

# HOE WEET MIJN TOMTOM DE WEG TE VINDEN...?

BAREND KÖBBEN



# Hoe weet mijn TomTom de weg te vinden...?



Dirkjan

Door Mark Retera

# Hoe weet mijn TomTom de weg te vinden...?

---

Omdat het een apparaat is dat ...

# Hoe weet mijn TomTom de weg te vinden...?

---

Omdat het een apparaat is dat ...

... weet waar op aarde het is:

***plaatsbepaling met satellieten***

# Hoe weet mijn TomTom de weg te vinden...?

---

Omdat het een apparaat is dat ...

... weet waar op aarde het is:

*plaatsbepaling met satellieten*

... op die aarde straten en plaatsen kent:

*geodata*

# Hoe weet mijn TomTom de weg te vinden...?

---

Omdat het een apparaat is dat ...

... weet waar op aarde het is:

***plaatsbepaling met satellieten***

... op die aarde straten en plaatsen kent:

***geodata***

... daar adressen aan kan koppelen:

***geocoding***

# Hoe weet mijn TomTom de weg te vinden...?

---

Omdat het een apparaat is dat ...

... weet waar op aarde het is:

***plaatsbepaling met satellieten***

... op die aarde straten en plaatsen kent:

***geodata***

... daar adressen aan kan koppelen:

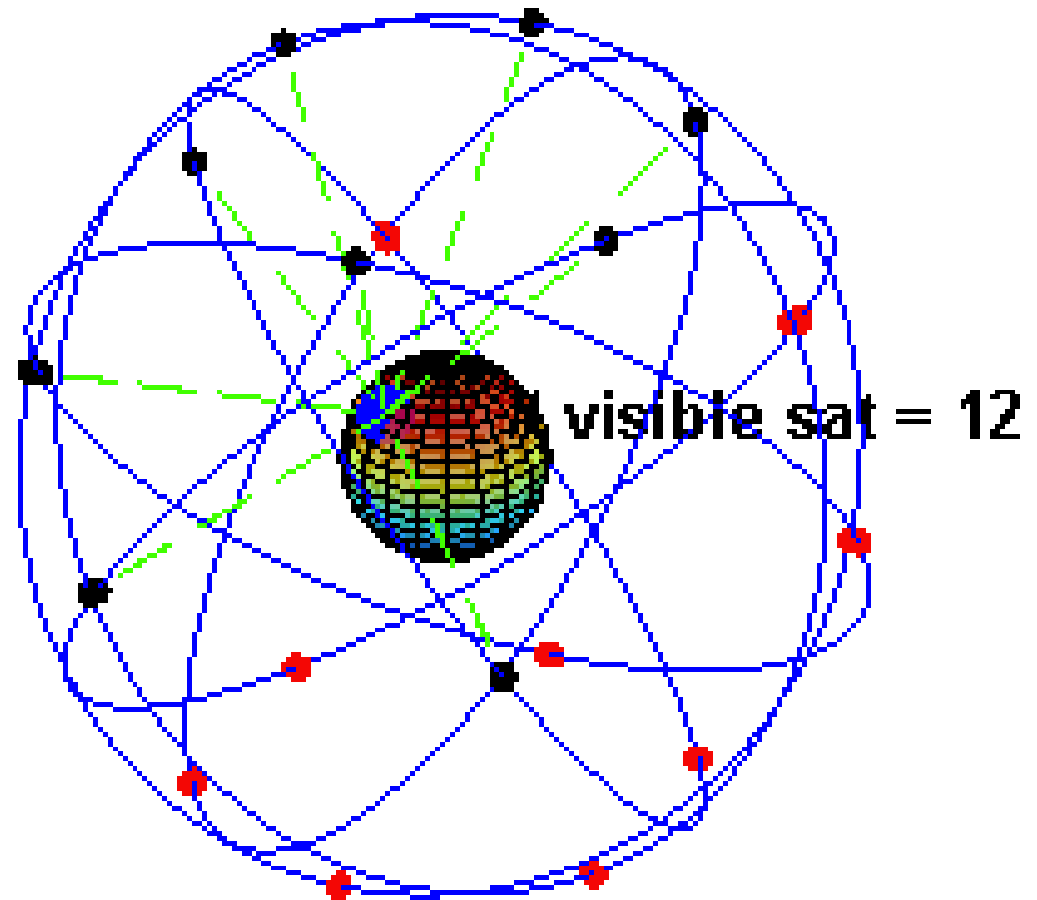
***geocoding***

... en routes kan berekenen:

***netwerk navigatie***

# Plaatsbepaling met satellieten

satellieten in een omloopbaan rond de aarde





# Plaatsbepaling met satellieten

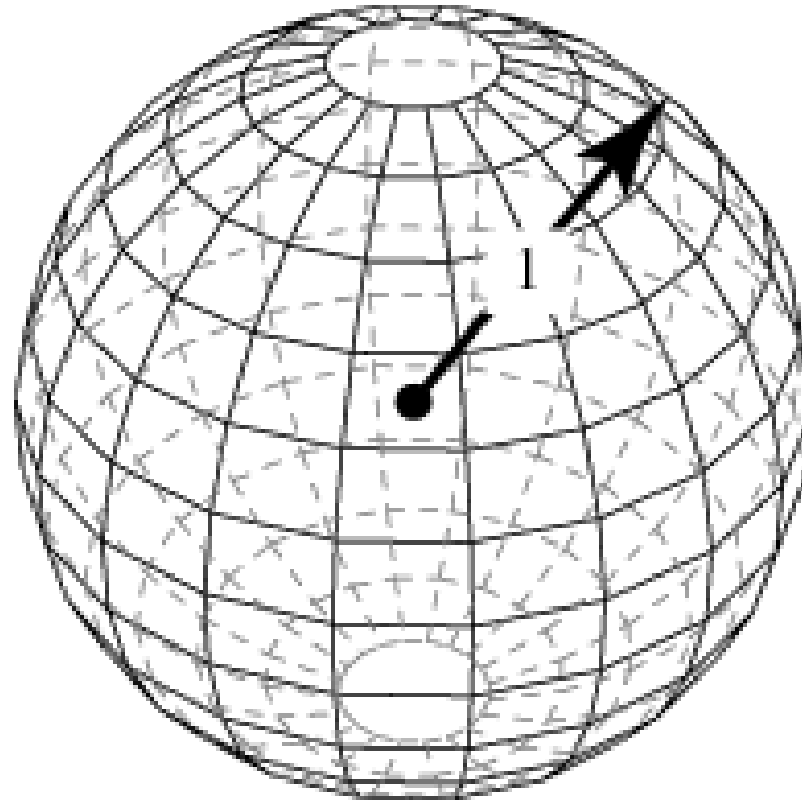
hoe weet zo'n satelliet waar je bent?



Hoe weten ze dat, pap, we weten het toch zelf niet eens...?

# Plaatsbepaling met satellieten

- elke satelliet laat weten **hoe laat** het is
- de ontvanger weet dan:
  - **waar** die satelliet is (baan is bekend en stabiel)
  - **hoe ver** die satelliet weg is (tijdsverschil / snelheid licht)



