



Onderzoek hellingmethode

Rolstoelgebruikers, veilig afdalen, haalbaar stijgen

Versie 2

Leeswijzer

Navigatie

Als deze notitie geopend is in een pdf-reader, dan kan er genavigeerd worden via de inhoudsopgave naar de gekozen paragraaf en terug via de link (icoontje) rechts bovenaan een pagina naar de inhoudsopgave.

Zeer snel lees hoofdstuk **A**.

Snel lees de hoofdstukken **A** t/m **C** + eventueel voorbeelden hoofdstuk **F**.

Voor een prettige leesbaarheid op een webpagina met pdf-reader kies, indien aanwezig, de 'presentatie-modus' 

Inhoud

A	Samenvatting	1	E	Klassen-indelingen	13
A.1	Aanleiding onderzoek	1	F	Bijlagen, voorbeelden	14
A.2	Doel onderzoek	1	F.1	Londonstraat, Bergen op Zoom	14
A.3	Formule	1	F.2	Kerkstraat, Bergen op Zoom	15
A.4	Hand-aangedreven zonder ondersteuning	2	F.3	Grote Markt-Penstraat/Bosstraat, Bergen op Zoom	16
A.5	Hand-aangedreven met elektrische ondersteuning	2	F.4	Hoogstraat tot Kerkstraat, Bergen op Zoom	17
A.6	Andere voertuigen enkel met elektrische ondersteuning	2			
B	Inleiding	3			
C	Uitgangspunten	4			
C.1	Hoogteverschillen	4			
D	Methode-onderzoek	5			
D.1	Cotacol	5			
D.2	Score-methode voor hellingen	6			
D.3	Beschouwing van de formule	7			
D.4	Nadere beschouwing van de formule	9			
D.5	Klassen-indelingen inspanning	11			
D.6	Hand-aangedreven voertuigen met ondersteuning	12			
D.7	Veiligheid	13			

A Samenvatting

A.1 Aanleiding onderzoek

Tijdens een schouw van een parkeergarage naar de bereikbaarheid en toegankelijkheid van gehandicapten parkeerplaatsen werd duidelijk dat niet alleen de aanwezigheid van die parkeervoorziening belangrijk is, maar ook de 'toegankelijkheid' van de route parkeerplaats naar de belangrijkste bestemmingen (vice versa).

De toegankelijkheid voor rollator- en rolstoelgebruikers is onder meer afhankelijk van de veiligheid en overwinbaarheid van hellingen in het traject. De vraag is: "Hoe kan het aspect 'hellingen' bij de keuze van een locatie voor gehandicapten parkeerplaatsen meegewogen worden?"

A.2 Doel onderzoek

Het onderzoek heeft tot doel een methode te vinden waarmee de veiligheid van het afdalen en de haalbaarheid van het overwinnen van hellingen in de openbare ruimte door rolstoel- en rollatorgebruikers beoordeeld kan worden. Voor zover bekend zijn er geen richtlijnen geformuleerd. Het onderzoek is om die reden in landelijk en in Europees toegankelijkheidsoverleg positief ontvangen.

A.3 Formule

Een zoektocht naar een indeling van de zwaarte en veiligheid van hellingen in de openbare ruimte voor rolstoel- en rollatorgebruikers heeft geleid tot een formule waarmee de inspanning om een helling te overwinnen kan worden geduid. De formule is afgestemd op de regelgeving die voor hellingbanen van 20 meter geldt en is gebaseerd op een methode die voor het ontwerpen van fietshellingen gebruikt wordt.

$$\text{Inspanningsscore} = \frac{(\text{hellingpercentage})^2 \cdot (\text{lengte helling}) \cdot (\text{voertuigfactor})}{32}$$

Hierin is de voertuigfactor een getal tussen 0 en 1. Voor geheel op fysieke kracht voortbewogen voertuigen is de voertuigfactor = 1. Als een voertuig deels op fysieke kracht en deels met elektrische ondersteuning voortbewogen wordt is de voertuigfactor een getal kleiner dan 1. In de notitie wordt 0,51 voor hand-aangedreven voertuigen met elektrische ondersteuning gebruikt.

Het onderzoek leidt tot onderstaande klassen-indeling. Met behulp daarvan kan de zwaarte en veiligheid van een helling en de zwaarte en veiligheid van een traject geduid worden. Het is een hulpmiddel voor bijvoorbeeld de keuze van de locatie van een gehandicaptenparkeerplaats, maar ook voor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van belangrijke bestemmingen.

A.4 Hand-aangedreven zonder ondersteuning

In onderstaand overzicht zijn per stijgingspercentage, de afstanden en de mate van zwaarte bij klimmen weergegeven. Daarnaast is per dalingspercentage de mate van veiligheid geduid.

Percentage	licht	gemiddeld	zwaar	zeer zwaar	te zwaar	veiligheid dalen
1,5%	20 m	80 m	142 m	222 m	> 222 m	veilig
3%	5 m	20 m	36 m	56 m	> 56 m	enig risico
4%	3 m	11 m	20 m	31 m	> 31 m	risico
5%	2 m	7 m	13 m	20 m	> 20 m	veel risico
>5%						onveilig

A.5 Hand-aangedreven met elektrische ondersteuning

In onderstaand overzicht zijn per stijgingspercentage, de afstanden en de mate van zwaarte bij klimmen weergegeven. Daarnaast is per dalingspercentage de mate van veiligheid geduid. Ter vergelijking zijn percentages uit paragraaf A4 toegevoegd.

