

Tekniken i skolan 2018, Stockholm 2018-10-18

Vad är ett människoliv värt?

Göran Grimvall
KTH Fysik
grimvall@kth.se

Vi reflekterar över bl. a. följande frågeställningar som kopplar teknik till enkla matematiska modeller. Vad händer i en hiss för ”högst 8 personer eller 650 kg” om 12 personer går in? Vid mörker skall cykelbelysningen synas på 300 m håll, men vad är ”mörker” och alla ser ju inte lika bra? Vad är samhällskostnaden för förseningar i kollektivtrafiken? Hur kommer Trafikverket fram till värdet av ett sparat ”statistiskt människoliv” när man överväger att sätta upp viltstängsel eller mitträcken?

Svar och kommentarer finns sist i detta dokument

1 Brister hisslinan?

Vad händer i en hiss för ”högst 8 personer eller 650 kg” om 12 personer går in? Orsaken till att man anger antalet personer är naturligtvis att det går lätt och fort att räkna antalet medan det skulle vara svårt att uppskatta totala massan. Det finns normalt en sensor som känner av totala lasten och gör att hissen inte kan starta, samtidigt som en signal ges.

- I en hotellhiss kan man ha med sig tungt bagage? Tar skylten med maxantalet passagerare hänsyn till det?
- Med vilken faktor måste hisslinans bärförmåga minst överstiga hisskorgens tyngd vid full last?

2. Cykelbelysning

Enligt lag skall en cykel vid färd i mörker vara utrustad med
lykta med vitt eller gult ljus fram
lykta med rött ljus bak
vit reflex fram och röd reflex bak
orange gula eller vita reflexer åt sidorna

Eftersom cykeln måste ha belysning och reflexer bara vid färd i mörker kan man undra när det övergår från att vara ljust till att vara mörkt ute. Kravet gäller även om man cyklar där gatubelysningen är tänd, och även om det sker på en cykelbana i stället för på en gata för biltrafik.

- Skulle tänd gatubelysning kunna vara ett sätt att avgöra om det anses vara mörkt eller inte?
- Trafikverket föreskriver att belysningen fram och bak på cykeln skall tydligt kunna ses på 300 meters avstånd. Hur skall man tolka ett så precist formulerat krav?



3. Vilken motion kräver mest energi?

Antag att du vill motionera 40 minuter, och vill jämföra den totala energiåtgången. Lista de viktigaste bidragen för följande aktiviteter.

- Jogging på elljusspåret
- Skidåkning på konstsnöspår
- Tennis inomhus
- Simning i simhall

4. Hur adderar man personskador?

Svensk Försäkring är en organisation som har sammanställt tabeller över hur olika typer av invaliditet efter olycksfall skall värderas. Procentvärdena i tabellen från 2013 (finns på internet) avser total förlust och skulle kunna kallas tak- eller maximalvärden. Till exempel värderas amputation av en handled till 37 %, tumme 19 % och lillfinger 4 %, medan total synförlust värderas till 68 %. Ibland kan en skada drabba flera funktioner samtidigt. I den nämnda tabellen anges följande värden i samband med en ryggmärgsskada.

Total förlust av kontroll av urinblåsa 35 %

Total förlust av ändtarmskontroll 23 %

Total förlust av sexualfunktion 30 %

Total förlust av kontroll av både urinblåsa och tarm samt sexualfunktion 65 %

Uppenbarligen kan man inte beräkna värdet av en sammansatt skada som summan av värdena för de enskilda skadorna för då skulle totala invaliditeten kunna bli mer än 100 %.

- Vilket slags algoritm används för att komma fram till värdet 65 % ovan?

5. Värdet av en timmes restidsvinst i trafiken

De samhällsekonomiska förlusterna av förseningar har uppskattats till ca 10 miljarder kronor per år i Sverige (huvudsakligen i Stockholmsområdet), eller 1 000 kronor per invånare. På liknande sätt kan man uppskatta vinsterna av en förändring som gör att transporter av gods eller personer sker snabbare. Trafikverket ger regelbundet ut riktlinjer för detta.

