

De invloed van het wegdek op de remweg van een fiets

Tim van Rijkswijk
Bjorn Bogaerts
H5C
Natuurkunde
31 Maart 2017
Dhr. H.A.M. Neilen
Van Maerlantlyceum



Inhoudsopgave

1 Samenvatting

2 Inleiding

3 Probleemstelling

4 Hypothese

5Materialen

6 Methode

7 Resultaten en verwerking

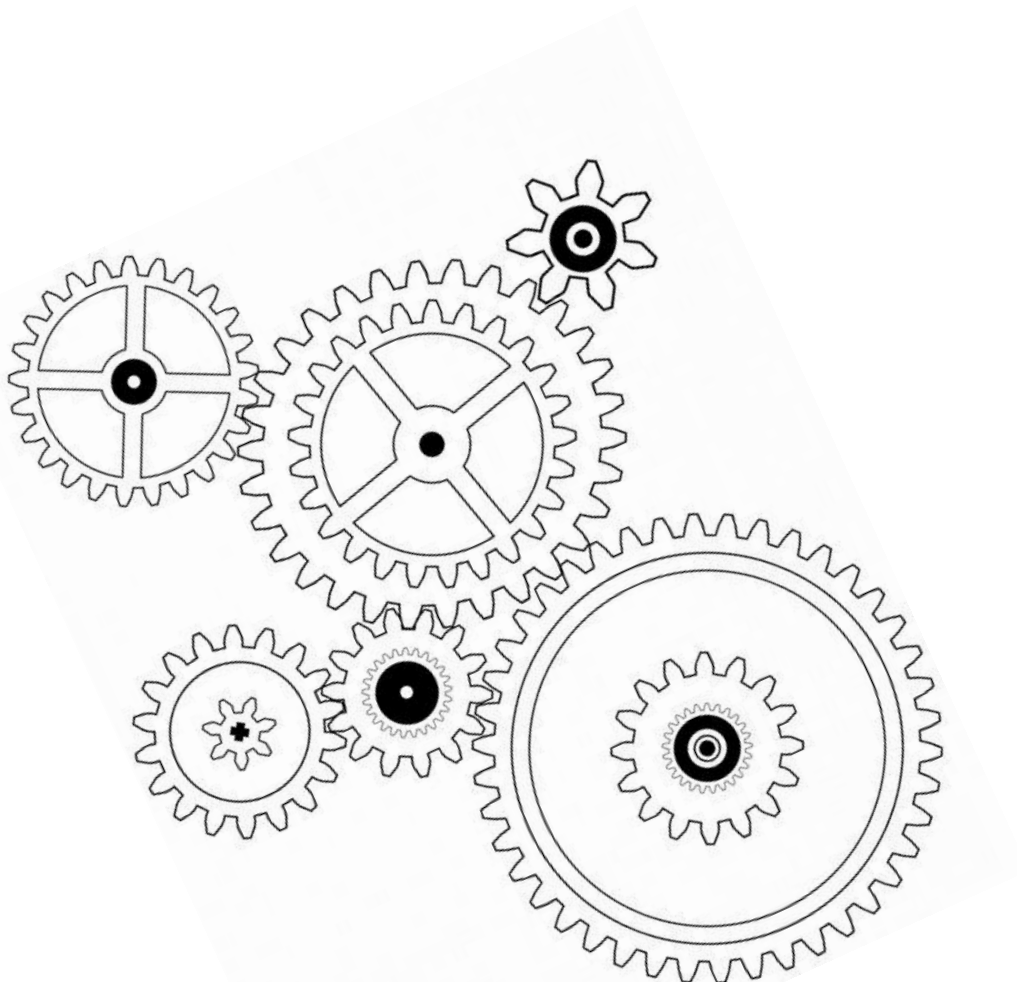
8 Conclusie

9 Evaluatie

10 Planning

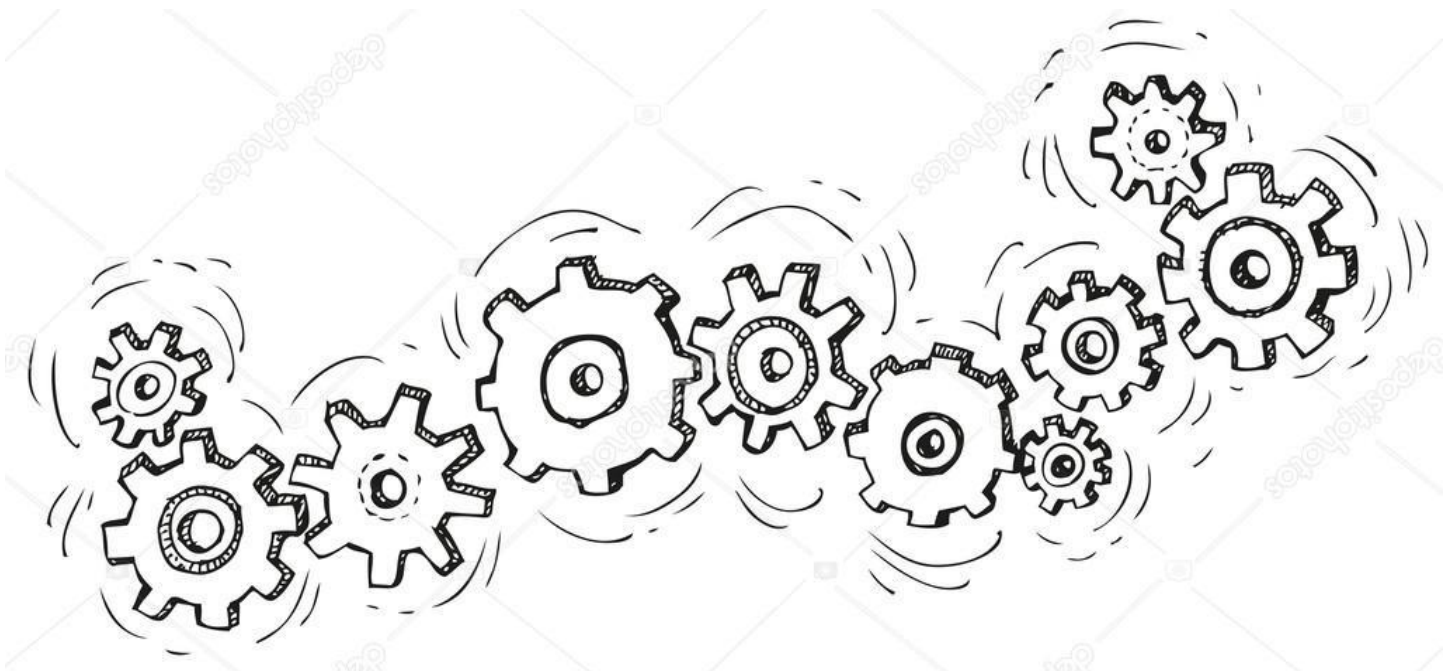
1 Samenvatting

De onderzoeksvraag luidt 'Welk wegdek geeft de kortste remweg?'. Door metingen te verrichten op verschillende wegdekken is er geprobeerd om hier achter te komen. Uit metingen kwam naar boven dat de stoep met tegels voor de kortste remweg zorgt.



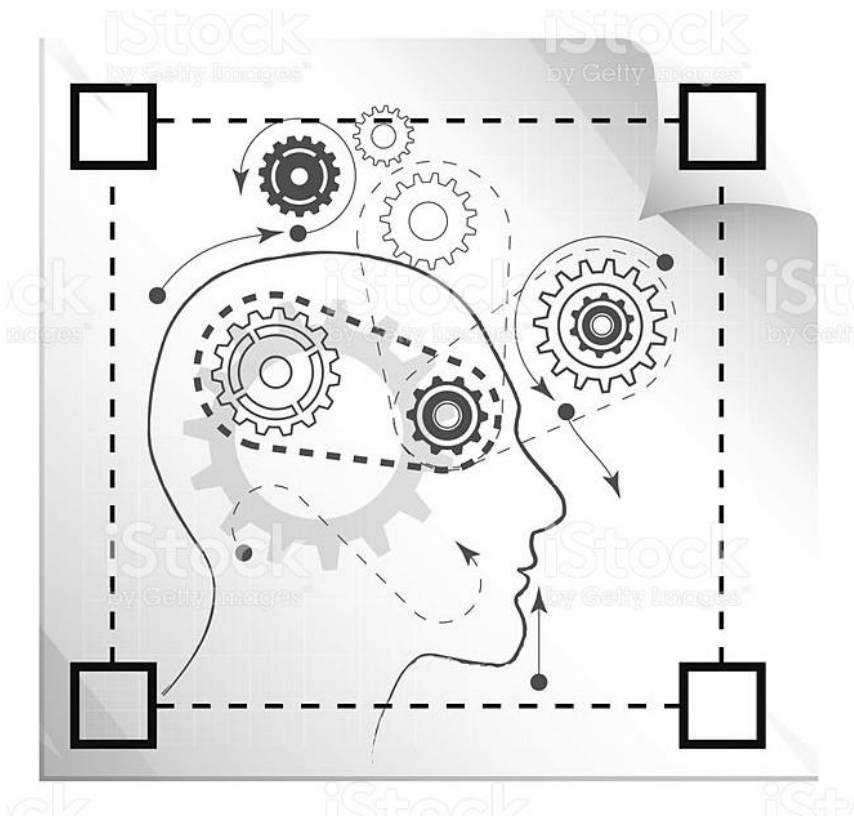
2 Inleiding

Wrijvingskracht leek een geschikt onderwerp te zijn voor het uit te voeren profielwerkstuk onder anderen omdat hiervoor een praktisch en theoretisch deel in het profielwerkstuk kan worden verwerkt. 'Welk wegdek geeft de kortste remweg ?' werd als hoofdvraag gekozen omdat verschillen in remwegen goed te meten zijn zonder gebruik te hoeven maken van bijzondere apparatuur. Hierbij was het belangrijk om een snelheid uit te kiezen die representatief is voor de gemiddelde fietser, tegelijk veilig is om uit te voeren en ook nog eens goed te meten. Ook leek dit onderwerp geschikt omdat veel leeftijdsgenoten op dit moment of niet ver in de toekomst hun rijbewijs halen en het belangrijk is om een remweg goed te kunnen inschatten in geval van nood. In dit geval op de fiets!



