

SNELHEID

LEEFTIJDEN DOELGROEP

In het secundair onderwijs, bij de studie van snelheid (2^e graad SO basisvorming doorstroom en dubbele finaliteit: eindtermen 6.41 (bewegingen), 6.42 (krachten), 6.44 en 6.45 (energieomzettingen) en 6.51 (wetenschappelijk onderzoek) - 2^e graad SO basisvorming arbeidsmarktfinaliteit: eindterm 6.12

(fenomeenverklaring) – 3^e graad SO basisvorming wetenschappen doorstroom en dubbele finaliteit: eindtermen 6.39 (wetten van Newton) en 6.44 (wetenschappelijk onderzoek) – 3^e graad SO basisvorming wetenschappen arbeidsgerichte finaliteit: eindterm 6.12 (fenomeenverklaring).

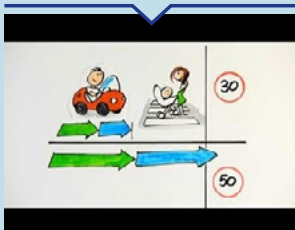
OM TE BEGINNEN

> Dit filmpje kan aan de leerlingen

getoond worden als inleiding

op het thema

<https://youtu.be/dbYG2HXQXQE>



ALGEMENE DOELSTELLINGEN

- Als bestuurder inzien dat het verminderen van de snelheid een doorslaggevende invloed kan hebben op het risico en de ernst van een ongeval, terwijl de reistijd eigenlijk nauwelijks wordt beïnvloed.
- Als bestuurder beseffen dat snelheid een invloed heeft op de reactietijd/-afstand, de remtijd/-afstand en dus op de tijd en de afstand om een voertuig tot stilstand te brengen.
- De remafstand van een voertuig kunnen berekenen.
- Als bestuurder weten dat de massa en snelheid van een voertuig een rechtstreekse invloed hebben op het risico en de ernst van een ongeval.
- Als bestuurder beseffen dat afleiding en het gebruik van drugs, alcohol of medicatie verzwarende factoren zijn voor jezelf en andere weggebruikers, die de reactietijd en dus de remafstand van een voertuig beïnvloeden.
- Als voetganger of andere kwetsbare weggebruiker beseffen dat het verkeerd inschatten van de snelheid van een naderend voertuig en de beschikbare tijd om over te steken tot ernstige ongevallen kan leiden.

Deze fiche kan afzonderlijk worden gebruikt of als onderdeel van het onderzoek of rollenspel dat in de inleiding wordt voorgesteld.

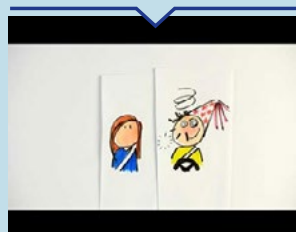
Opmerkingen

Afleiding en het gebruik van psychotrope stoffen worden beschouwd als verzwarende factoren.

De volgende filmpjes leiden deze factoren in:

<https://youtu.be/45aSn6SZWhU>

<https://youtu.be/76ZlgIM-kqg>



OEFENINGEN

1. Het verlagen van de snelheid en de reistijd

DOELSTELLING

Als bestuurder inzien dat het verminderen van de snelheid een doorslaggevende invloed kan hebben op het risico en de ernst van een ongeval, terwijl de reistijd eigenlijk nauwelijks wordt beïnvloed.

Opmerking: deze eerste oefeningen zijn eenvoudig en helpen om te kijken of de leerlingen het snelheidsbegrip onder de knie hebben.

Op het vlak van verkeersveiligheid is in dit stadium van de reeks het verzwarende effect van snelheid bij ongevallen nog niet vastgesteld, ook al wordt het door de leerlingen wel aanvaard. Dit wordt in de onderstaande oefeningen behandeld samen met verzwarende factoren als afleiding en het gebruik van psychotrope stoffen.

OPGAVE VOOR DE LEERLINGEN

- 1 Bereken de gemiddelde snelheid van een voertuig dat er 48 minuten over doet om van Brussel naar Luik te rijden (ongeveer 95 km).
- 2 Bereken nu de tijd die "verloren gaat" als de gemiddelde snelheid wordt verlaagd naar 85 km/u.
- 3 Bereken de tijd die een weggebruiker "wint" als hij beslist om 130 km/u te rijden op hetzelfde traject.