# Plaatsbepaling met satellieten

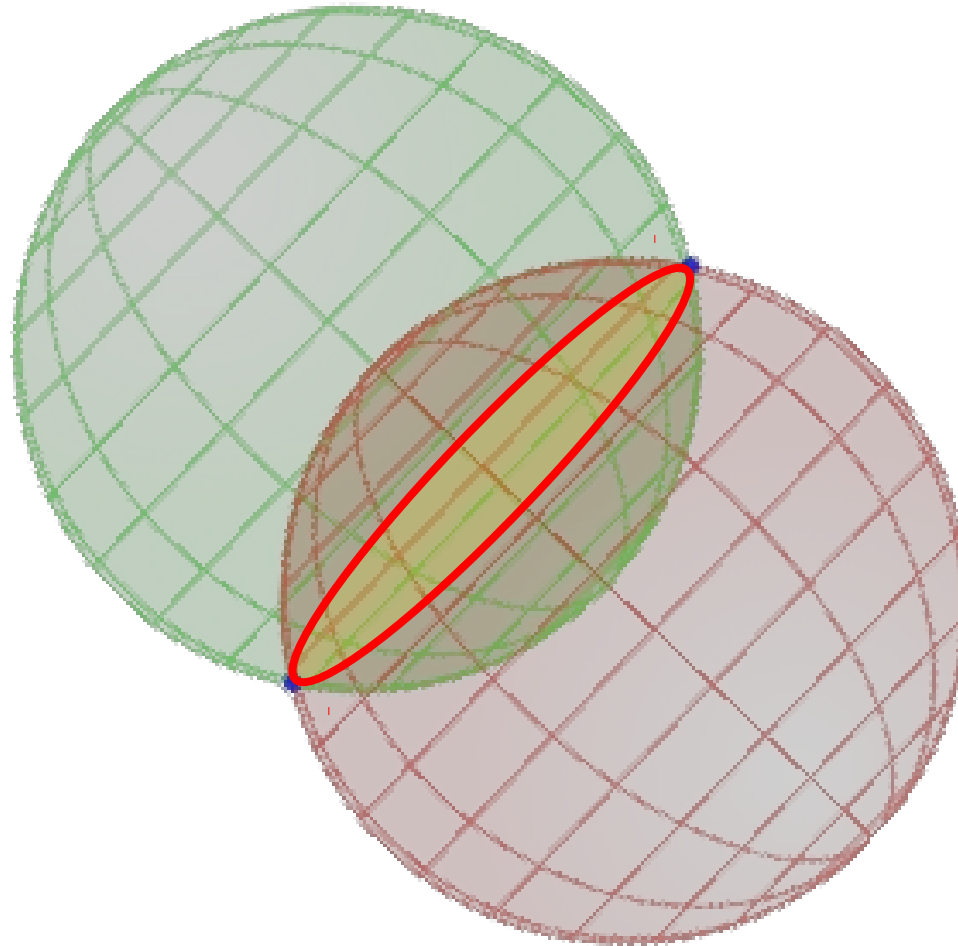
- hoe meer satellieten, hoe precieser je plaatsbepaling
  - I: je zit ergens op een **bol**



# Plaatsbepaling met satellieten

---

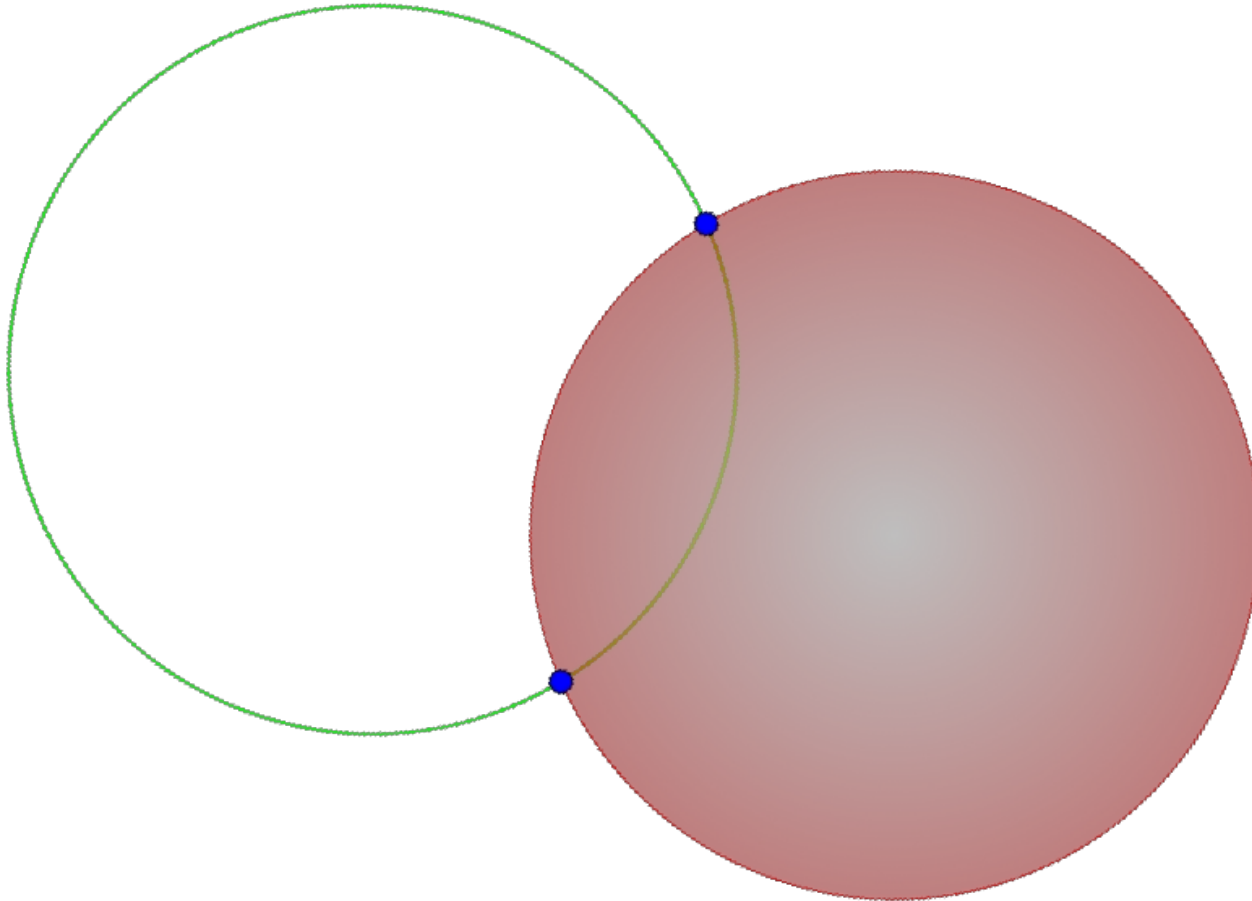
- hoe meer satellieten, hoe precieser je plaatsbepaling
  - 1: je zit ergens op een **bol**
  - 2: bol + bol: je zit ergens op een **cirkel**