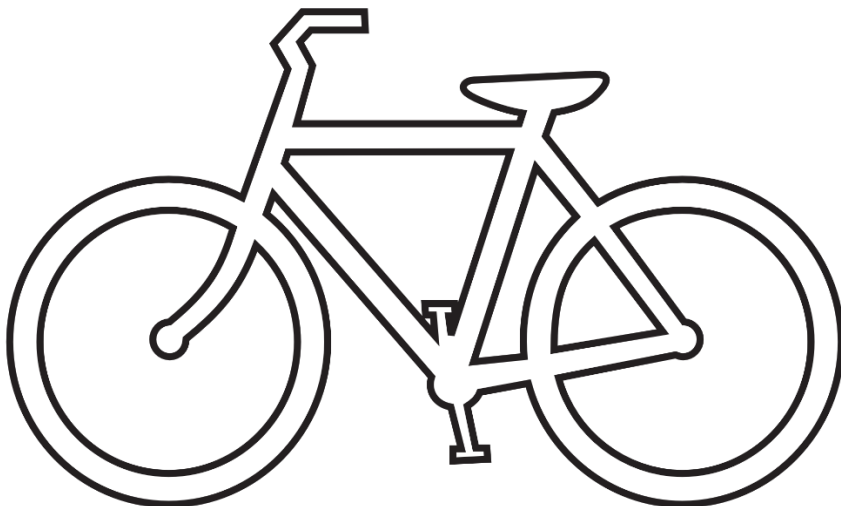
3 Probleemstelling

De hoofdvraag van het onderzoek luidt 'Welk wegdek geeft de kortste remweg?'
en de bijhorende deelvragen zijn:
'Zorgt regen voor een langere remweg?'
en 'Wat is de remweg in normale verkeerssituaties?'



4 Hypothese

Als antwoord op de hoofdvraag wordt verwacht dat asfalt tot de kortste remweg leidt. Ook wordt er verwacht dat alle ondergronden tot een langere remweg leiden in natte condities en dat de remweg in normale verkeerssituaties meerdere malen langer is dan bij een 'remtest'



5 Materialen

Voor het uitvoeren van dit onderzoek is het volgende gebruikt:

- een fiets met twee werkende handremmen (figuur 1)
- een meetlint (250 centimeter lang) (figuur 2)
- fietspomp (bandenspanning 4 bar) (figuur 3)
- camera (kijken of op het juiste moment geremd is) (figuur 4)
- thermometer (voor de temperatuur van het wegdek) (figuur 5)
- snelheidsmeter (om de juiste snelheid in de proef aan te houden zodat de resultaten nauwkeurig zijn) (figuur 6)
- een persoon voor op de fiets (bij alle metingen nagenoeg zelfde gewicht)(Tim van Rijkswijk)



Figuur 1



figuur 2



Figuur 3



figuur 4



figuur 5



figuur 6

6 Methode

Fiets afstellen en voorbereiden

Bij iedere proef werd dezelfde fiets gebruikt (*figuur 1*) en remde ook ieder keer dezelfde persoon(Tim van Rijkswijk). Hierdoor was het totaal gewicht van de fiets plus bestuurder nagenoeg gelijk(Min 72,1kg en Max 74,4kg bij verschillende meetdagen) en remde Tim ook ieder keer op dezelfde manier met zijn eigen reactietijd.

De remmen zijn voor de eerste meting strak gezet en zijn hierna niet meer veranderd. De fiets beschikte over een snelheidsmeter (*figuur 6*) waarop de snelheid in km/h wordt aangegeven tot op de 0.1 km/h (de snelheid bij het passeren van het rempunt moest tussen de 14,5km/h en 15,5 km/h zijn, indien anders werd het door de fietser aangegeven dat er te langzaam of snel gereden is en werd opnieuw een meting verricht).

De dag waarop metingen werden gemaakt, werden 's ochtends de fietsbanden opgepompt tot 4 bar(op 1/10 bar nauwkeurig), ook werd de bandenspanning nagekeken op dezelfde dag nadat alle testen met de fiets afgenomen waren. Indien de bandenspanning onder de 3,8 bar bij het nakijken uitkwam werden de resultaten niet gebruikt.

Weer gegevens

Bij iedere test van de remweg werd de temperatuur van het wegdek gemeten (wanneer de temperatuurmeter minimaal 5 minuten dezelfde temperatuur aangaf werd deze temperatuur genoteerd voor het wegdek) en andere gegevens als luchtvochtigheid en luchtdruk werden via buienradar dezelfde dag opgezocht via de website.

Vorbereiding meting

Telkens werd er bij ieder wegdek een streep met krijt getekend om de rijder beter zicht te geven vanaf waar er geremd moest worden. Hierbij stond Bjorn telkens met zijn hand bij het rempunt aan te geven waar geremd moest worden(hierdoor kon de rijder beter het beginpunt van waar er geremd moest worden inschatten i.v.m. diepte herkennen). Ook werd er gezorgd dat de fietser ongeveer 20 meter voor het afgesproken rempunt al op snelheid was waardoor de rijder zich vooral moest focussen om op snelheid te blijven(15 km/h) en op het juiste moment te remmen(voor de streep van krijt en waar Bjorn met zijn hand stond).