OPMERKING:

Deze vragen kunnen van tevoren worden gesteld, nog vóór de berekening. Hoeveel tijd zou verloren gaan als de snelheid van het voertuig iets verlaagd wordt? Of door een snelheidsovertreding te begaan?

2. Oefeningen over afstand en stoptijd

DOELSTELLING

Als bestuurder beseffen dat snelheid een invloed heeft op de reactietijd/-afstand, de remtijd/-afstand en dus op de tijd en de afstand om een voertuig tot stilstand te brengen.

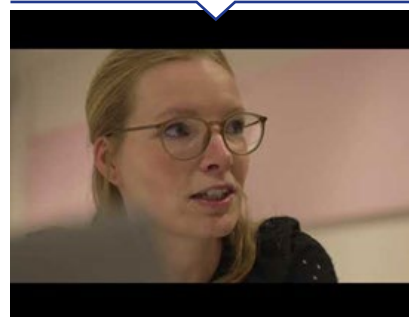
Opmerking: hierbij is het belangrijk om te wijzen op het verzwarende effect van afleiding en psychotrope middelen.

INLEIDING

De remafstand van een voertuig is de afstand die het aflegt, eerst tijdens de reactietijd en aansluitend tijdens de remtijd.

In het volgende filmpje wordt uitgelegd wat de reactietijd is:

<https://youtu.be/ZkM-GrSzWmw>

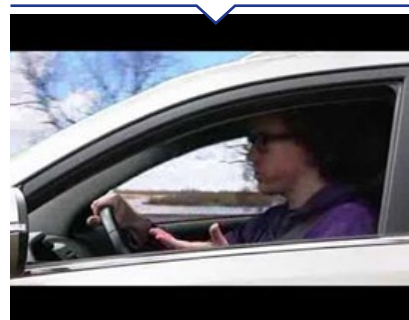


In het volgende filmpje wordt uitgelegd wat de remafstand is.

<https://youtu.be/t00BxwrHVIs>

+ <https://youtu.be/5XBopG190MI> (reactieafstand)

+ <https://youtu.be/SPOHLD7BO-s> (remweg)



OPGAVE VOOR DE LEERLINGEN

1

Stel dat een voertuig rijdt tegen een snelheid van 50 km/u in een schoolomgeving en de bestuurder één seconde nodig heeft om te reageren en te beginnen met remmen. Hoeveel bedraagt de afgelegde afstand gedurende deze reactietijd? Vergelijk deze met de afstand die in dezelfde tijd wordt afgelegd als het voertuig 30 km/u zou rijden.

2

Het gebruik van drugs (alcohol inbegrepen) verhoogt de reactietijd. Maak dezelfde vergelijking als hierboven met een reactietijd van bijvoorbeeld 3 seconden.

3

Vergelijk de afstand die is afgelegd tijdens de reactietijd van iemand die onder invloed is (bijvoorbeeld een reactietijd van 3 s) en zegt dat hij voorzichtig rijdt tegen 30 km/u met de afstand afgelegd door iemand die met een te hoge snelheid rijdt maar niet onder invloed is ($t = 1$ s).

OPMERKING:

- De tijd van 3 seconden werd willekeurig gekozen. Zelfs een "gangbaar" alcoholgebruik leidt al snel tot een verdubbeling van de reactietijd. Anderzijds kan de reactietijd gewoon te wijten zijn aan afleiding, zoals een blik op de mobiele telefoon of een passagier.
- Van de leerlingen wordt verwacht dat ze de bovenstaande vergelijkingen in zinnen neerschrijven.

4

Vergelijk de afstand die een voertuig tegen 50 km/u aflegt op "schoon, droog asfalt" en op "natte straatstenen". Met hoeveel wordt deze afstand vermenigvuldigd?

- Maak dezelfde berekeningen bij 30 km/u.
- Maak dezelfde berekeningen bij 120 km/u, waarbij je deze keer de afstand ten gevolge van de reactietijd optelt (hier $t = 3$ s om afleiding en/of drugsgebruik te simuleren).