Percentage	licht	gemiddeld	zwaar	zeer zwaar	te zwaar	veiligheid dalen
1,5%	39 m	157	279 m	436 m		
2,1%	20 m	80 m	142 m	222 m	> 222 m	veilig
3,0%	10 m	39 m	70 m	109 m		
4,2%	5 m	20 m	36 m	56 m	> 56 m	enig risico
5,0%	4 m	14 m	25 m	39 m		
5,6%	3 m	11 m	20 m	31 m	> 31 m	risico
7,0%	2 m	7 m	13 m	20 m	> 20 m	veel risico
>7,0%						onveilig

A.6 Andere voertuigen enkel met elektrische ondersteuning

Als de fabrikant een maximum hellingpercentage van 5% aangeeft, geldt de tabel in paragraaf A4, is dat 7% dan is de tabel in paragraaf A5 van toepassing en meldt de fabrikant 9%, dan geldt onderstaande tabel.

Percentage Veiligheid dalen

2,7%	Veilig
5,4%	Enig risico
7,2%	Risico
9,0%	Veel risico
>9,0%	Onveilig

B Inleiding

In een zoektocht naar een indeling van de zwaarte van hellingen in de openbare ruimte voor rolstoel- en rollatorgebruikers lijken er geen richtlijnen te zijn. Er zijn daarentegen wel regels voor hellingbanen. Feitelijk wordt daarin voor trajecten van 20 meter aangegeven hoe steil hellingbanen maximaal mogen zijn en ook wat wenselijk is voor minder krachtige rolstoelgebruikers. Grotere hoogteverschillen moeten overbrugd worden door een aaneenschakeling van hellingbanen met daartussen 'rust' bordessen van minimaal 2 x 2 meter. Dat geeft de mogelijkheid tot 'recupereren' zoals dat in wielertermen gezegd wordt. In de openbare ruimte met hellende straten en pleinen zijn rustplateau's echter niet (nauwelijks) mogelijk.

Klimmen

De zwaarte van een helling wordt niet alleen bepaald door het hellingspercentage, maar ook door de lengte van de helling en de ondergrond.

Actieve wielerters weten dat een helling van 4% over een lengte van 1 km veel zwaarder is dan een klimmetje van 7% over 100 meter.

Dalen

Daarnaast speelt de veiligheid bij het afdalen van hellingen een rol. Dat betreft het onder controle kunnen houden van het vervoer(hulp)middel qua balans en (maximum)snelheid en uiteraard de dwarshelling van en de krommingen in het traject. Ook hier spelen de steilheid en de lengte van een helling een rol.

Soort vervoermiddel

Verder maakt het een groot verschil van welk vervoermiddel gebruik gemaakt wordt. Als het gaat om het overwinnen van een helling onderscheiden we in deze notitie voertuigen die enkel op fysieke kracht én voertuigen die op fysieke kracht gecombineerd met elektrische ondersteuning worden voortbewogen.

Veiligheid

Met betrekking tot de veiligheid bij het dalen worden alle soorten hulpvoertuigen betrokken.

Methode?

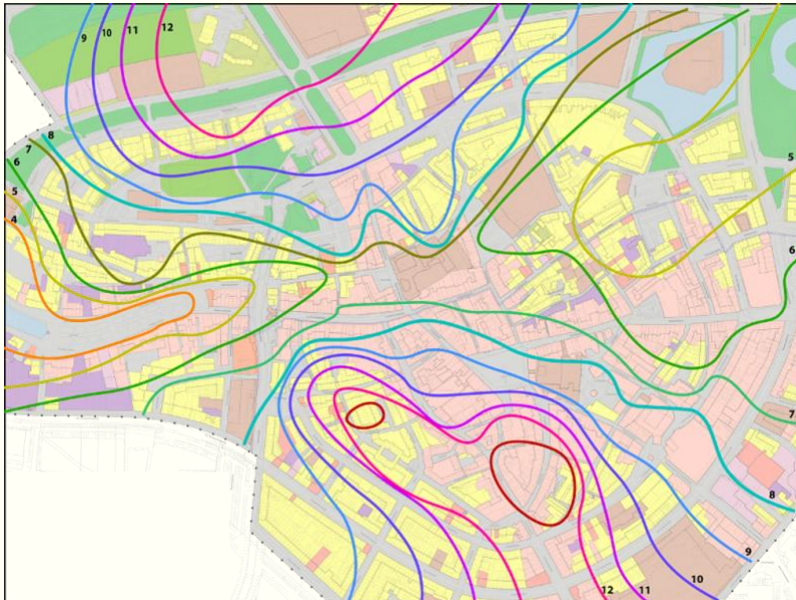
De vraag is of er voor gebruikers van (deels) fysiek aangedreven rollators en rolstoelen een methode bestaat waarmee de veiligheid en zwaarte van een helling geduid kan worden.

C Uitgangspunten

1. Voor de mobiliteit van iemand met een beperking wordt ervan uitgegaan dat de persoon zich zo zelfstandig mogelijk, dus met zo min mogelijk begeleiding, kan verplaatsen.
2. Belangrijke 'openbare' locaties moeten via de openbare ruimte en mogelijk via privéruimte, veilig en toegankelijk bereikbaar zijn. Dat zijn: gemeentelijke (info)centra, ontmoetingscentra, zorgcentra, cultuurcentra, scholen, kerken, bibliotheken, mediatheken, sportaccommodaties, parken, speelplaatsen, speeltuinen, recreatiegebieden, enz.
3. De locaties van de algemene gehandicapten parkeerplaatsen worden doordacht gekozen. De routes gehandicapten parkeerplaats naar belangrijke bestemmingen heen en terug zijn veilig en qua inspanning haalbaar. De routes zijn afgestemd op gebruikers van loop-aangedreven rollators en hand-aangedreven rolstoelen zonder elektrische ondersteuning. De routes heen en terug zijn verkeersveilig, ze hebben stroken die breed genoeg zijn, die vrij van obstakels zijn en een zo egaal mogelijke harde ondergrond hebben.