# Plaatsbepaling met satellieten

---

- hoe meer satellieten, hoe precieser je plaatsbepaling
  - 1: je zit ergens op een bol
  - 2: bol + bol: je zit ergens op een **cirkel**
  - 3: cirkel + bol: je zit op 1 van  **twee punten**



# Plaatsbepaling met satellieten

---

- hoe meer satellieten, hoe precieser je plaatsbepaling
  - 1: je zit ergens op een bol
  - 2: bol + bol: je zit ergens op een **cirkel**
  - 3: cirkel + bol: je zit op 1 van  **twee punten**
  - 4: twee punten + bol: je zit op  **één punt**



# Plaatsbepaling met satellieten

## Global Positioning System (GPS)

- militair systeem van de VS
- 1 mei 2000: *selective availability* uitgezet, daardoor ook voor civiele toepassingen nauwkeurig tot **±20m.**

Alternatieven in de maak: Glonass (Rusland – in reparatie) Galileo (EU - 2014), Compass (China - 2020)

# Plaatsbepaling met satellieten

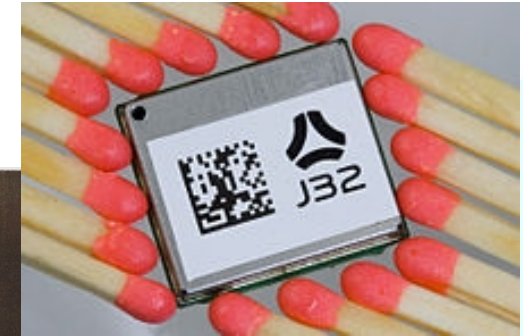
1989: testbus Carin ( $\pm$  1 mln gulden)





# Plaatsbepaling met satellieten

1989: testbus Carin ( $\pm$  1 mln gulden)



2011:  
sirf3 chip  
( $\pm$  € 15)



# Geodata

---

*waar ben ik....?*

- alleen een locatie op de aardbol is waardeloos



# Geodata

*waar ben ik....?*

- alleen een locatie op de aardbol is waardeloos

*waar is de rest....?*



# Geodata

---

ook nodig voor verbetering nauwkeurigheid

- 20m nauwkeurig is genoeg als je weet dat je een weg volgt...



