

Remvertragsingsmetingen

In het remproces spelen naast het gedrag van de chauffeur, het dynamisch gedrag van het voertuig, het soort remsysteem en het type band, ook de eigenschappen van het wegdek een belangrijke rol. De remvertraging die door het wegdek kan worden geleverd wordt bepaald door de ruwheid (textuur) van dit wegdek en of het wegdek, droog, nat en/of vervuild is. Omdat de remvertraging op een nat wegdek veelal geringer is en de kans op een ongeval twee à driemaal groter, wordt de stroefheid standaard op een nat gemaakt wegdek gemeten. Bij deze wegdekken is het grove mineraal aggregaat, zeker kort na aanleg, omhuld met een bitumineuze bind-middelfilm. Wanneer bij droog weer blokkerend wordt geremd, wordt in het raakvlak tussen band en wegdek zoveel warmte ontwikkeld, dat de bitumen die het mineraal aggregaat in het nieuwe wegdek nog volledig omhult, verweekt. Hierdoor ontstaat er tussen de band en het wegoppervlak een glijlaag, waardoor de remvertraging geringer is en de remweg groter. Daarom worden bij nieuwe open deklagen vaak attentieborden met het opschrift “nieuw wegdek, langere remweg” geplaatst, zeker als de remvertraging niet aan de eis van $6,5 \text{ m/s}^2$ voldoet. Dit technisch infoblad beschrijft de bepaling van de droge remvertraging van een wegvak door middel van een remproef.

1. Toepassingsgebied

De remmetingen of remvertragsingsmetingen worden uitgevoerd op droge wegvakken met bitumineuze deklagen om te toetsen of de gemiddelde remvertraging aan de gestelde eis voldoet. Over het algemeen zijn er twee momenten te onderscheiden waarop de meting wordt uitgevoerd; allereerst bij openstelling van een nieuwe weg of een weg met nieuwe open deklaag en op het moment van ‘borden weg’. Als bij een nieuwe deklaag de gemeten remvertraging lager is dan

$4,5 \text{ m/s}^2$ dan moet eerst de stroefheid worden verbeterd. Bij een waarde hoger dan $4,5 \text{ m/s}^2$, maar lager dan $5,2 \text{ m/s}^2$ mag de weg worden opengesteld onder de beperkende voorwaarde dat er een tijdelijke snelheidsmaatregel wordt ingesteld en een waarschuwbord J37 met de tekst “nieuw wegdek, langere remweg” wordt geplaatst (zie Figuur 1). Bij een waarde hoger dan $5,2 \text{ m/s}^2$, maar lager dan $6,5 \text{ m/s}^2$ moet het waarschuwbord nog steeds worden geplaatst maar kunnen de snelheidsbeperkingen achterwege worden gelaten. In de maanden daarna zorgt het wegverkeer voor afslijten van de bitumenfilm op het mineraal aggregaat wat na een periode van 6 tot 9 maanden ervoor zorgt dat de droge remvertraging zal zijn opgelopen. Als de waarde van $6,5 \text{ m/s}^2$ is bereikt mogen de borden worden weggehaald.



Figuur 1: Waarschuwbord voor nieuw wegdek, langere remweg

2. Apparatuur en meetprincipe

2.1 Meetprincipe

Het meetsysteem bestaat uit een meetvoertuig waarin een remvertragsingsmeter is gemonteerd die gedurende het remmen de remvertraging registreert en opslaat. Nadat het meetvoertuig op een meetsnelheid van $80 \pm 5 \text{ km/h}$ is gebracht wordt met uitgeschakelde ABS het rempedaal volledig ingetrupt (noodstop). Het rempedaal wordt daarbij niet losgelaten voordat het voertuig volledig stilstaat (zie Figuur 2).

Er dienen minimaal drie remmingen op een homogeen wegvak te worden uitgevoerd. Als de remvertraging van een individuele remming meer dan $0,20 \text{ m/s}^2$ afwijkt van het gemiddelde van de drie remmingen, moet een vierde remming op het meetvak worden uitgevoerd. Als een individuele remming dan meer dan $0,20 \text{ m/s}^2$ afwijkt van het gemiddelde van de vier remmingen, moet worden vermeld dat het meetvak inhomogeen is. Voorkomen dient te worden dat er remmingen op vorige remsporen worden uitgevoerd.

2.2 Apparatuur

Meetvoertuig

De massa van het meetvoertuig moet, zoals vermeld onder punt G op het kentekenbewijs (massa rijklaar) moet $1450 \pm 150 \text{ kg}$ bedragen. De remvertragsingsmeter moet in horizontale positie in het meetvoertuig zijn gefixeerd.



Figuur 2: Meetvoertuig remproef

Banden

Het merk en type band dat in de remproef wordt gebruikt wordt jaarlijks voorgeschreven door het CROW Platform Wegmetingen. Als een band uit productie gaat, zal aan de hand van vergelijkende metingen door het platform een andere band worden voorgeschreven. De gehanteerde bandenmaat is 195/65 R15. De productiedatum van de band mag niet meer dan twee jaar voor de meetdatum liggen. De bandenspanning dient $2,3 \pm 0,1$ bar te bedragen en dient gemeten te worden bij koude banden (minimaal 30 minuten stilstaand of maximaal 3 km met een lage snelheid van 50 km/u).