C.1 Hoogteverschillen

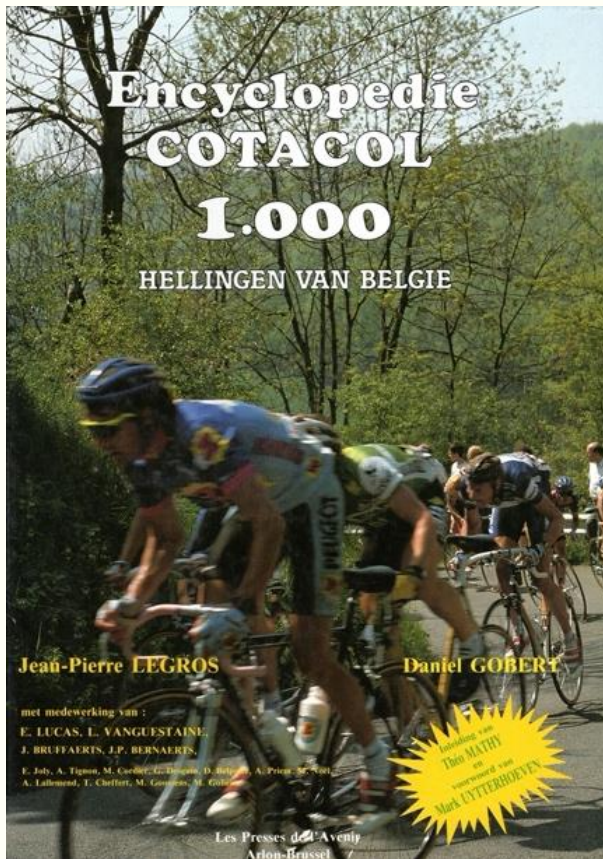
Kaartjes met hoogtelijnen geven informatie over gebieden met hoogteverschillen en duiden steile hellingen (hoogtelijnen liggen dicht bijeen). Het is een hulpmiddel voor de bepaling van locaties van gehandicapten parkeerplaatsen en bijvoorbeeld van rollator- en rolstoelvriendelijke trajecten.



Voorbeeld van hoogtelijnen in Bergen op Zoom

D Methode-onderzoek

D.1 Cotacol



Cotacol (1989) is een Belgisch standaardwerk over de wielersport.

Daniel Gobert en Jean-Pierre Legros beschrijven daarin duizend hellingen.

Bij elke helling staat een zogenoemde COTACOL-score vermeld. Deze score wordt berekend aan de hand van verschillende parameters, zoals lengte, gemiddeld stijgingspercentage, maximaal stijgingspercentage en de staat van het wegdek. Hoe hoger het aantal punten, des te zwaarder de beklimming.

Het is de vraag of een vergelijkbare score-methode ook voor rolstoel- en rollatorgebruikers ontwikkeld is of ontwikkeld kan worden. Zo een score geeft niet alleen vergelijkenderwijs aan hoeveel kracht het kost om een helling te overwinnen, maar kan bijvoorbeeld ook leiden tot indeling van hellingen. Categorieën als licht, gemiddeld, zwaar, zeer zwaar en te zwaar kunnen dan geduid worden.

Tegenwoordig beschikken we over geografische data met een zeer grote nauwkeurigheid. Daarmee wordt het mogelijk om veel betere berekeningen te maken. Iedere beklimming zou daarvoor opgeknipt kunnen worden in stukken met een gelijkmatige stijging.

De optelling van de deel-scores geeft dan een indicatie voor de totale zwaarte van de helling. Op die manier wordt rekening gehouden met het vaak grillige verloop van hellingen.

D.2 Score-methode voor hellingen

Uit Cotacol en uit ontwerprichtlijnen voor fietser hellingen (bron: <https://ipvdelft.nl/fietshellingen-deel-1-hellingspercentage>) kan een methode voor rolstoelgebruikers (zonder elektrische ondersteuning) worden afgeleid.



Liniebrug over het Amsterdam-Rijnkanaal, Nigtevecht

Met het oog op de door de fietser te leveren inspanning moet de helling flauwer worden naarmate het hoogteverschil groter is.

In lijn met richtlijnen voor hellingbanen en fietsershellingen kan de volgende formule worden gebruikt:

$$\text{Inspanningsscore} = \frac{(\text{hellingpercentage})^2 \cdot (\text{lengte helling}) \cdot (\text{voertuigfactor})}{32}$$

Hierin is de voertuigfactor een getal tussen 0 en 1. Voor geheel op fysieke kracht voortbewogen voertuigen is de voertuigfactor = 1. Als een voertuig deels op fysieke kracht en deels met elektrische ondersteuning voortbewogen wordt is de voertuigfactor een getal kleiner dan 1.

Dit getal is mede afhankelijk van de specificaties van de fabrikant van een voertuig en van veiligheidsrichtlijnen van de overheid.