5

Bereken de snelheid waarmee je bij regenweer ("gemiddeld nat wegdek") zou moeten rijden om bij 120 km/u over dezelfde afstand tot stilstand te komen als bij droog weer ("schoon, droog asfalt").

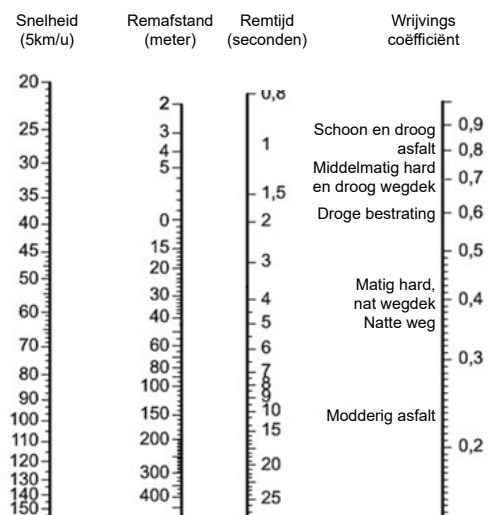
6

Stel dat een voertuig zich verplaatst met een snelheid van 50 km/u, bijvoorbeeld in een stedelijke omgeving. Kan het dan een voetganger ontwijken die op 30 meter van het voertuig opdoemt bij nat weer ("gemiddeld nat wegdek"), met een reactietijd van 1 seconde voor de bestuurder?

DE REMWEGGRAFIEK VAN DEVILLIERS

De reactietijd is niet de enige tijd die een rol speelt bij het remmen van het voertuig. Het voertuig stopt immers niet onmiddellijk wanneer de bestuurder het rempedaal intrapt.

De remweggrafiek van Devilliers toont de remafstand en -tijd als je de snelheid van het voertuig en de "gripcoëfficiënt" van de weg kent. Om de remafstand/-tijd te berekenen, trek je een lijn tussen de snelheid en de gripcoëfficiënt en lees je op de snijpunten de schaalverdeling voor de "remafstand" en de "remtijd" af. Een voertuig dat bijvoorbeeld 88 km/u rijdt, heeft ongeveer 3,5 seconden nodig om tot stilstand te komen op een weg met een "gemiddeld droog wegdek". De afgelegde afstand bedraagt dan ongeveer 45 m, de afstand afgelegd tijdens de reactietijd niet meegerekend.



Figuur: Remweggrafiek van Devilliers voor snelheden van 20 tot 150 km/u

Het volgende filmpje illustreert het doorslaggevend effect van een "klein" snelheidsverschil op de remafstand van een voertuig:

<https://youtu.be/NNaJxrILVg>



7

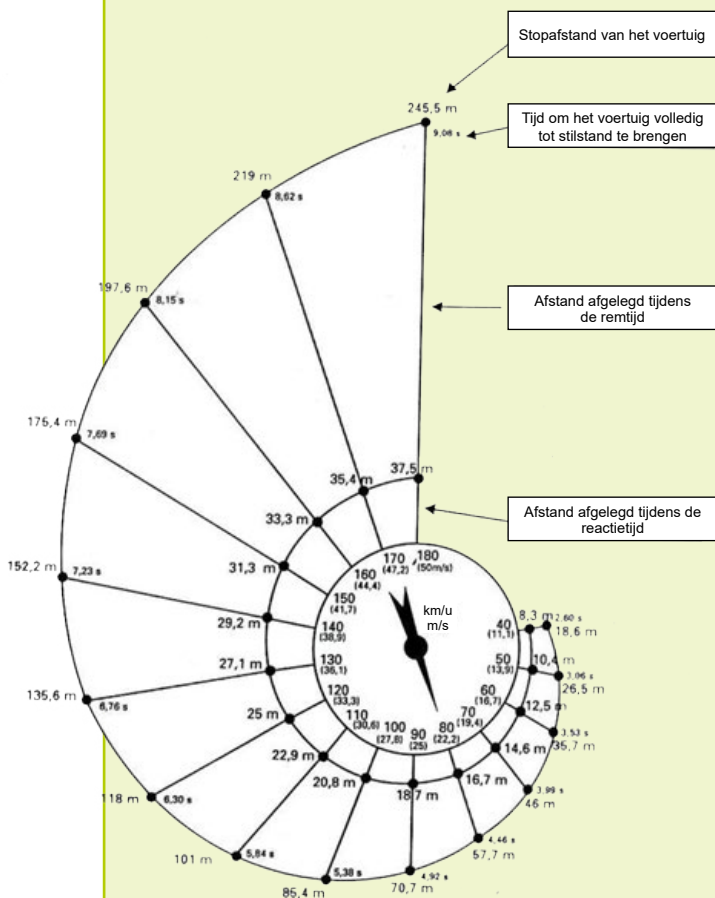
Op autosnelwegen worden de rijstroken gescheiden door onderbroken witte strepen. Ze zijn 39 m lang en liggen 14 m uit elkaar.