Het meetlint werd zodanig neergezet dat de afstand werd geteld vanaf het rempunt (streep van krijt).Ook werd een zo recht mogelijke weg gekozen zonder scherpe bochten. Bij het uitzoeken van het te gebruiken wegdek werd een zo vlak mogelijk weggedeelte uitgezocht op zicht.

Uitvoering test

Er werd telkens 15 keer goed (dus voldoet aan alle door ons gestelde voorwaardes) van 2 kanten geremd op droog en nat wegdek (met snelheid tussen de 14,5 km/h en 15,5 km/h). Het wegdek werd nat gemaakt door meerdere emmers water leeg te gieten op de plek waar geremd werd, maar evengoed werden de laatste 20 meter voor het wegdek voor het rempunt nat gemaakt zodat regen kon worden nagebootst en de banden tijd genoeg hadden om water in het profiel te krijgen. Totdat de fiets stil staat moet de fietser op te fiets blijven zitten en mag niet eerder afstappen.

verwerking

Bij de verwerking werden de uiterste 5 metingen van de 15 goede metingen als het ware uit onze resultaten verwijderd om meetonnauwkeurigheid te voorkomen. Iedere rempoging werd opgenomen via de actioncam en achteraf teruggekeken of er inderdaad geremd werd. Een meting werd correct bevonden op het moment dat er maximaal 10 cm voor of na het afgesproken rempunt werd geremd (streep van krijt), hierdoor werd er voor de zekerheid 22 keer gefietst van 2 kanten)

Deelvraag

Proefpersonen werd gevraagd mee te doen op de fiets die gebruikt werd voor alle eerdere remtesten 6 keer te remmen bij een snelheid van 15Km/h. De proefpersonen hadden net als Tim zich aan de eisen te houden waarvoor een rempoging geldt volgens eerder genoemde opmerkingen. De proefpersonen kregen als wegdek beton droog van tabel 1

Een reactietest werd afgenomen bij proefpersonen met de 'the simplest stopwatch' app. Hierbij moesten de proefpersonen de stopwatch starten en weer stoppen op het moment dat de stopwatch 10 sec aangaf, de proefpersonen mochten mee kijken op het display Voor deze aanpak is gekozen omdat bij de remtest de proefpersonen ook weten wanneer ze moeten remmen en we hierbij de situatie een beetje nabootsen met het plannen van het remmen. Bij het daadwerkelijk uitvoeren van de remweg werd aan de proefpersonen naar hun gewicht gevraagd en zodanig aangevuld dat de proefpersonen allemaal 73kg (± 1 kg) wogen door middel van gewicht schijven toe te voegen. De rugzak met gewicht werd achter de fiets vastgemaakt met snelbinders zonder dat deze kon verschuiven bij het remmen.

Meting fietsgangers

Ook hebben wij een half uur bij een kruispunt tussen de Hoogstraat en de Edenstraat in de stad Eindhoven zitten kijken bij welke afstand fietsers begonnen te remmen (met remmen wordt er verstaan: stoppen met trappen en/of remmen door middel van remmen/terugtraprem), hiervoor werd de afstand tot 25 meter voor de kruising gemeten, en genoteerd bij welke afstand de fietsers begonnen te remmen. Het proces om de remafstand te bepalen werd op zicht gedaan door te kijken naar de handen van de fietsers. Hierbij werden alleen de afstanden genomen van fietsers die in hun eentje remden of met iemand anders mee fietsten en gezamenlijk remden. Op het moment dat een fietser een fietser voor zich had die minder dan 10 meter van hem verwijderd was werd de afstand van de achterste fietser niet meegenomen als resultaat, omdat er in dat geval de manier van remmen van de voorste fietser 'gehinderd' zou kunnen hebben voor de fietser die achter stond, wel werd de afstand van de voorste fietser genoteerd.

7 resultaten en verwerking

Legenda

Tabel 0

Wegdek droog	Wegdek nat	dag	november, 30 2016
Meting 1 rechts	Meting 1 rechts	temperatuur grond	°C
Meting 2 rechts	Meting 2 rechts	temperatuur lucht	°C
Meting 3 rechts	Meting 3 rechts	luchtvochtigheid	%
Meting 4 rechts	Meting 4 rechts	luchtdruk	hPa
Meting 5 rechts	Meting 5 rechts	Wegdek groot	
Meting 6 rechts	Meting 6 rechts		
Meting 7 rechts	Meting 7 rechts		
Meting 8 rechts	Meting 8 rechts		
Meting 9 rechts	Meting 9 rechts		
Meting 10 links	Meting 10 rechts		
Meting 1 links	Meting 1 links		
Meting 2 links	Meting 2 links		
Meting 3 links	Meting 3 links		
Meting 4 links	Meting 4 links		
Meting 5 links	Meting 5 links	Close-up wegdek droog	Close-up wegdek nat
Meting 6 links	Meting 6 links		
Meting 7 links	Meting 7 links		
Meting 8 links	Meting 8 links		
Meting 9 links	Meting 9 links		
Meting 10 links	Meting 10 links		

