eneste forskel er jeres hastighed. Du kører 10 km/t for hurtigt.

Du rammer barnet med en 44 km/t. Bilen der kører 50 km/t, når lige netop at stoppe.

Undersøg sagen ved hjælp af *Bremselængder*. Er kampagnens tal på 44 km/t virkelig rigtigt?

Her er et forslag til hvordan du kan gå frem:

1. Find bilernes standselængder ved 50 km/t og 60 km/t. Brug fx reaktionstiden 1 sekund og bremseevnen 8 for begge biler.
2. Find forskellen i de to bilers standselængder. Lad os sige denne forskel er x meter.
3. Undersøg hvor hurtigt en bil skal køre for at have en *bremselængde* på x meter.

Dermed finder du jo den hurtige bils hastighed på det sted hvor den langsomme bil er stoppet.

Kontroller at svaret ikke er 44 km/t. Prøv dig frem ved hjælp af programmet indtil du finder den rigtige hastighed.

4. Foretag sådanne ændringer i reaktionstid at opgaven får "det rigtige" facit på 44 km/t.

X3. En ny kampagne: 20 = ?

Find ud af hvad der skal stå på spørgsmålstegnets plads. Nu kører den ene bil altså 20 km/t hurtigere end den anden (der stadig overholder fartgrænsen på 50 km/t).

X4. To biler: En tommelfingerregel

Trafiksikkerhedsfolk har opstillet et forslag til en let regel som kan fortælle hvilken afstand

der bør være mellem biler når de kører i kolonne: Ved 60 km/t skal afstanden være mindst 30 meter, ved 80 km/t skal afstanden være mindst 40 meter, og ved 100 km/t mindst 50 meter. *Afstanden i meter skal altså være det halve af hastigheden i km/t.* Reglen gælder ved kørsel på tør vej.

Afprøv reglen ved hjælp af *To biler*. Undersøg om reglen kan sikre at den bageste bil ikke kører ind i den forreste ved en katastrofeopbremsning. Undersøg følgende situationer:

- (1) To personbiler (2) To lastbiler (3) En af hver slags

Fastsæt selv data for bremseevne og reaktionstider, men husk at en lastbil har en mindre bremseevne end en personbil (kun ca. 60-70% af personbilens bremseevne).

X5. To biler på glatte veje

Opstil ved hjælp af programmet *To biler* en regel som den i foregående opgave, men nu for regnglatte veje.

X6. Hastigheden sættes op

Undersøg om reglen i opgave X4 også kan bruges ved hastigheder på 120 km/t og ved hastigheder på 200 km/t.

X7. Den kritiske afstand

Undersøg ved hjælp af *To biler* om du kan opstille en matematisk regel for hvad afstanden mellem de to biler skal være hvis der *ikke* må ske sammenstød mellem de to biler. I reglen kan indgå afstanden til forhindringen, bilernes bremselængder og bilernes reaktionslængder.

[Toppen af tema](#)