Tijdens het rijden wordt sterk aangeraden om een afstand van ongeveer 70 meter tussen twee voertuigen te laten (= de afstand die in 2 seconden wordt afgelegd)*.

Verklaar (met berekeningen) deze aanbeveling voor een toegestane maximumsnelheid op de autosnelweg van 120 km/u. Vergelijk dit met een bestuurder die slechts één streep tussen de twee voertuigen laat. Mogelijk hulpmiddel: bedenk dat het voertuig dat voor je rijdt plots zou kunnen stoppen.

Nota: Om deze afstand te berekenen, raden we aan de "2 krokodillen"-techniek te gebruiken.

Om dit te doen, kies je een markering langs de weg en begin je "1 krokodil, 2 krokodillen" te tellen zodra het voertuig voor ons deze markering passeert. Als ons voertuig deze markering passeert voordat we klaar zijn met het tellen van de 2^e krokodil, betekent dit dat we te dicht bij het voertuig voor ons zijn.



Figuur: Slakdiagram dat de afstanden en tijden toont die een voertuig nodig heeft om tot stilstand te komen, afhankelijk van zijn snelheid. Bron: velobuc.free.fr

8

Dit is een grafische voorstelling van de afstanden die een voertuig bij verschillende snelheden aflegt bij het remmen op een gegeven weg.

- Vul de onderstaande tabel aan met de overeenkomstige waarden uit de grafiek.
- Teken uit deze tabel een grafiek van de reactie-, rem- en stopafstanden in functie van de beginsnelheid. Zijn de waarden recht evenredig?
- Met hoeveel wordt de remafstand vermenigvuldigd als de snelheid verdubbelt? Bij een verdrievoudiging? Verviervoudiging?
- Wat toont het slakdiagram? Schrijf je antwoord als tekst neer, geïllustreerd met voorbeelden uit de grafiek.

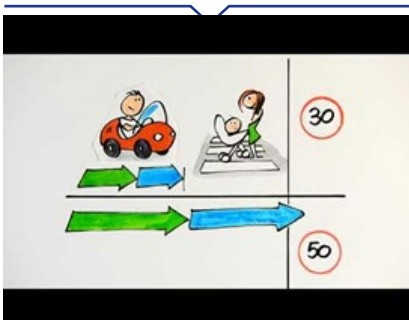
Snelheid (km/u)	Reactieafstand	+	Remafstand	+	Stopafstand
40					
50					
100					
120					
150					
160					
180					



3. Oefeningen rond kinetische energie en het verband hiervan met ongevallen

Dit filmpje kan de invloed van kinetische energie tonen bij ongevallen.

<https://youtu.be/dbYG2HXQXQE>



OPGAVE VOOR DE LEERLINGEN

1

Een voertuig verplaatst zich op de snelweg met een snelheid van 110 km/u. Als door een plotselinge botsing de snelheid van het voertuig "ogenblikkelijk" daalt tot 0 m/s en als alle energie gebruikt zou worden om het voertuig op te tillen, zou het tot een hoogte van ongeveer 48 m omhoog gaan. Controleer deze bewering.

2

Wanneer een voertuig betrokken is bij een plotselinge botsing, kan gesteld worden dat zijn snelheid ogenblikkelijk verandert van een willekeurige snelheid "v" naar nul. Deze vertraging komt overeen met een verschil in kinetische energie. Als deze kinetische energie onveranderd zou worden omgezet in potentiële energie, zou dat overeenkomen met een val van het voertuig en een persoon vanaf een zekere hoogte.