Hur stort är det år 2018 av Trafikverket beräknade värdet (i 2014 års penningvärde) av inbesparad tid av normal åktid, anslutningsresor respektive byte av färdmedel, uttryckt kronor per persontimme vid:

- resa med buss, under arbetstid
- resa med buss, utanför arbetstid
- resa med bil, under arbetstid
- resa med bil, utanför arbetstid

6. Skall bussen stanna oftare?

Ibland låter man bussen hoppa över vissa hållplatser ("snabbussar"). Det sparar tid för passagerarna men, men också energi om bussen kan hålla jämn fart. Vad är störst i detta fall – det ekonomiska värdet av inbesparad restid eller den minskade energikostnaden?

7. Värdet av ett människoliv

Trafikverket har 2018 gett ut nya riktlinjer för värdet av ett så kallat statistiskt liv, som underlag för trafiksäkerhetshöjande åtgärder.

- Hur stort är detta värde i kronor?

8. Kostnaden för en trafikolycka?

Trafikverket ger ut riktlinjer för de kostnader som är förenade med en trafikolycka, som underlag för trafiksäkerhetshöjande åtgärder. Man skiljer mellan allvarlig personskada (som ger minst 1 % permanent medicinsk invaliditet) och ej allvarligt skadad där personen fått en skada som ger permanent medicinsk invaliditet mindre än 1 % invaliditet. Man delar upp totala kostnaden i *materiella skador* (sjukhusvård etc., produktionsbortfall, administration samt skador på fordon och annan egendom) och *riskvärdering* bestående av ett humanvärde som speglar uppoffringen på grund av fysiskt och psykiskt lidande för skadade.

- Hur stora är de uppskattade kostnaderna för allvarliga och icke allvarliga vägtrafikolyckor?
- Vilka är de största posterna för materiella skador (utöver egendomsskador) vid allvarliga olyckor?

Svar och kommentarer

Källor:

Sök på internet på <Trafikverket cykelbelysning>, på <Trafikverket värdet av ett människoliv> och på <Trafikverket Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1>.

Sök på Internet på <Medicinsk invaliditet Svensk Försäkring>

Se även diskussioner i böckerna G. Grimvall, *Teknikens väsen, Skolans teknikämne i tidigare skolor*, Studentlitteratur (2012) beträffande cykelbelysning och G. Grimvall, *Teknikens metoder, Skolans teknikämne i senare skolor*, Studentlitteratur (2014) beträffande tidsvinster, dödsfall och olycksfall i trafiken.

1. Det är samma slags skylt i hotell, typiskt med 80 kg per person. Om några har med sig stort bagage får nog inte lika många personer plats i hissen.

En hisslina ska ha en bärförmåga minst motsvarande tolv gånger hisskorgens tyngd med full last.

2. Kanske duger tänd gatubelysning i många fall som en tumregel, men ytterst blir frågan om ljus eller mörker en bedömning. Ibland kan man i tekniska sammanhang ange vissa gränsvärden som skiljer mellan två situationer, till exempel vad som bedöms som "ofarligt" eller "så riskfyllt att man måste vrida någon åtgärd", men de som kommit fram till dessa gränsvärden har naturligtvis också gjort en bedömning. Om vi håller oss till den nu aktuella frågan om ljus och mörker, så kan vi notera att inte ens tiden för solens upp- och nedgång är något absolut väldefinierat. SMHI räknar att solen gått ner då dess övre rand precis kommer under horisonten. Den Svenska Almanackan (en kalender utgiven av Almanacksförlaget, med astronomiska data med mera) räknar däremot solens nedgång som den tid då mittpunkten av solskivan når horisonten. Tiden för solens upp- och nedgång som publiceras i tidningar kan därför variera, beroende på vilken definition de valt.

Alla har inte lika god syn. Räcker det att "nästan alla" kan se ljuset på avståndet 300 meter? Vad menas då med "nästan alla"? Om det är disigt eller regnar blir sikten nedsatt. Gäller föreskriften inte i en sådan situation? Liksom i frågan om när det är mörkt ute så finns det gränsfall där två personer kan göra skilda bedömningar.