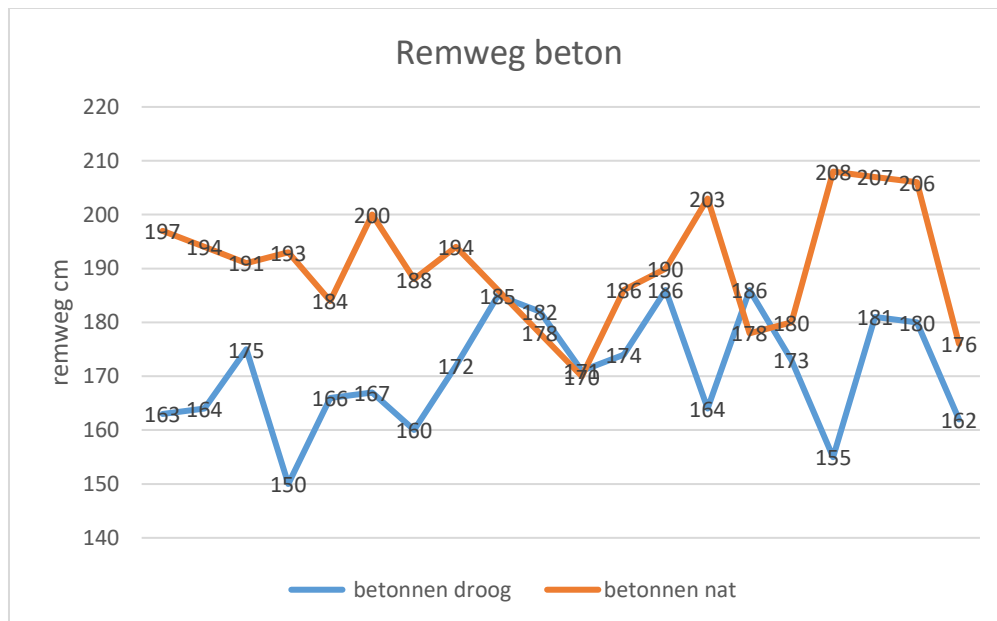
Korte beschrijving / toelichting wegdek

*Meting gegevens zijn afstanden uitgedrukt in cm nauwkeurig

Tabel 1

beton droog	betonnen nat	dag	november, 30 2016
163	197	temperatuur grond	8°C
164	194	temperatuur lucht	7°C
175	191	luchtvochtigheid	90%
150	193	luchtdruk	1035 hPa
166	184		
167	200		
160	188		
172	194		
185	186		
182	178		
171	170		
174	186		
186	190		
164	203		
186	178		
173	180		
155	208		
181	207		
180	206		
162	176		

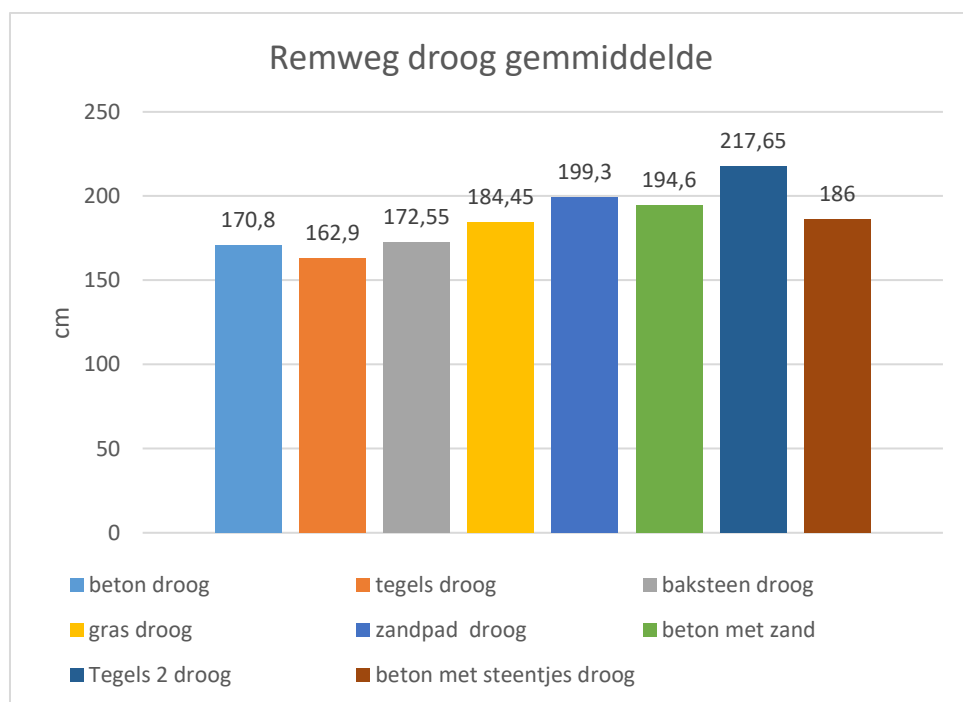
Het wegdek is zeer fijn te gebruiken voor fietsers omdat het weinig geluid produceert wanneer erop gefietst wordt, en fietsers kunnen onder anderen op beton sneller rijden dan op andere wegdekken



Gegevens uit tabel 1 zijn verwerkt tot het grafiek 'Remweg beton'. Hierbij valt op dat droog beton voor een lagere remweg zorgt van gemiddeld 170,8 cm, terwijl nat beton voor een gemiddelde remweg zorgt van 190,5 cm