- Bereken de equivalente "valhoogte" als een voetganger van 60 kg wordt geraakt door een voertuig van 1 ton met een snelheid van 30 km/u, 50 km/u en 60 km/u.
- Bespreek de verandering in energie en hoogte bij een verdubbeling van de snelheid.
- Bespreek de verandering in energie en hoogte bij een verdubbeling van de voertuigmassa (bijvoorbeeld tussen een kleine stadsauto en een SUV).

3

Heeft de bestuurder van de kleine auto gelijk als hij zichzelf beschermt? Met andere woorden, hangt de ernst van de klap bij een ongeval af van de massa van de voertuigen?



"Ik ben minder bang voor SUV's nu ik dit apparaatje heb geïnstalleerd."
Tekening : Tom Lewalle

Je dient je antwoord wetenschappelijk te verantwoorden.

MOGELIJKE PROCEDURE

- Bespreek en wissel ideeën uit om te zeggen wat je denkt.
- Bedenk en schrijf het protocol voor een eenvoudig, realistisch experiment (met gemakkelijk te verkrijgen materiaal) om je idee te bevestigen of te weerleggen. (Denk er bij het uitwerken van een experiment aan dat je maar één factor tegelijk laat variëren. Welke factor moeten we in dit geval laten variëren? Wat zijn de verwachte resultaten? Wat moet er gemeten worden?).
- Verantwoord je resultaten door te verwijzen naar de wet van kinetische energie:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Voorbeeld van een conclusie bij oefening 3

Bij een aanrijding neemt de vrijkomende kinetische energie toe in verhouding tot de massa van het voertuig en de beginsnelheid. Hoe groter de massa van de betrokken voorwerpen, des te groter de gevolgen van de botsing wat betreft materiële schade en letsel.

Volgens de wet van de kinetische energie is de energie die vrijkomt bij een aanrijding recht evenredig met de massa van het voorwerp dat de aanrijding veroorzaakt. In de formule geldt: als m verdubbelt, verdubbelt ook E.

BIJLAGE

Theoretische elementen van de verkeersveiligheid

SNELHEID EN VERKEERSVEILIGHEID

Snelheid is één van de voornaamste oorzaken van verkeersongevallen. Internationale studies gaan uit van 10-15% van alle ongevallen en 30% van de dodelijke ongevallen.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest vallen er jaarlijks tientallen doden en zwaargewonden als gevolg van te hoge snelheid.

Waarom rijdt men te snel?

De voornaamste redenen zijn:

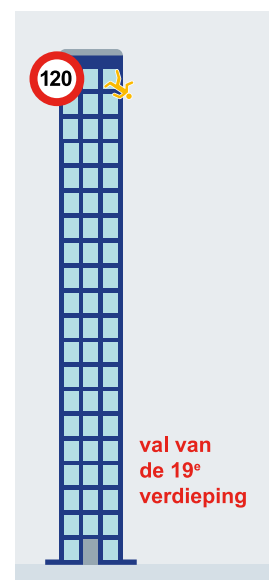
- Om zich aan te passen aan het omringende verkeer
- Omdat men gehaast is
- Voor het plezier
- Onbewust

Uit onderzoek blijkt duidelijk dat er een verband bestaat tussen een verhoogde snelheid en het risico op een ongeval.

Het risico op een ongeval neemt zelfs veel meer toe dan de snelheid zelf (5% meer snelheid verhoogt het risico op een ongeval met veel meer dan 5%).

Artikel 10.1 van de Wegcode stelt:

“Elke bestuurder moet zijn snelheid regelen zoals vereist wegens de aanwezigheid van andere weggebruikers, in het bijzonder de meest kwetsbaren, de weersomstandigheden, de plaatsgesteldheid, haar belemmering, de verkeersdichtheid, het zicht, de staat van de weg, de staat en de lading van zijn voertuig; zijn snelheid mag geen oorzaak zijn van ongevallen, noch het verkeer hinderen.”



Tot 10 km/u te snel rijden kost 53 euro.