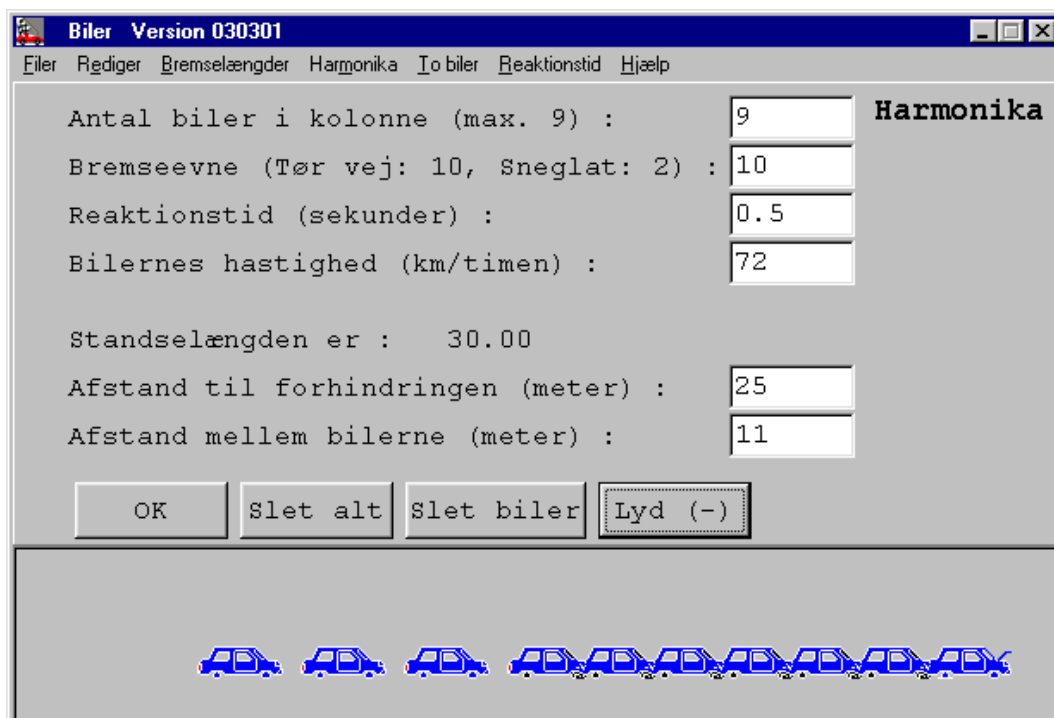
7. Programmet Harmonika

På veje med tæt trafik indtræffer engang imellem det man kalder et harmonika-sammenstød: En kolonne af biler kommer kørende, ofte med ret høj hastighed og med kort indbyrdes afstand. Pludselig bremser den første af bilerne op for at undgå en forhindring der dukker op på vejbanen. De efterfølgende biler må også bremse op, men på grund af den alt for korte afstand mellem bilerne sker der et sammenstød. Ikke blot kører bil nr. 2 op i bil nr. 1, men måske kører bil nr. 3 også op i bil nr. 2, bil nr. 4 op i bil nr. 3, osv.

Et sådant harmonikasammenstød kan i uheldige situationer komme til at omfatte en snes biler eller endnu flere.

Vi lader nu programmet se på en situation der kan give anledning til et harmonikasammenstød.

Vi går ind i menupunktet Harmonika.



Vi har her kørt HARMONIKA med følgende inddata:

Antal biler i kolonne: 9

Bilernes bremseevne: 10

Førernes reaktionstid: 0,5 sek.

Bilernes hastighed: 72 km/t

Inddata viser at kolonnen består af 9 biler, at bilernes bremseevne er 10 (tør vej), at førerens reaktionstid er et halvt sekund, og at bilernes hastighed i kolonnen er 72 km/t.

De 72 km/t svarer til 20 meter pr. sekund. I reaktionstiden på 0,5 sek. bevæger en bil sig altså 10 meter.

Programmet beregner nu først bilernes standselængde, altså den vejstrækning der gennemkøres fra bilens fører opdager en forhindring og til bilen er standset. Programmet udskriver i vort eksempel:

Standselængden er 30.00 meter

Dette tal er beregnet på grundlag af bilernes hastighed og bremseevne, og førerens reaktionstid. Beregningerne foretages helt som i programmet for BREMS.

Herefter skal programmet have de sidste inddata, nemlig oplysning om afstanden til den forhindring som får den første bil i kolonnen til at bremse op, og afstanden mellem bilerne i kolonnen. Vi benytter i vort eksempel følgende inddata:

Afstand til forhindringen: 25 meter

Afstand mellem bilerne: 11 meter

Af inddata fremgår at føreren af den første bil opdager forhindringen da hans bil er 25 meter fra forhindringen. Vi ser endvidere at bilerne i kolonnen kører med en indbyrdes afstand på 11 meter. I programmet går vi ud fra at denne afstand er den samme ned gennem hele kolonnen.

Tryk herefter på tasten OK. Programmet vil nu vise om der forekommer et harmonikasammenstød i kolonnen. Bilerne kommer ind på skærmen fra venstre, den første bil bremser for forhindringen og opbremsningen forplanter sig ned gennem kolonnen.

Forhindringen er en bil som var gået i stå midt på vejbanen. Skærbilledet viser at de seks første biler i kolonnen blev indblandet i et harmonikasammenstød, medens bilerne fra nr. 7 til nr. 9 nåede at standse uden at støde ind i den foregående bil.