# Geocoding

---

computers werken met absolute **locatie**

- xy coördinaten: 245599, 12928383
- $\lambda$  en  $\phi$ : 52° 13' 24.675" N, 6° 53' 7.641"

mensen denken in relatieve beschrijvingen  
en **adressen**

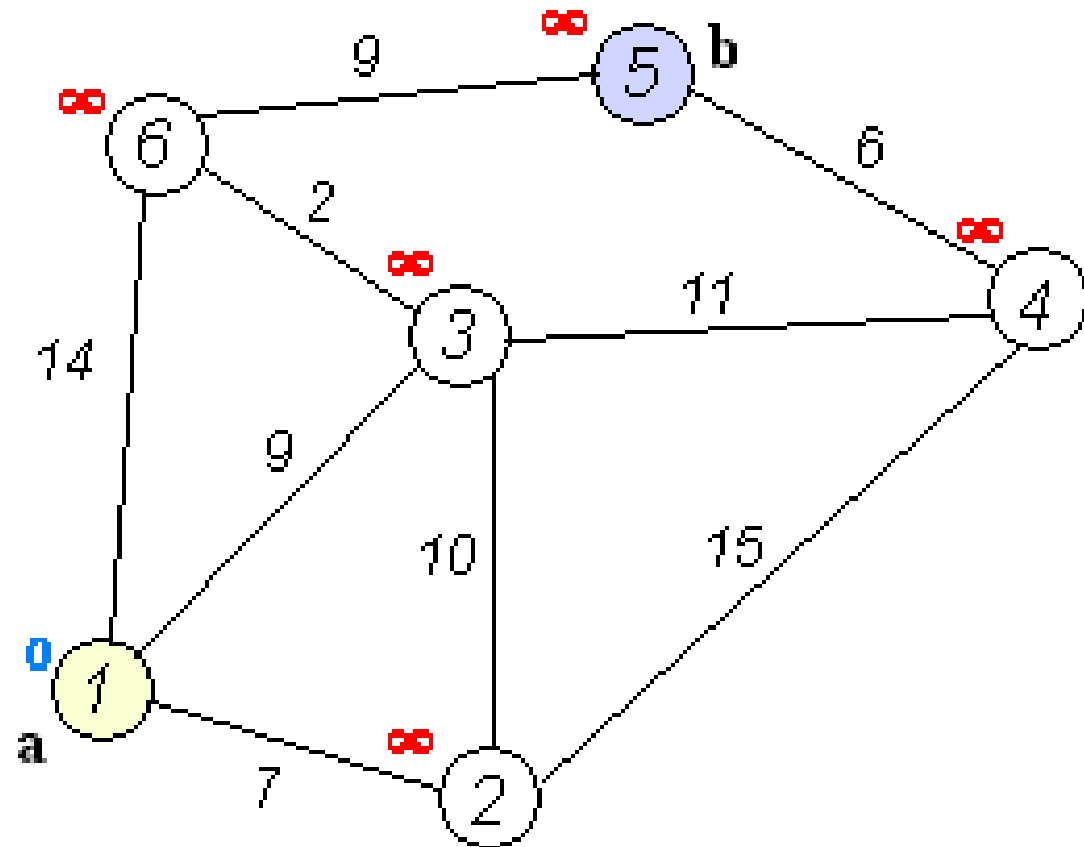
- straatadres: *Soendastraat 45, Enschede*
- postcode: *7512 DV*
- (plaats)naam: *hotel de Gouden Leeuw*

Geocoding is het omzetten van adressen in locaties

# Netwerk navigatie

De weg van *hier* naar *daar*...