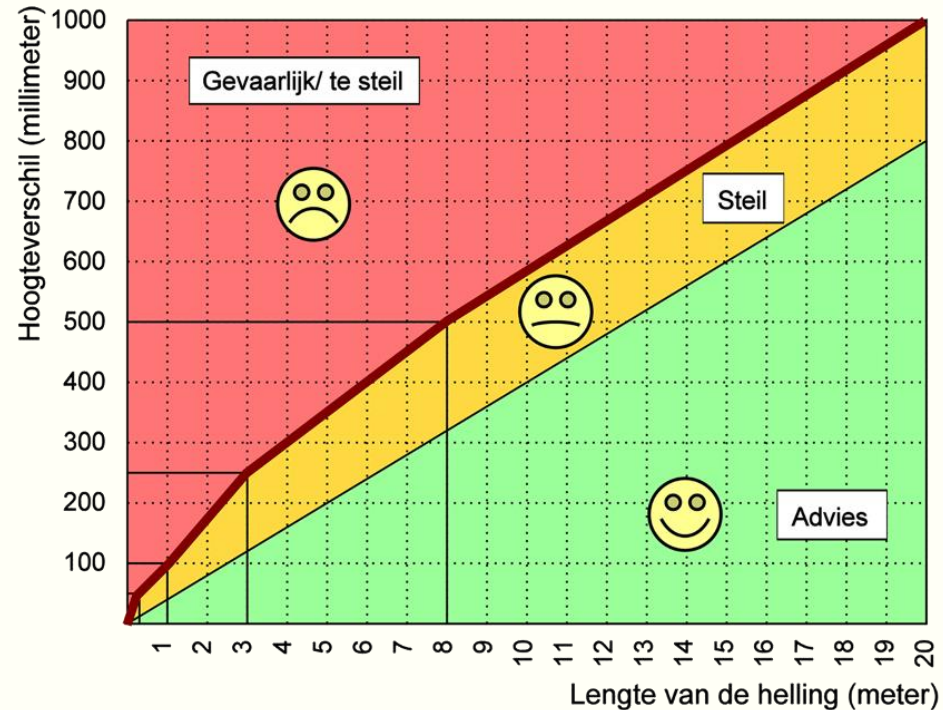
De normering in deze formule is gebaseerd op de hellingbaanrichtlijn van 4% met een lengte van 20 meter en een voertuigfactor = 1.

$$\text{Inspanningsscore} = \frac{(4)^2 \cdot (20) \cdot (1)}{32} = 10$$

D.3 Beschouwing van de formule

Bouw Advies Toegankelijkheid publiceerde in "[Voetpaden voor iedereen](#)" onderstaand grafisch overzicht dat is ontleend aan de richtlijnen voor hellingbanen.

De vraag is: "Welke inspanningsscores horen hierbij?"



Uit de publicatie "Voetpaden voor iedereen" kunnen richtlijnen worden afgeleid voor hellingen in de openbare ruimte.

Als het om de veiligheid gaat is er voor langere hellingbanen gekozen voor een maximum hellingspercentage van 5%.

Het advies gaat mede in verband met de inspanningshaalbaarheid uit van een hellingspercentage van 4%.

Een andere richtlijn voor hellingbanen betreft minder krachtige rolstoelers. Over een afstand van 20 meter is het overbruggen van een hoogteverschil van 0,3 meter haalbaar.

Dit komt neer op een hellingspercentage van $\frac{0,3}{20} \cdot 100 = 1,5\%$

Formule toegepast op indeling uit "Voetpaden voor iedereen"

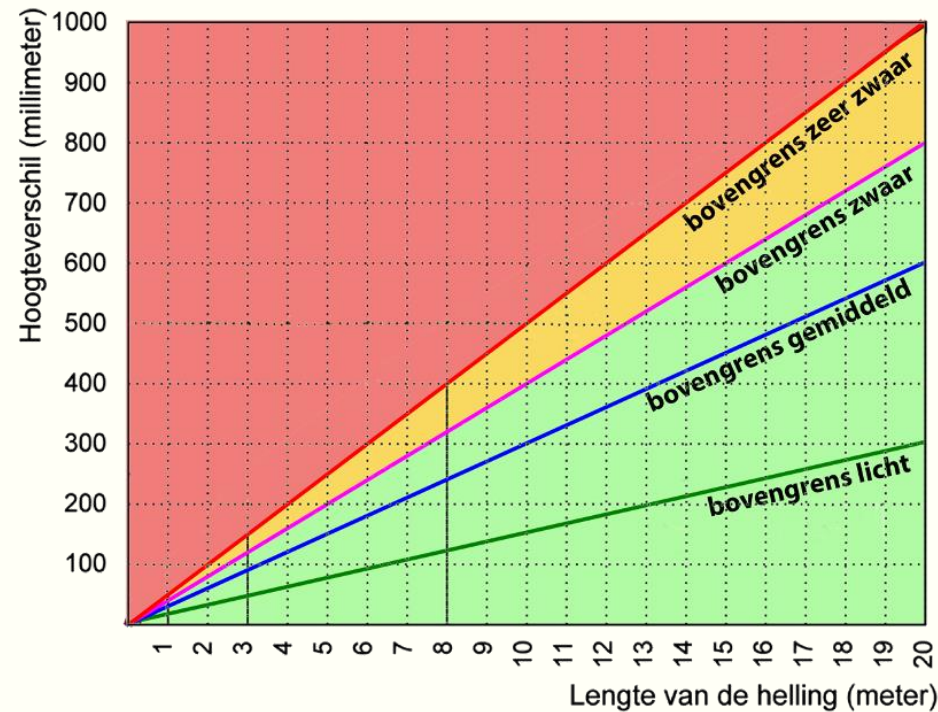
De inspanningsscores (formule) voor hellingenbanen van 20 meter voor respectievelijk hellingpercentages van 5%, 4%, 3% en 1,5% zijn:

Bovengrens 'zeer zwaar'; helling 5%: $\frac{(5)^2 \cdot (20) \cdot (1)}{32} = 15,6$