Tabel 2

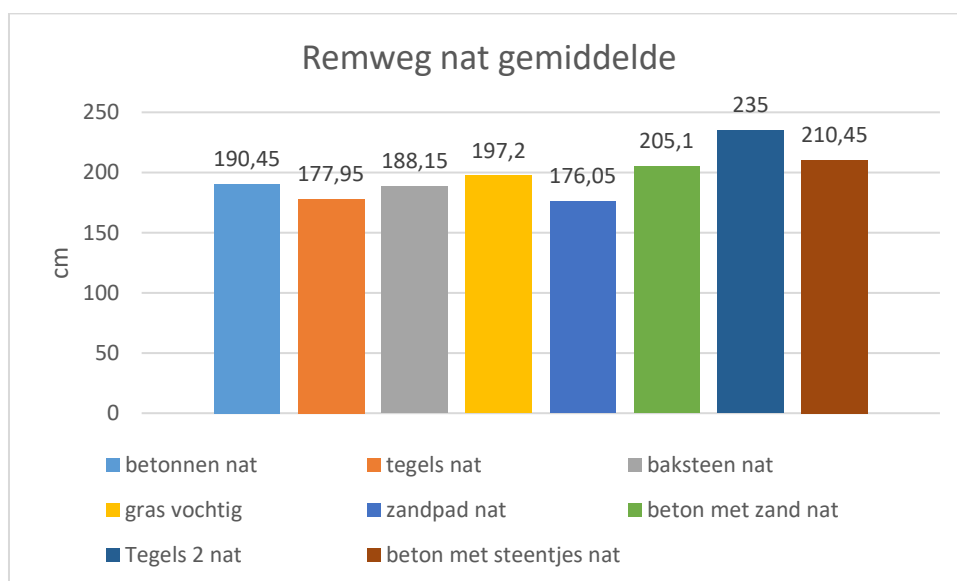
tegels droog	tegels nat	dag	december, 13 2016
152	195	temperatuur grond	8°C
172	176	temperatuur lucht	6°C
166	169	luchtvochtigheid	96%
190	164	luchtdruk	1023 hPa
181	176		
156	182		
150	177		
163	177		
169	163		
154	181		
159	177		
158	190		
140	183		
164	178		
163	175		
164	186		
152	192		
160	180		
171	167		
174	171		



Hierbij staat de grafiek met de gemiddelde droge remweg. De tegel is de beste en slechtste wegdek qua remweg tussen de gemeten wegdekken. De tegels droog van tabel 2 heeft beton verslagen. De overwinning zou kunnen worden toegewezen aan de tegels droog omdat deze geen effen wegdek zijn en daarom de fietser energie verliest door het kleine op en neer gaan van de fiets.

Tabel 3

baksteen droog	baksteen nat	dag	december, 13 2016
166	177	temperatuur grond	9°C
182	156	temperatuur lucht	6°C
168	172	luchtvochtigheid	96%
176	198	luchtdruk	1023 hPa
178	197		
169	172		
182	200		
171	186		
167	198		
179	205		
171	195		
164	195		
172	195		
162	205		
175	172		
169	191		
178	180		
180	193		
174	201		
168	175		



Hierbij is te zien dat tegels 2 nat voor de langste remweg zorgen bij nat weer.

Tabel 4

gras droog	gras vochtig	dag	december, 14 2016
192	206	temperatuur grond	12°C
195	194	temperatuur lucht	10°C
188	193	luchtvochtigheid	82%
186	180	luchtdruk	1023 hPa
183	198		
173	201		
176	187		
190	206		
180	183		
179	202		
194	195		
194	199		
192	183		
178	203		
190	198		
181	210		
183	186		
179	206		
172	206		
184	208		

Zeer ongeschikt wegdek om te fietsen. Het fietst heel zwaar en de hobbels zijn niet eens goed voor je fietsbanden.

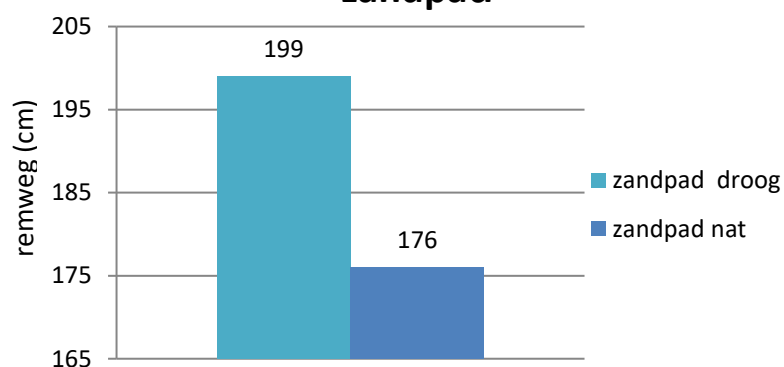
Tabel 5

zandpad droog	zandpad nat	dag	december, 14 2016
181	165	temperatuur grond	10°C
188	180	temperatuur lucht	10°C
196	171	luchtvochtigheid	90%
197	159	luchtdruk	1025 hPa
185	186		
191	175		
199	188		
195	167		
184	166		
193	170		
185	184		
204	169		
199	179		
218	175		
213	178		
213	186		
211	185		
215	183		
219	165		
200	190		

Wat opvalt bij dit grafiek is dat het zandpad juist met water voor een kortere remweg zorgt, terwijl ieder ander wegdek met water juist tot hogere remwegen leidde. Het feit dat het zandpad van tabel 5 met water tot een kortere remweg leid is af te leiden door het feit dat de fiets door de modder zakte wat voor extra weerstand zorgt . Toen het zandpad droog was zakte de fiets minimaal.