Hvordan programmet er indrettet

Vi vil nu prøve at regne programmets resultater efter. Da bilernes standselængde er 30 meter, må der være en vejstrækning på mindst 30 meter foran en bil hvis den skal undgå et sammenstød.

Den første bil har kun en fri vejstrækning på 25 meter i det øjeblik bilens fører opdager forhindringen. Den kan altså ikke undgå et sammenstød med forhindringen.

Vi beregner nu den fri vejstrækning for bil nr. 2. Fra bil nr. 1 til forhindringen er der 25 meter, og mellem bil nr. 1 og nr. 2 er der 11 meter. Men heraf har bil nr. 2 allerede brugt de 10 meter inden føreren blev klar over at han skulle bremse. Der forløb jo en reaktionstid

på 0,5 sek. (svarende til en vejstrækning på 0 meter) inden føreren af bil nr. 1 trådte på bremsepedalen, og først da dette skete kunne føreren af bil nr. 2 begynde at reagere.

Vejstrækningen foran bil nr. 2 er altså kun $25 \text{ m} + 11 \text{ m} - 10 \text{ m} = 26 \text{ m}$.

Da vejstrækningen, der er til rådighed for bil nr. 2, således er mindre end standselængden på 30 meter, kan bil nr. 2 ikke undgå at støde op i bil nr. 1.

For de efterfølgende biler får vi ved tilsvarende beregninger:

Bil nr.	Vejstrækning til rådighed
3	$25 + 2 \cdot 11 - 2 \cdot 10 = 27 \text{ m}$
4	$25 + 3 \cdot 11 - 3 \cdot 10 = 28 \text{ m}$
5	$25 + 4 \cdot 11 - 4 \cdot 10 = 29 \text{ m}$
6	$25 + 5 \cdot 11 - 5 \cdot 10 = 30 \text{ m}$

Vi ser at i den forelagte situation vokser den fri vejstrækning med 1 meter for hver bil. Ved bil nr. 6 har den nået en størrelse på 30 meter, som netop er den nødvendige standselængde. Bil nr. 6 kunne således i teorien undgå at støde ind i bil nr. 5, men i praksis vil det nok ikke gå så godt, og vi har ladet edb-modellen vise sammenstød i denne grænsesituation.

Først fra bil nr. 7 er den fri vejstrækning klart større end den nødvendige standselængde. Fra bil nr. 7 forekommer derfor ingen sammenstød.

Øvelse

Beregn den fri vejstrækning for de biler der undgår sammenstød.

Prøv selv

Kør programmet HARMONIKA med nogle nye inddata:

Afstand til forhindring: 35 meter

Afstand mellem bilerne: 9 meter

De øvrige data er som før: 9 biler i kolonnen, bremseevne 10, reaktionstid 0,5 sek., og hastighed 72 km/t, altså 20 meter pr. sekund.

Undersøg hvordan sammenstødene nu indtræffer. Hvilke biler bliver indblandet i sammenstød?

Undersøg hvad der ville ske hvis bilernes indbyrdes afstand var 8 meter i stedet for 9 meter.

[Toppen af tema](#)

8. Opgaver til HARMONIKA

Opgave 1 Afprøv programmet

Du skal nu køre programmet med 9 biler, bremseevne 10, reaktionstid 0,5 sek., hastighed 72 km/t, og med følgende data for afstand til forhindring og afstand mellem bilerne:

1. Afstand til forhindringen: 25 m Afstand mellem bilerne: 9 m
2. Afstand til forhindringen: 35 m Afstand mellem bilerne: 11 m
3. Afstand til forhindringen: 30 m Afstand mellem bilerne: 9 m

Undersøg hvad der sker i de tre tilfælde.

Opgave 2 Kan du finde de rigtige løsninger?

I programmet benyttes følgende inddata: 9 biler, bremseevne 10, reaktionstid 0,5 sek., hastighed 80 km/t. Eksperimentér med programmet og prøv at finde sådanne inddata for afstanden til forhindringen og for afstanden mellem bilerne at kørslen af programmet giver følgende resultat:

1. Der forekommer ingen sammenstød i bilkolonnen.
2. Der forekommer sammenstød i hele bilkolonnen.
3. Der forekommer kun sammenstød i kolonnens forreste del.
4. Der forekommer kun sammenstød i kolonnens bageste del.