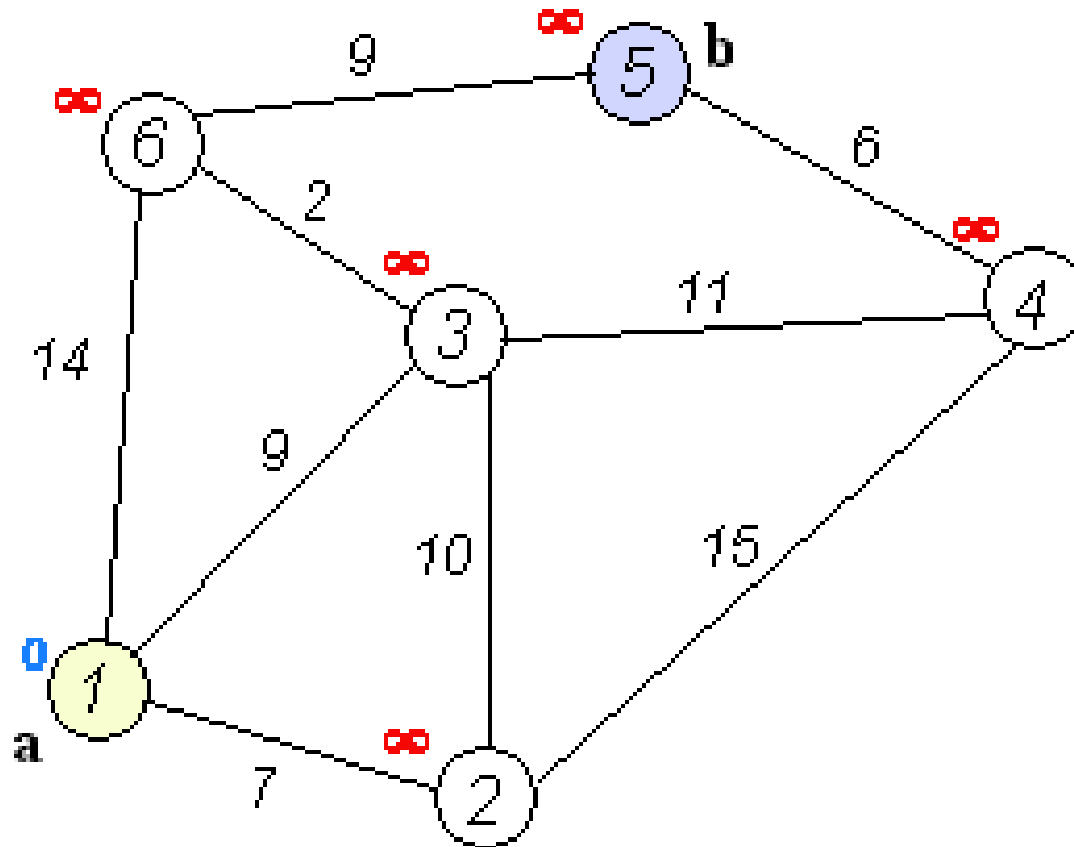
- uit de geodata maak je een (wegen)netwerk (wiskundig: een *graaf*)
- elke plek waar je kan kiezen uit meerdere richtingen is een beslispunt (*knoop*)
- elke weg is een verbinding (*tak*)
- elke verbinding heeft een kostenfactor, bv. afstand, tijd of verbruik (*gewicht*)



# Netwerk navigatie

de verbinding met de laagste kosten kan nu eenvoudig wiskundig worden bepaald...

- met het algoritme van Dijkstra (1959) of variaties daarop



---

Stop de besproken benodigdheden in een doosje:

- GPS ontvanger
- Geodata van (een deel van) wereld
- Geocoding tabellen en software
- Netwerknavigatie software

met een computer die alles aan elkaar knoopt en een **interface** naar de mens biedt

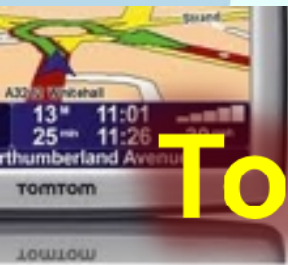


# Interface



En je hebt...

... (auto) navigatiesystemen!