Bovengrens 'zwaar'; helling 4%: $\frac{(4)^2 \cdot (20) \cdot (1)}{32} = 10$

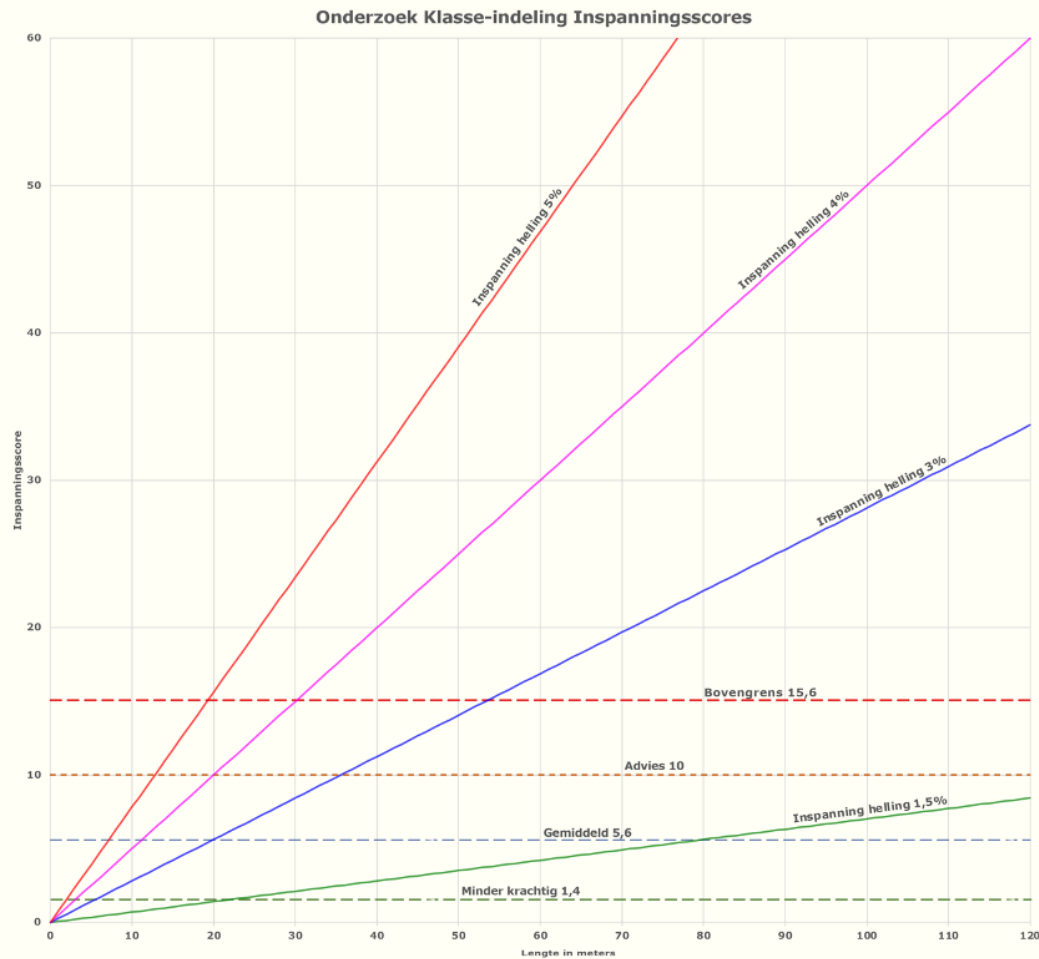
Bovengrens 'gemiddeld'; helling 3%: $\frac{(3)^2 \cdot (20) \cdot (1)}{32} = 5,6$

Bovengrens 'licht'; helling 1,5%: $\frac{(1,5)^2 \cdot (20) \cdot (1)}{32} = 1,4$



Het gebied tot de bovengrens 'zwaar' komt overeen met het 'advies'-gebied uit de richtlijnen voor hellingbanen.