Til hver af de fire situationer er der mange mulige løsninger. Find et par stykker!

Opgave 3 Du arrangerer sammenstød.

I en bilkolonne kører 9 biler med en hastighed på 90 km/t. Kan du arrangere en opbremsningssituation hvor de tre forreste biler (og ikke andre) deltager i sammenstødet.

Opgave 4 Andre sammenstød

Samme situation som i opgave 3, men nu skal du give sådanne inddata at kun de tre bageste biler deltager i harmonikasammenstødet.

Opgave 5 Hvilke råd kan du give?

Prøv ved nogle kørsler af programmet at finde ud af hvordan bilernes hastighed indvirker på om et harmonikasammenstød indtræffer eller ej. Hvilken indbyrdes afstand vil du anbefale bilerne at holde i en kolonnekørsel der foregår på tør vej med en hastighed:

- (1) 50 km/t (2) 80 km/t (3) 100 km/t

Og hvilke råd vil du give hvis kørslen foregår på en regnglat vej med de samme hastigheder?

Opgave 6 Flere gode råd

Prøv ved nogle kørsler af programmet at finde ud af hvordan førernes reaktionstid indvirker på om et harmonikasammenstød indtræffer eller ej. Hvilken indbyrdes afstand vil du anbefale bilerne at holde i en kolonnekørsel der foregår med en hastighed på 100 km/t i følgende situationer:

- (a) tør vej, førernes reaktionstid 0,5 sek.
- (b) tør vej, førernes reaktionstid 2 sek.
- (c) regnglat vej, førernes reaktionstid 0.5 sek.
- (d) regnglat vej, førernes reaktionstid 2 sek.

Opgave 7 Den matematiske model

Edb-modellen i HARMONIKA er indrettet således at bil nr. N i kolonnen undgår at køre op i den foregående bil (eller i forhindringen, hvis der er tale om bil nr. 1) såfremt

$$F + (A - R) \cdot (N - 1)$$

er større end standselængden. I formlen står bogstaverne for:

F: afstand til forhindring

R: reaktionslængden

A: afstand mellem bilerne

N: bilens nr. i kolonnen (regnet forfra)

For den første bil, hvor $N=1$, ser vi at den slipper for at køre ind i forhindringen blot F er større end standselængden.

Kontroller ved nogle kørsler af HARMONIKA at edb-modellen er opbygget efter den givne formel.

Undersøg både situationer hvor A er større end R , og situationer hvor A er mindre end R .

Hvilken formel kan opstilles for de situationer, hvor $A=R$? Afprøv formelen i nogle situationer af denne art.

[Toppen af tema](#)

9. Matematiske modeller

Vi afslutter med en liste med ti gode råd vedrørende brugen af modeller. I dette tema har du arbejdet med en matematisk model af et stykke virkelighed, nemlig den virkelighed der har at gøre med bilers opbremsning i trafiksituationer. I andre EMMA-temaer arbejdes der med andre modeller, fx modeller vedrørende befolkningsudvikling, kødannelse i et supermarked og sygdomsforløb i en skoleklasse. De gode råd kan finde anvendelse hver gang du gør brug af en model ved løsningen af et praktisk problem.

Ti gode råd om brugen af modeller

1. Ingen kan forudsige virkeligheden med sikkerhed, heller ikke ved hjælp af en model.
2. At en model er kørt på computer gør ikke dens resultater mere rigtige.
3. En model er ikke sand eller falsk, men blot et mere eller mindre godt billede af virkeligheden.
4. En model kan være så forenklet at den ikke kan bruges til noget som helst.
5. En model kan være så raffineret at den ikke kan bruges til noget som helst.
6. En model kan måske fortælle hvordan det kunne gå, men aldrig hvordan det kommer til at gå.
7. En model kan ikke give løsningen på virkelighedens problemer, men den kan måske hjælpe dig til at nå frem til en løsning.
8. En model er kun et nyttigt værktøj for dig hvis du har kendskab til de forenklinger den bygger på.
9. Selv den bedste model kan ikke svare bedre end den bliver spurgt: Tåbelige inddata kan kun give tåbelige uddata.
10. Når en models resultater er i modstrid med virkeligheden, er det ikke virkeligheden det er galt med.

[Toppen af tema](#)