Voor aanvang van een reeks metingen in een project moet de profieldiepte van de band ten minste 2 mm bedragen en gemiddeld ten minste 3 mm gemeten op vier punten evenredig verdeeld over de omtrek van de band. Verder moeten de banden in goede staat verkeren.

Remvertragsingsmeter

De gekalibreerde remvertragsingsmeter moet minimaal 100 keer per seconde de remvertraging kunnen registreren vanaf het moment juist voorafgaand aan het remmen tot het moment dat het voertuig tot stilstand is gekomen. Het meetbereik moet liggen tussen -15 en $+15 \text{ m/s}^2 \pm 0,1 \text{ m/s}^2$.

Bij de berekening van de gemiddelde remvertraging mag geen gebruik worden gemaakt van een duikhoekcorrectie.

3. Operationele condities

Om een representatieve meting te kunnen uitvoeren, waarvan de resultaten aan eisen kunnen worden getoetst, moet aan de volgende randvoorwaarden worden voldaan:

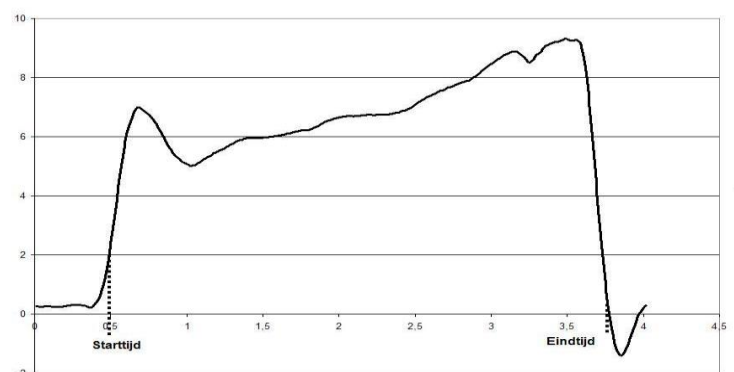
- het wegooppervlak moet schoon zijn en vrij van eventueel losliggend afstrooimateriaal;
- het wegooppervlak moet droog zijn;
- de luchttemperatuur mag niet lager zijn dan 2°C en niet hoger dan 30°C ; de

wegdektemperatuur niet lager dan 2°C en niet hoger dan 45°C ;

- in verband met de veiligheid mogen er zich geen personen of voertuigen in de directe omgeving van de meting bevinden.

4. Verwerking meetgegevens

De remvertragsingsmeter bepaalt de momentane versnelling/vertraging met een frequentie van 100 Hz tussen het moment van remmen en stilstand van het voertuig. Figuur 3 toont een voorbeeld van de registratie van de remvertraging.



Figuur 3: Resultaat remvertragsingsmeting

De gemiddelde remvertraging tussen het moment van remmen en stilstand van het voertuig wordt berekend met de volgende formule:

$$\bar{a} = \frac{\sum_{ST}^{ET} a(t) \cdot \Delta t}{ET - ST + \Delta t}$$

waarbij	$\bar{a}$	= gemiddelde remvertraging (m/s^2)
	$a(t)$	= momentane vertraging op tijdstip t (m/s^2)
	Δt	= sample interval (s)
	ST	= starttijd, gedefinieerd als de tijd behorende bij de eerste sample groter dan 2 m/s^2 (s)
	ET	= eindtijd, gedefinieerd als de tijd behorende bij de sample voorafgaand aan de eerste sample na de 'Starttijd' waarin de remvertraging is afgenomen tot een waarde gelijk aan of kleiner dan $0,3 \text{ m/s}^2$ (s)

De werkelijke aanvangssnelheid v_0 (m/s) wordt berekend door gebruik te maken van de gemiddelde remvertraging en de meettijd.

Daarnaast wordt aanvullend de remweg s_t (m) berekend bij de werkelijke aanvangssnelheid met de volgende formule:

$$s_t = \frac{v_0^2}{2 \cdot a}$$

Met de formule kan ook de remweg bij een aanvangssnelheid van 80 km/u worden berekend.

De rapportage bevat per remmeting de volgende resultaten:

- algemene gegevens over de meting (wegnaam, meetvak, locatie- en weggegevens enz.);
- gemeten gemiddelde remvertraging per meting;
- berekende werkelijke aanvangssnelheid;
- berekende remweg bij de werkelijke aanvangssnelheid;
- berekende remweg bij een aanvangssnelheid van 80 km/u (rekenkundig gecorrigeerd).

Meetonzekerheid

De juistheid van de meetverwachting wordt bepaald door de nauwkeurigheid waarmee de versnelling wordt gemeten. Bij de toetsing van de remvertragingsmeter door het NMI aan de voor dit type apparatuur geldende norm(en), wordt een afkeurgrens van 0,1 m/s² gebruikt. Deze waarde geeft daarmee de meetonzekerheid van het meetinstrument aan.

De herhaalbaarheid van het meetsysteem wordt bepaald door meetseries uit te voeren, waarbij eventuele invloeden van variatie in meetcondities zijn meegenomen. De uit deze metingen vastgestelde standaardafwijking herhaalbaarheid bedraagt 0,08 m/s².

De reproduceerbaarheid van de meetmethode wordt bepaald door vergelijkend onderzoek, waaraan alle in Nederland operationele remvoertuigen deelnemen. De standaardafwijking reproduceerbaarheid bedraagt 0,11 m/s².