D.4 Nadere beschouwing van de formule

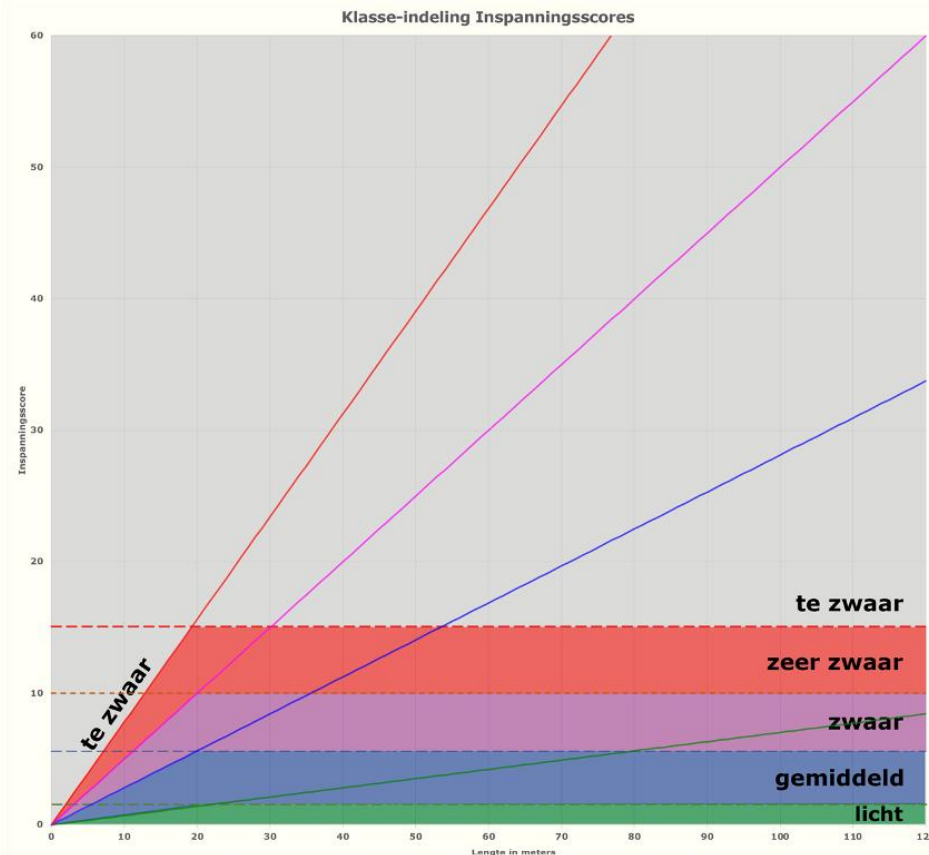


In bovenstaande grafieken wordt de relatie tussen de Inspanningsscore en de lengte van de helling weergegeven. De grafieken betreffen hellingspercentages van 5%, 4%, 3% en 1,5% en voertuigfactor= 1. Verder zijn met de horizontale stippellijnen de grenzen inspanningsscores bovengrens, advies, gemiddeld en minder krachtig uit "Voetpaden voor iedereen" geduid. Enige bijbehorende lengten en percentages zijn in het overzicht hieronder aangegeven.

Inspanningsscore	Percentage	Lengte
1,4	1,5%	20 m
5,6	1,5%	80 m
5,6	3%	20 m
10	3%	35 m
10	4%	20 m
15,6	3%	55 m
15,6	4%	30 m
15,6	5%	20 m

In de richtlijnen voor hellingenbanen wordt uitgegaan van rustplateaus die om de 20 meter zijn aangebracht. Een fijnmazige stratenstructuur in oude binnensteden geeft vaak 'natuurlijke' rustplateaus voor rolstoelgebruikers of in het kader van Age Friendly Cities kunnen er rustplekken voor rollatorgebruikers zijn of worden gerealiseerd. De lengten van (delen van) straten van ca. 30 m, ca. 55 m, ca. 80 m en ca. 120 m passen goed in dat patroon.

D.5 Klassen-indelingen inspanning



Een combinatie van bovengenoemde gegevens en overwegingen uit paragraaf D4 kan omgezet worden in een bruikbare indeling: "licht", "gemiddeld", "zwaar", "zeer zwaar" en "te zwaar".

Licht: Bovengrens 1,5%; Inspanningsscore $\in [0; 1,4]$

Gemiddeld: Bovengrens 3,0%; Inspanningsscore $\in <1,4; 5,6]$

Zwaar: Bovengrens 4,0%; Inspanningsscore $\in <5,6; 10,0]$

Zeer zwaar: Bovengrens 5,0%; Inspanningsscore $\in <10,0; 15,6]$

Te Zwaar: Meer dan 5%; Inspanningsscore $\in <15,6; \rightarrow$

D.6 Hand-aangedreven voertuigen met ondersteuning



Er bestaat een grote diversiteit in dit soort voertuigen.

Als het om het voortbewegen gaat, betreft dat onder meer de manier van elektrische ondersteuning, de sterkte van de ondersteuning, de warmteontwikkeling van het systeem, de actieradius, de bediening van de ondersteuning en de manier waarop geremd wordt.

Uit informatie van de producenten van deze voertuigen blijkt dat de ondergrens van de inspanningsklasse 'te zwaar' bij een helling van 7% ligt.

Beschouwing voor een hellingbaan van 20 m, een hellingspercentage van 7% en een inspanningsscore van 15,625 geeft de formule:

$$\text{Inspanningsscore} = \frac{(\text{hellingpercentage})^2 \cdot (\text{lengte helling}) \cdot (\text{voertuigfactor})}{32},$$

$$15,625 = \frac{(7)^2 \cdot (20) \cdot (\text{voertuigfactor})}{32}.$$

De voertuigfactor is dan 0,51

De hellingspercentages bij de klassenindeling voor dit soort voertuigen worden dan:

Licht: Bovengrens 2,1%; Inspanningsscore $\in [0; 1,4]$

Gemiddeld: Bovengrens 4,2%; Inspanningsscore $\in <1,4; 5,6]$

Zwaar: Bovengrens 5,6%; Inspanningsscore $\in <5,6; 10,0]$

Zeer zwaar: Bovengrens 7,0%; Inspanningsscore $\in <10,0; 15,6]$

Te Zwaar: Meer dan 7%; Inspanningsscore $\in <15,6; \rightarrow >$

D.7 Veiligheid

Feitelijk zijn er op het gebied van veiligheid meerdere regelgevingen van toepassing. Allereerst de eisen die aan mechanische medische hulpmiddelen worden gesteld, daarnaast verkeersregels en voertuigveiligheidseisen.

De plaats waar het voertuig zich bevindt en mag bevinden bepaalt in principe de verkeersregels. Gehandicaptenvoertuigen die op het trottoir of voetpad voortbewegen volgen de regels van voetgangers (max. 6 km/u), rijden ze op een fietspad dan gelden de regels die voor fietsers gelden (max. 30 km/u bibeko en 40 km/u bubeko). Een scootmobiel mag ook op de rijbaan (max. 45 km/u). Het groot aantal verkeersongevallen met scootmobielen is zorgelijk, zie:

<https://www.fietsberaad.nl/Kennisbank/SWOV-Scootmobielongevallen-zijn-te-reduceren-door> .