+ 11 euros extra voor elke extra km/u binnen de bebouwde kom;

+ 6 euros extra voor elke extra km/u op andere wegen.

Als algemene regel zijn zwaardere straffen voorzien, met ontzegging van de rijbevoegdheid mogelijk vanaf 20 km/u en automatisch vanaf 30 km/u.

SNELHEID VERHOOGT DE ERNST VAN EEN ONGEVAL

Bron: Van den Berghe, W. & Pelssers, B. (2020). Themadossier Verkeersveiligheid nr.9 - Snelheid en te snel rijden, Brussel, België, Vias Instituut – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

Elk bewegend lichaam bouwt energie op. Bij een aanrijding neemt de vrijkomende kinetische energie toe in verhouding tot de massa van het voertuig en de beginsnelheid. De botskracht van een voertuig dat 90 km/u rijdt, is bijvoorbeeld 9 keer zo groot als die van een voertuig dat 30 km/u rijdt. Dit komt omdat wanneer de snelheid wordt vermenigvuldigd met 3, de kinetische energie wordt vermenigvuldigd met het kwadraat (3² = 9)! Deze energie neemt exponentieel toe met de snelheid en komt vrij bij een ongeval. De ernst van de letsels aan het menselijk lichaam neemt in verhouding daarmee toe.

De berekening van de kinetische energie van een bewegend voorwerp zit vervat in de volgende formule:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Aangezien snelheid bij een ongeval in het kwadraat bijdraagt aan de energie die tijdens een ongeval vrijkomt, houdt een verdubbeling van de snelheid in dat de energie bij een ongeval verviervoudigt. Als we de impact vergelijken met een val, dan wordt de hoogte van de val ook verviervoudigd.

Bijgevolg geldt: hoe hoger de snelheid bij een ongeval, hoe groter de kracht die bij de botsing wordt uitgeoefend. Een klein snelheidsverschil speelt dus een cruciale rol bij een ongeval: betrokken raken bij een ongeval met een snelheid van 30 km/u of 50 km/u is niet hetzelfde.

Snelheid op het moment van het ongeval	Risico op overlijden voor de voetganger
30 km/u	15% risico om te overlijden. De meest voorkomende verwondingen zijn echter lichte kneuzingen.
50 km/u	60% kans om te overlijden. Er blijken al meer gevallen van invaliditeit en overlijdens te zijn.
60 km/u	Een overlijdensrisico van 85%.
+ de 60 km/u	De kans op overlijden licht dicht bij 100%.

Bron: SETRA (Service technique du ministère de l'Écologie, du développement et de l'aménagement durable, France), Vitesse et mortalité, Savoirs de base en sécurité routière, mars 2006.

SNELHEID VERLENGT DE STOPAFSTAND

Bron: Van den Berghe, W. & Pelssers, B. (2020). Themadossier Verkeersveiligheid nr.9 - Snelheid en te snel rijden, Brussel, België, Vias Instituut – Kenniscentrum Verkeersveiligheid.

De stopafstand, is de afstand die men aflegt tussen het moment waarop de bestuurder de hindernis ziet en het moment waarop het voertuig tot stilstand komt.

Er moet rekening worden gehouden met de reactietijd (ik neem het gevaar waar en trap het rempedaal in) en de remafstand (vanaf het moment dat ik het rempedaal indruk tot mijn voertuig volledig tot stilstand is gekomen). Behalve met de snelheid moet er ook rekening worden gehouden met andere elementen, zoals de toestand van het voertuig, de toestand van het wegdek en de toestand van de bestuurder (afleiding, verslaving, vermoeidheid enz.).

Stopafstand = reactieafstand + remafstand

De reactieafstand is de afstand die wordt afgelegd tussen het moment waarop de bestuurder het gevaar/de hindernis waarneemt en het moment waarop hij op de rem trapt. Zelfs een uitmuntend bestuurder heeft 1 seconde nodig om te reageren en het rempedaal in te trappen. Het is een fysiologische reactie: het duurt even voordat de informatie de hersenen bereikt en pas daarna geven de hersenen de voet de opdracht om te remmen. In de echte wereld komen daar nog de vele afleidingen bij waarmee de bestuurder wordt geconfronteerd: een gesprek in de auto, iets dat op de stoep gebeurt of erger nog, zijn smartphone. De reactietijd wordt zo al snel met enkele seconden verlengd!