3. Resultatet kan givetvis skilja sig mycket från fall till fall, men bland annat följande faktorer kan behöva vägas in:
 Dusch efteråt, tvätt av kläder.
 Transport till platsen för motionspasset (gång cykel, bil, buss).
 Uppvärmning inomhusarena.
 Energiåtgång vid tillverkning av kläder och utrustning samt uppförande av byggnad.
 Kostnad för belysning minskar dock snabbt med LED-lampor.

- 4 Man använder så kallad kumulativ procentuell sammanvägning. Om en skada svarar mot 60 % så återstår 40 %. Om därefter ytterligare en skada värderad till 60 % tillkommer så blir dess effekt 60 % av återstående 40 %, d.v.s. totala resultatet blir $60\% + 24\% = 84\%$. I vårt fall ger kombinationen av tarmens och urinblåsans funktion $35\% + 0,65 \times 23\% = 35\% + 15\% = 50\%$. Tillkommer sedan 30 % av 50 % för sexualfunktionen blir slutresultatet $50\% + 15\% = 65\%$. Man kontrollerar lätt att de olika posternas ordningsföljd inte spelar någon roll.
- 5 Trafikverket anger kalkylvärdet (kronor per timme och person): buss under arbetstid 57, buss utanför arbetstid 35, bil, under arbetstid 93, bil utanför arbetstid 63.

Se diskussion om andra aspekter på samhällsekonomiska konsekvenser av olika trafiklösningar, t. ex. miljöfrågor, på Trafikverkets internetsida och i boken Teknikens metoder.

Värdena baseras bl. a. på resenärernas betalningsvillighet, d. v. s. hur mycket de skulle vilja betala för att göra tidsvinsten. Det är intressant att jämföra med trängselskatten i Stockholm, som mest 35 kronor klockan 7.30-8.29 och 16.00-17.29.

6. Vi gör en grov uppskattning för en fullsatt buss med 50 passagerare som stannar 1 minut för att släppa av en passagerare. Värdet av inbesparad restid är ca 1 kr/min, dvs ca totalt ca 50 kr, vilket räcker till ca 3 liter dieselbränsle. Det kan omöjligt gå åt 3 liter för ett enstaka stopp. Men med ökat antal passagerare som går av och minskat totalt antal passagerare ändras förhållandena snabbt. Dessutom gör de avstigande passagerarna en tidsvinst om bussen stannar för dem. Frågeställningen är uppenbarligen komplex, även om vi bara tar hänsyn till restid och bränsleåtgång.
7. Trafikverket nästan fördubblade kalkylvärdet år 2018 och anger nu 40,5 Mkr, i linje med nivån i många andra länder. Värdet av produktionsbortfall anges till ca 6 Mkr.

Se diskussion om etiska frågor etc. på Trafikverkets internetsida och i boken Teknikens metoder.

8. Kostnader för allvarligt skadad: $0,95 + 11,90 = 12,85$ miljoner kronor.
Kostnader för ej allvarligt skadad: $0,04 + 4,20 = 4,24$ miljoner kronor.
Kostnaden gäller inte bara sjukhusvård och produktionsbortfall utan till största delen av sänkt livskvalitet för återstoden av livet, se tabell från Trafikverket nedan.

Från Trafikverket: Tabell 9.5 Övriga kostnader (Materiella kostnader) - Kostnader per genomsnittlig individ för vägtrafikolyckor. Tusen kronor per allvarligt skadad person, i 2014 års prisnivå.

Slutenvård	73,3
Öppenvård (exkl. primärvård)	11,9
Läkemedel	3,2
Primärvård, sjukgymnast etc	8,9
Informell omsorg i hemmet	42,8
Formell omsorg i hemmet	61,3
Särskilt boende och vårdhem	0,6
Transport	2,4
Produktionsbortfall	746,7
Totalt per person	948,6