Hellingvoorwaarden

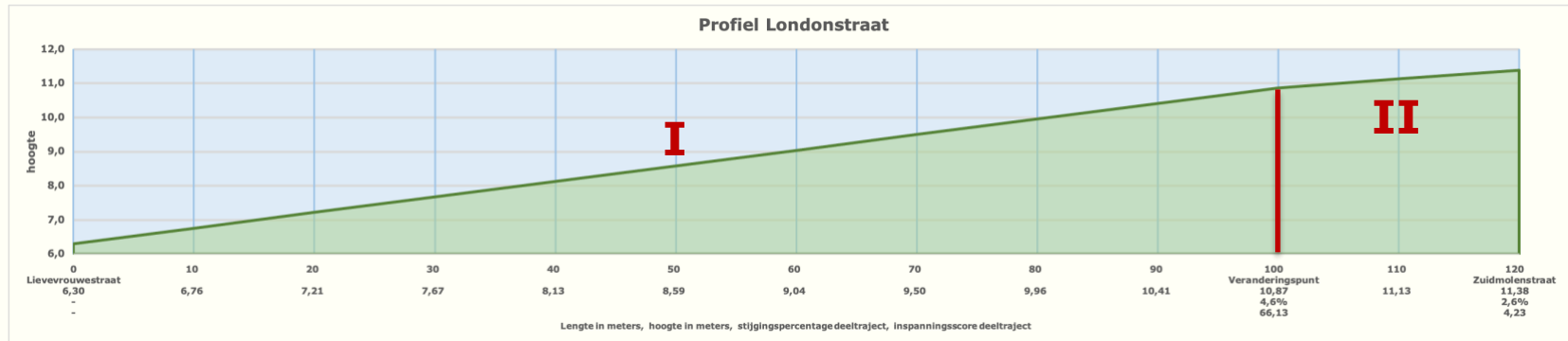
- Rollatorgebruikers hebben vaak een bewegingsbeperking en/of zijn minder sterk. Niet alleen de steilheid van een helling naar boven speelt ze vanwege de inspanning parten, maar daarnaast zijn ze vaak zeer onzeker/angstig als de helling naar beneden te steil is. De klassenindeling 'Hand-aangedreven zonder ondersteuning' is van toepassing)
- Voor hand-aangedreven rolstoelen speelt uiteraard de kracht en de conditie van de bestuurder een belangrijke rol. Ook hier geldt dat vanwege de veiligheid de hellingen naar beneden niet te steil mogen zijn. Ze moeten immers met de hand remmen en het voertuig op kruissnelheid houden, waarbij ook nog rekening met de toegestane maximumsnelheid gehouden moet worden. 'Hand-aangedreven zonder of met ondersteuning' is van toepassing).
- Gebruikers van elektrische rolstoelen (geen handaandrijving) kunnen steilere hellingen naar boven overbruggen. Steilere en langere hellingen naar beneden leiden echter vaak tot te hoge snelheden. De snelheid naar beneden hangt af van de steilheid en van de lengte van de helling. Bochten in daaltrajecten geven een kantelrisico. Verder moet er rekening gehouden worden met de toegestane maximumsnelheid. De producenten van dergelijke voertuigen adviseren voertuigafhankelijk om verschillende redenen maximum hellingpercentages van respectievelijk 6% en 9%.
- Scootmobiel
De producenten adviseren voertuigafhankelijk om verschillende redenen maximum hellingpercentages van respectievelijk 6% en 9%.

E Klassen-indelingen

Op basis van het onderzoek kan een klasse-indeling voor de verschillende soorten rolstoelen gemaakt worden. Deze klasse-indeling is terug te vinden in de paragrafen **A.4** t/m **A.6**.

F Bijlagen, voorbeelden

F.1 Londonstraat, Bergen op Zoom



Deel	Percentage	Lengte	Score A	Score B
I	4,6%	100	66,13	33,72
II	2,6%	20	4,23	2,15
Totaal		120	70,36	35,87

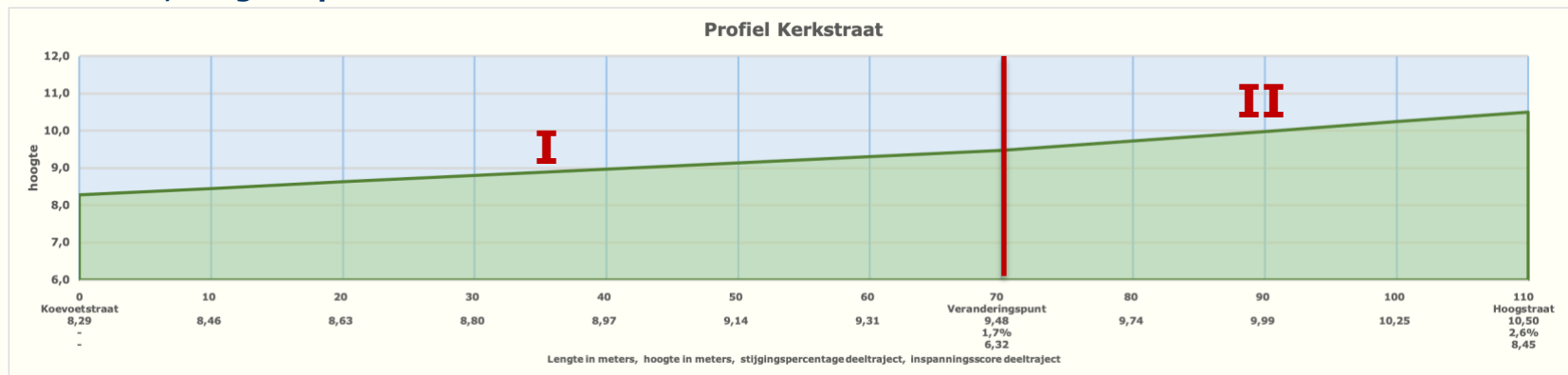
Gewogen gemiddelde helling: 4,3%

De helling is te zwaar.