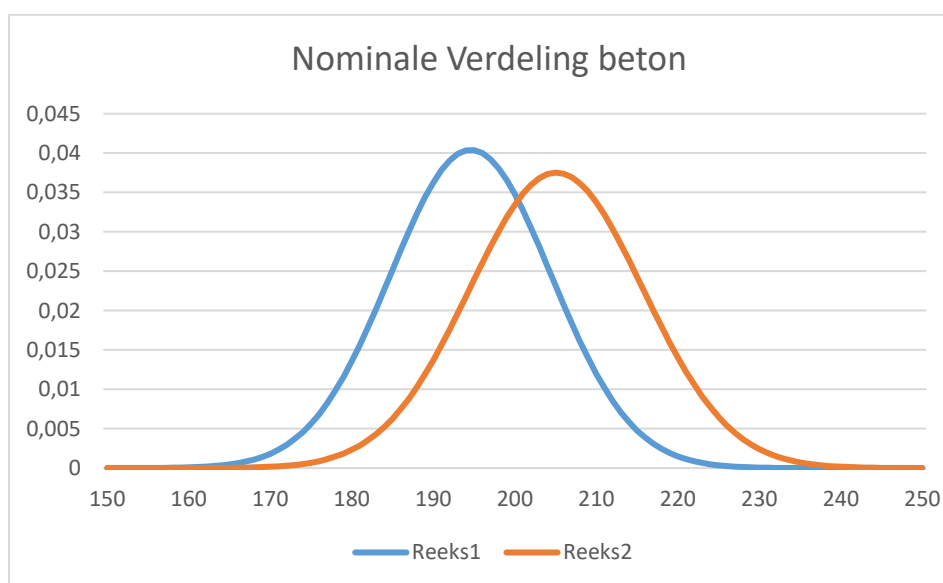
De verdienste in kortere remweg vertaalt zich in veel meer fysieke kracht van de fietser die meer moeite moet doen om eenzelfde snelheid te houden als op het droge zandpad

**gemiddelde remafstand
zandpad**



Tabel 6

beton met zand	beton met zand nat	dag	december, 17 2016
202	190	temperatuur grond	7°C
192	205	temperatuur lucht	6°C
179	183	luchtvochtigheid	87%
208	192	luchtdruk	1037 hPa
176	207		
190	204		
188	215		
182	211		
202	203		
214	221		
191	208		
209	216		
203	213		
192	223		
194	201		
189	214		
197	191		
190	198		
197	205		
197	202		



Bij deze nominale verdeling van beton droog en nat is te zien dat natte beton gespreider (oranje) is waardoor het inschatten van een remweg onzekerder wordt.

	μ	σ
gem beton droog	194,6	9,875008
gem. beton nat	205,1	10,63213

Tabel 7

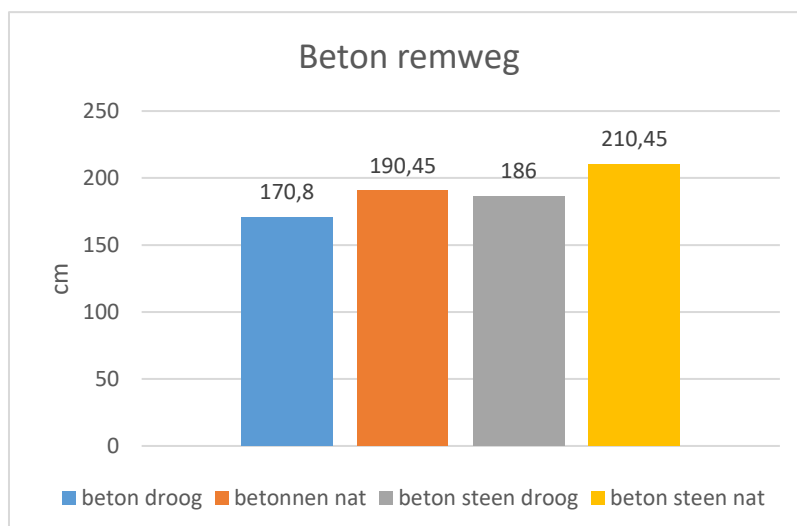
Tegels 2 droog	Tegels 2 nat	dag	december, 17 2016
230	236	temperatuur grond	7°C
213	221	temperatuur lucht	6°C
229	243	luchtvochtigheid	87%
229	234	luchtdruk	1037 hPa
223	228		
215	224		
220	240		
214	247		
213	239		
220	236		
213	227		
204	226		
218	241		
222	243		
202	225		
218	238		
219	234		
203	239		
230	238		
218	241		

Bij bovenstaande gemeten gegevens van tegels 2 van tabel 7 valt op dat dit wegdek voor de langste remweg zorgt. Dit is niet altijd wenselijk, en zeker niet wanneer je in de bebouwde kom langs scholen en pleinen rijdt. De langere remweg zal mee vallen omdat op deze weg maar 30km/h gereden mag worden. Wel zorgt de betegeling voor een gezellige sfeer.