De afstand die wordt afgelegd tijdens de reactietijd (rt) hangt ook af van de beginsnelheid VO: hoe hoger de snelheid, hoe groter de afstand die wordt afgelegd tijdens de seconde die de bestuurder nodig heeft om te reageren.

$$\text{Reactieafstand} = V_0 \cdot r_t$$

De remafstand is de afstand die wordt afgelegd om het voertuig volledig tot stilstand te brengen vanaf het moment dat de bestuurder het rempedaal intrapt. Deze is uiteraard afhankelijk van de versnellingskracht die wordt uitgeoefend tijdens het remmen (een negatieve waarde dus), die op zijn beurt afhangt van de wegvastheid van het voertuig. Op een nat wegdek wordt de remafstand vermenigvuldigd met twee.

Aangezien de snelheid bij een gelijkmatig vertraagde beweging een lineaire functie van de tijd is en de afgelegde afstand de eerste afgeleide daarvan, kan de afgelegde afstand worden berekend door het trapeziumvormige oppervlak onder de snelheid-tijdcurve te bepalen:

$$(1) \quad \Delta(s) = \left[\frac{v + v_0}{2} \right] * \Delta(t)$$

Bovendien zijn bij een gelijkmatig vertraagde beweging de versnelling en de snelheid ook verbonden door een eerstegraadsrelatie:

$$(2) \quad \Delta(t) = \left[\frac{v - v_0}{a} \right]$$

Als we (2) vervangen in (1) verkrijgen we:

$$(3) \quad \Delta(s) = \left[\frac{v^2 - v_0^2}{2 * a} \right]$$

Als de vertragingbeweging zich voortzet tot het voertuig stilstaat, is de eindsnelheid v in formule (3) nul en komt Δ (s) overeen met de remafstand DF, die ook kan worden geformuleerd als:

$$\text{Remafstand} = \Delta(s) = \left[\frac{-v_0^2}{2 * a} \right]$$

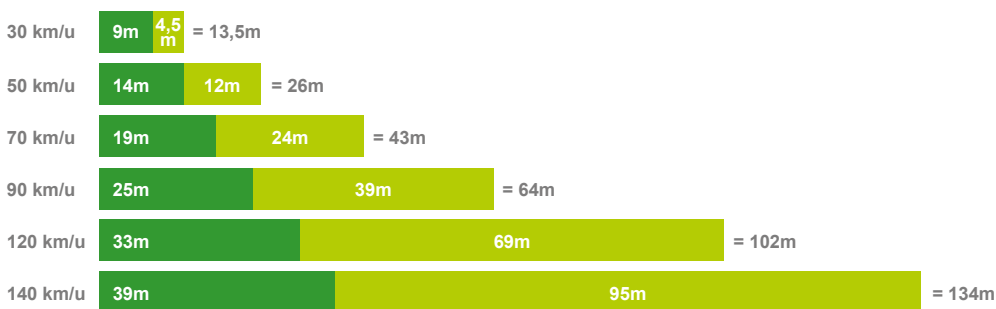
Het -teken vóór v0 wordt geneutraliseerd door het negatief teken van een vertraging, waardoor de afstand positief is.

We nemen de volgende typische waarden voor de gemiddelde versnelling (a) (of vertraging omdat deze negatief is) van een voertuig dat technisch in orde is tijdens het remmen:

- $a = -8 \text{ m/s}^2$ op een droge, goed geasfalteerde weg.
- $a = -5 \text{ m/s}^2$ op een vochtige weg.
- $a = -2 \text{ m/s}^2$ op een zeer natte weg (hevige regen).
- $a = -1 \text{ m/s}^2$ op een beijzelde of besneeuwde weg.

Stopafstand, met een reactietijd van 1 seconde, op een droge weg

Bron : VIAS



SNELHEID VERMINDERT HET GEZICHTSVELD

Het gezichtsveld van een bestuurder is omgekeerd evenredig met zijn snelheid. Hoe lager de snelheid, hoe beter de bestuurder zicht heeft op zijn traject, op andere weggebruikers en op mogelijke gevarenbronnen.