**TomTom**



**Garmin**



**Medion**



**VDO  
Dayton**



**Mio**

**MapSonic**



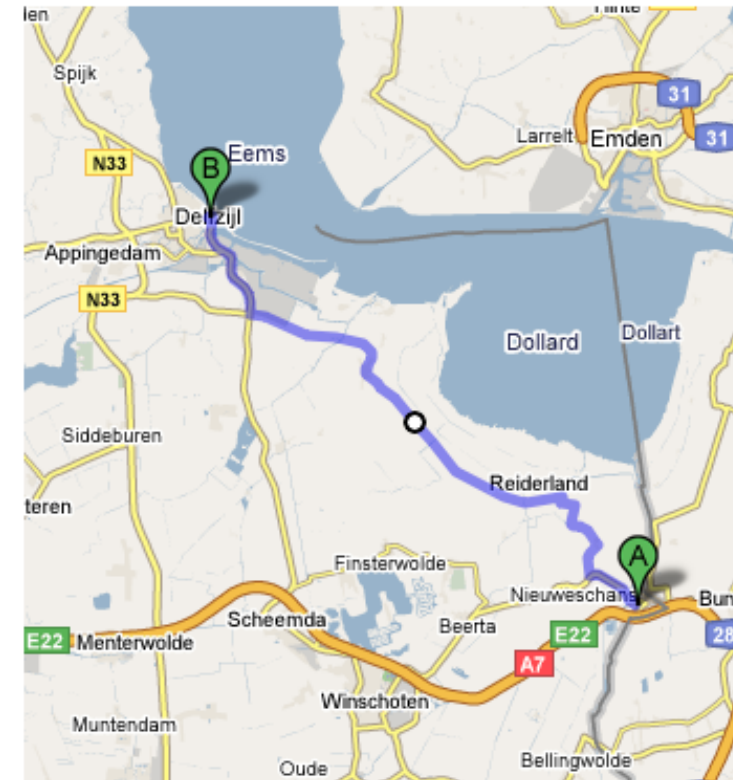
**Navigon**



# ... en de nodige problemen...



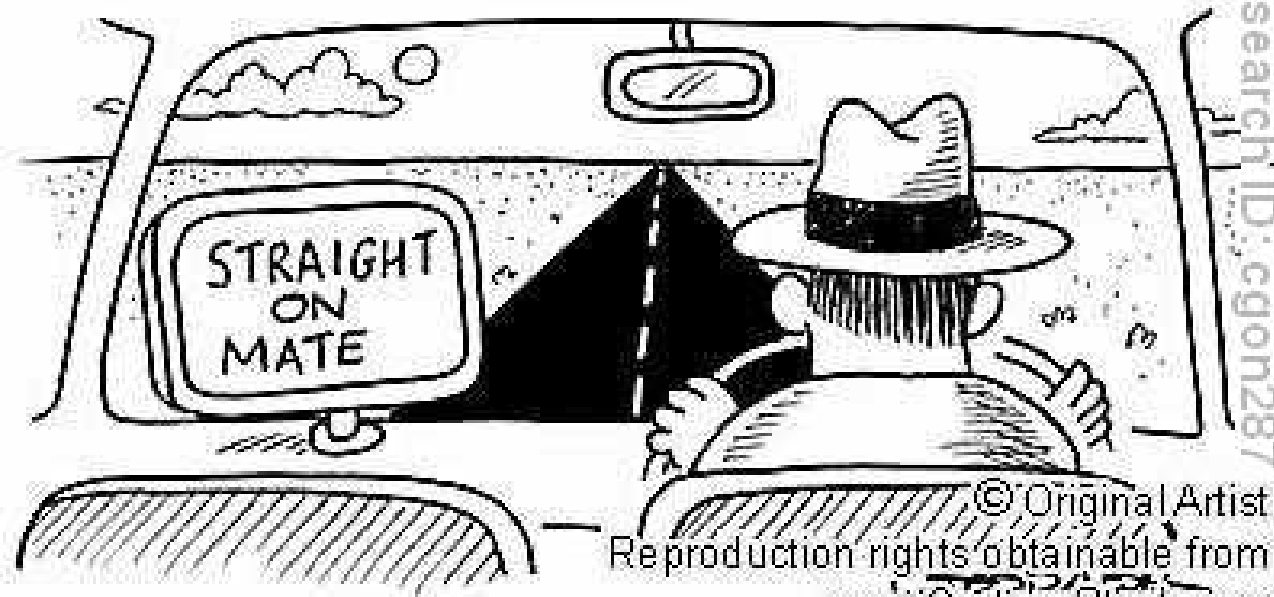
In September 2006, villages around Dutch municipality Delfzijl filed a complaint about truck drivers, mostly new to the region, using their navigation systems and causing dangerous speeding situations. On the trajectory from Nieuweschans to Delfzijl, drivers can skip forty kilometers if they choose the shortest route algorithm. The downside is that on large parts of the trajectory the speed limit is only thirty or fifty kilometres per hour. Local Theo Nijland from the village of Woldendorp says: 'most truck drivers usually drive eighty kilometres an hour and started to hit the breaks just before a turn'.



... en de nodige problemen...



# AUSTRALIAN SAT NAV



search ID: cgon287