Tabel 8

beton met steentjes droog	beton met steentjes nat	dag	december, 18 2016
192	206	temperatuur grond	10°C
195	198	temperatuur lucht	7°C
178	203	luchtvochtigheid	95%
185	212	luchtdruk	1032 hPa
186	200		
183	205		
182	202		
193	219		
180	221		
194	203		
194	214		
192	215		
178	205		
190	211		
181	218		
183	203		
178	227		
184	221		
182	218		
190	208		

Beton van tabel 1 lijkt erg op het beton van tabel 8. Toch heeft beton van tabel 8 wat steentjes op de oppervlakte wat in theorie water beter kan laten wegstromen wat ertoe zou kunnen leiden dat de fietsbanden tot meer droge oppervlakten beschikken waardoor de fietser uiteindelijk eerder tot stilstand komt. Niks is minder waar. De gegevens uit het grafiek beton remweg vertellen dat het gewone betonnen pad voor een kortere remweg zorgt. Het feit dat de steentjes juist voor een langere remweg zorgden zou kunnen worden verklaard door het feit dat het water dat langs de steentjes stroomt, net als stenen in rivieren het gesteente glad heeft gemaakt, wat juist de remweg verlengt.



proefpersoon 1 remweg (m)	proefpersoon 2 remweg(m)	proefpersoon 3 remweg(v)	proefpersoon 4 remweg (m)	proefpersoon 5 remweg(v)	proefpersoon 6 remweg(m)
165	175	172	190	186	188
181	186	189	179	169	184
166	180	180	184	176	186
175	184	174	186	184	178
183	174	179	174	178	180
173	170	185	183	182	176

Bovenstaande tabel geeft de remweg van 6 proefpersonen op beton droog. Wanneer deze gegevens worden vergeleken met de remweg van Tim komen er geen significante verschillen aan bod, hierdoor werd het vermoeden in ons dat meiden langzamer zouden remmen dan jongens niet vastgelegd.

Antwoord op de vraag: 'wat is de remweg in het gewone verkeer is?': De remweg scheelt per persoon. Sommige mensen remmen 3 meter van te voren en andere mensen stoppen met trappen al vanaf 30 meter van het stoplicht ver. Ook fiets iedereen op zijn eigen tempo waardoor iedereen een eigen remweg heeft. Wel zijn de volgende resultaten naar boven gekomen.

Tussen de 0 en 5 meter remde bij het kruispunt 25 mensen.

Tussen de 5 en 10 meter remde bij het kruispunt 67 mensen

Tussen de 10 en 15 meter remde bij het kruispunt 82 mensen

Tussen de 15 en 25 meter remde bij het kruispunt 14 mensen

8 Conclusie

Uit het onderzoek is gebleken dat tegels droog de kortste remweg hebben. Toch is het betonnen fietspad de echte winnaar omdat dit wegdek ook daadwerkelijk wordt gebruikt om te fietsen. Dit klopt wel ongeveer met de hypothese die geformuleerd werd aan het begin van het onderzoek

9 Evaluatie

Natuurlijk is ons onderzoek niet perfect. Er zijn altijd wel wat foutjes die de resultaten kunnen beïnvloeden. Denk hierbij aan de kracht waarmee werd geremd die steeds net iets anders is, aan de 10 cm marge van de rempunt die we hanteerden, aan de geringe maar toch aanwezige wind en helling. Toch geven onze metingen een goed beeld van de verschillen in remweg tussen verschillende wegdekken.

10 logboek

Logboek

datum	tijd	Bezigheid
23-09-19	3 uur	Verdiepen in onderzoeksvraag en bijvragen
28-09-16	1 uur	Onderwerpen gezocht en verzameld
05-10-16	4 uur	Idee uitwerken
12-10-16	2 uur	Gesprek Begin informatie zoeken

19-10-16	1 uur	Deelvragen gevonden
02-11-16	1 uur	Precieze aanpak neerzetten
16-11-16	1 uur	Tijdplanning maken
17-11-16	2,5 uur	Gesprek Begin gemaakt metingen
20-11-16	1,5 uur	Plan voor metingen aangepast
21-11-16	1,5 uur	Werken in google drive
23-11-16	2 uur	Gesprek Metingen
28-11-16	1,5 uur	Werken in drive
30-11-16	2 uur	Gesprek Meten
7-12-16	2 uur	Gesprek Tabellen maken in Excel
13-12-16	2 uur	Meten
14-12-16	2,5 uur	Gesprek Meten
15-12-16	2 uur	Meten
17-12-16	4 uur	Meten
18-12-16	3 uur	Meten

Datum	Tijd	Bezigheid
20-12-16	1,5 uur	Werken met camera voor perfectie
21-12-16	4 uur	Gesprek Meten
27-12-16	8 uur	Meten
11-01-17	1,5 uur	Gesprek Begin werkstuk
18-01-17	1,5 uur	Werkstuk maken

21-01-17	2 uur	Resultaten in Excel zetten
25-01-17	1,5 uur	Excel tabellen in het werkstuk plaatsen
01-02-17	2 uur	Werken aan het werkstuk
02-02-17	4 uur	Werken aan het werkstuk
04-02-17	5,5 uur	Afronden werkstuk
05-02-17	8 uur	Perfectioneren van het werkstuk
totaal	77 uur	Maken van een profielwerkstuk
Extra	20	Verbeteren van profielwerkstuk
totaal	97	