In een versnellend voertuig wordt dit gezichtsveld geleidelijk smaller.

- Gezichtsveld van een onbeweeglijk persoon: 180°
- Gezichtsveld bij 30 km/u: $102,17^\circ$ ¹
- Gezichtsveld bij 50 km/u: $75,46^\circ$ ²
- Gezichtsveld bij 100 km/u: 45°
- Gezichtsveld bij 130 km/u 30°

Hoe hoger de snelheid, hoe meer beelden er naar de hersenen worden gestuurd. Het wordt ingewikkelder om alle visueel ontvangen informatie snel te analyseren. Het perifere gezichtsveld wordt kleiner.

Zolang de bestuurder het gevaar niet visueel heeft waargenomen, zal hij zijn rijgedrag niet veranderen. Visuele herkenning wordt steeds moeilijker naarmate de snelheid toeneemt.



¹ Empirische resultaten gebaseerd op 4.249 virtual reality metingen van 178 personen. Expérience Ville 30 – Bruxelles - Été 2020 - Bruxelles-Mobilité - XRintelligence.

² Ibidem.

OM NOG EVEN DOOR TE GAAN: DE MIDDELPUNTVLIEDENDE KRACHT IN BOCHTEN

Bron: Van den Berghe, W. & Pelssers, B. (2020). Themadossier verkeersveiligheid nr. 9 - Snelheid en te snel rijden. Brussel, België: Vias Institute – Onafhankelijk kennisinstituut voor verkeersveiligheid
<https://www.vias.be/nl/onderzoek/onze-publicaties/snelheid-en-te-snel-rijden/>

Een voertuig ondergaat in bochten een middelpuntvliedende kracht.

$$\text{Middelpuntvliedende kracht} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

De straal van de kromme (r), de massa van het voertuig (m) en de snelheid (v) spelen allemaal een rol in de berekening van deze kracht. De enige parameter waarop de bestuurder invloed kan uitoefenen en die hij zelf kan bepalen, is de snelheid. Snelheid wordt echter gekwadrateerd in de berekening van de middelpuntvliedende kracht. Als de snelheid verdubbelt, verviervoudigt de middelpuntvliedende kracht!

EXPERIMENT

Experiment om de middelpuntvliedende kracht te "voelen".

We nemen een voorwerp met een relatief grote massa en hangen het aan een touw. Wat merken we op als we het voorwerp om ons heen draaien? We "voelen" dat naarmate de snelheid toeneemt, het voorwerp steeds zwaarder lijkt en aan het uiteinde van het touw "trekt". De middelpuntvliedende kracht neemt dus toe met de snelheid.

Een gemiddelde bestuurder kan zijn voertuig onder controle houden bij een dwarsversnelling (D_v) van 4 m/s. Boven 6,5 m/s loopt de bestuurder het risico de controle over zijn voertuig te verliezen.

$$\text{Dwarsversnelling } D_v = \frac{v^2}{r}$$

Als de middelpuntvliedende kracht als gevolg van een buitensporige zijdelingse versnelling groter is dan de beschikbare zijdelingse grip, begint de auto van voren of van achteren 'uit te breken'.

Dit zijn de verschijnselen onderstuur en overstuur. Onderstuur is een verlies van controle dat optreedt wanneer de voorwielen blokkeren na een verlies van grip tussen de banden en de weg. Dit gripverlies kan te wijten zijn aan natte of besneeuwde omstandigheden of aan een te hoge snelheid. Overstuur is ook een verlies van controle, maar in dit geval zijn het de achterwielen die blokkeren na een verlies van grip door te hoge snelheid. In dat geval drift de auto naar de binnenkant van de bocht en wordt rondtollen in de praktijk onvermijdelijk als gevolg van de traagheidskracht.

SNEL RIDDEN KAN
MONSTERLIJKE
VORMEN AANNEMEN.



BLIJF JEZELF,
RIJ TRAGER.

JOIN

THE MOVE

mobilite-mobiliteit.brussels



BRUSSEL MOBILITEIT

GEWESTELIJKE OVERHEIDSDIENST BRUSSEL

V.L. - Camille Thy, S.O.B. - Laszlo/Leit 2 - 1035 Brussel