Londonstraat, Bergen op Zoom

F.2 Kerkstraat, Bergen op Zoom



Deel	Percentage	Lengte	Score A	Score B
I	1,7%	70	6,32	3,22
II	2,6%	40	8,45	4,31
Totaal		110	14,77	7,52

Gewogen gemiddelde percentage: 2,0%

Ieder deeltraject is te doen.

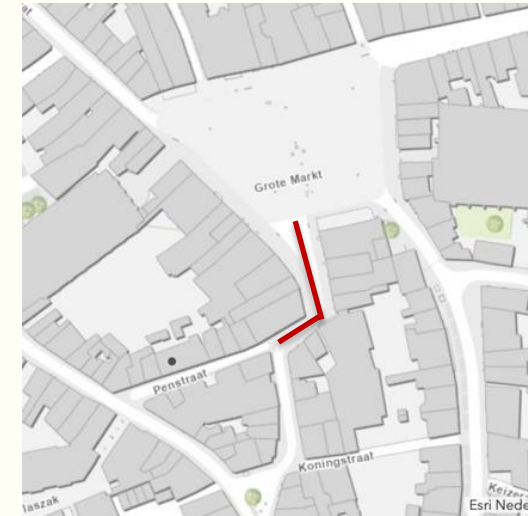
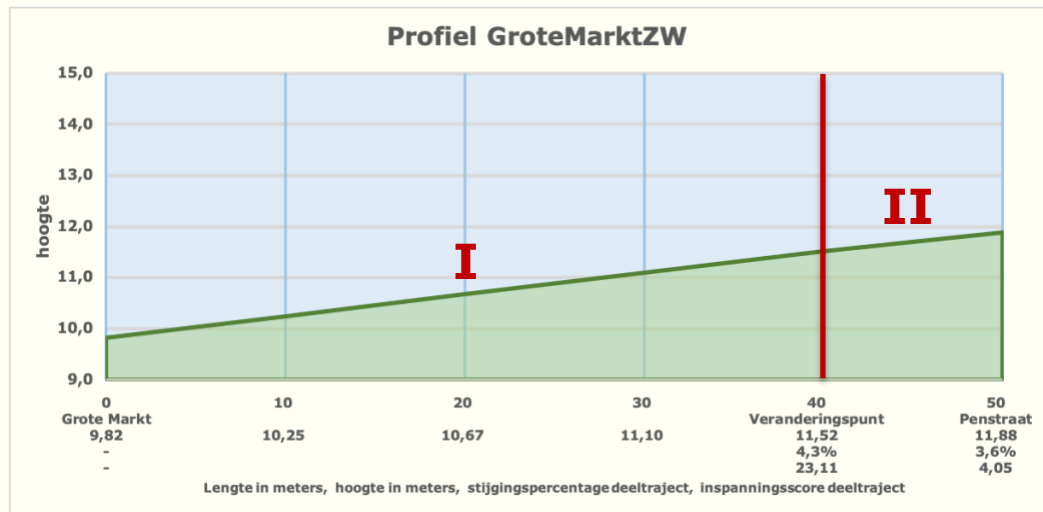
Voor rolstoelgebruikers zonder ondersteuning in totaal "Zeet zwaar",
maar met een rustpunt is het haalbaar.

Voor rolstoelgebruikers met ondersteuning in totaal 'Zwaar'



Kerkstraat, Bergen op Zoom

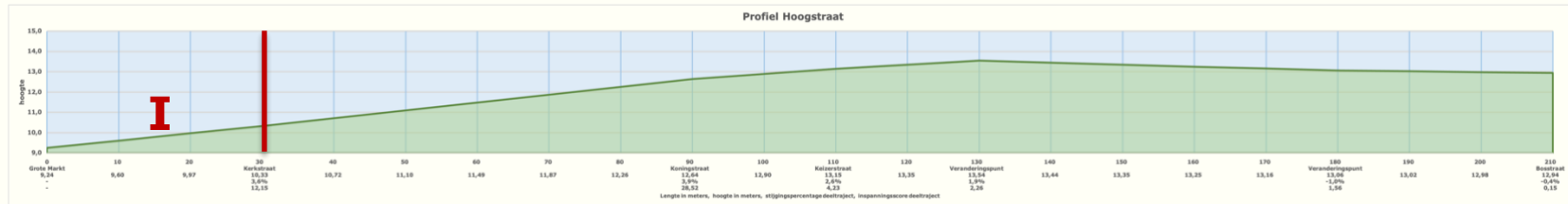
F.3 Grote Markt-Penstraat/Bosstraat, Bergen op Zoom



Grote Markt-Penstraat, Bergen op Zoom

F.4 Hoogstraat tot Kerkstraat, Bergen op Zoom

Trajectdeel I betreft de route Hoogstraat naar de Kerkstraat.



Deel	Percentage	Lengte	Score A	Score B
I	3,6%	30	12,15	6,20

Trajectdeel 1 is haalbaar.

Een route Grote Markt-Hoogstraat-Kerkstraat is mogelijk



Grote Markt-Hoogstraat-Kerkstraat, Bergen op Zoom