

Veiligheidsconsequenties van Intelligente Snelheidsadaptatie ISA

Ir. Oei Hway-liem

R-2001-11

Veiligheidsconsequenties van Intelligente Snelheidsadaptatie ISA

Mogelijke effecten op de verkeersveiligheid bij algehele invoering van
ISA in Nederland

Documentbeschrijving

Rapportnummer:	R-2001-11
Titel:	Veiligheidsconsequenties van Intelligente Snelheidsadaptatie ISA
Ondertitel:	Mogelijke effecten op de verkeersveiligheid bij algehele invoering van ISA in Nederland
Auteur(s):	Ir. Oei Hway-liem
Onderzoeksthema:	Telematica en veiligheid in het wegverkeer
Themaleider:	Ir. R.G. Eenink
Projectnummer SWOV:	70.316
Trefwoord(en):	Speed limit, driver information, electronic driving aid, speed limiter, global positioning system, intelligent transport system, telematics, safety, Sweden, Netherlands.
Projectinhoud:	In Zweden en in Nederland lopen praktijkexperimenten met Intelligente Snelheidsadaptatie (ISA). Een belangrijke vraag is welke consequenties de grootschalige invoer van ISA kan hebben op de verkeersveiligheid. In dit rapport worden een aantal (praktijk)onderzoeken met ISA beschreven. Ook wordt een aantal globale ramingen gegeven van te verwachten veiligheidseffecten van de algehele invoer van ISA in Nederland.
Aantal pagina's:	24 + 2 blz.
Prijs:	f 17,50
Uitgave:	SWOV, Leidschendam, 2001

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV
Postbus 1090
2260 BB Leidschendam
Telefoon 070-3209323
Telefax 070-3201261

Samenvatting

In Zweden en in Nederland lopen momenteel praktijkexperimenten met Intelligente Snelheidsadaptatie ISA. Een ISA-systeem in de auto bestaat uit een 'Global Positioning System' (GPS) ter bepaling van de positie van het voertuig, en een CD-ROM waarop het wegennetwerk en de daarbij horende snelheidslimieten zijn opgeslagen.

ISA-systemen kunnen worden onderscheiden in de reactie die ze geven op overschrijding van de snelheidslimiet. Er zijn systemen die de bestuurder op de een of andere manier waarschuwen; de bestuurder bepaalt uiteindelijk de rijsnelheid. Andere systemen grijpen zelf in en limiteren de snelheid van het voertuig.

In het ISA-experiment in Zweden worden in vier steden diverse vormen van 'waarschuwen bij snelheidsovertreding' beproefd. Samen worden er ongeveer 8.000 voertuigen bij de experimenten betrokken.

In het Nederlandse experiment, in Tilburg, grijpt het ISA-systeem in zodra de limiet dreigt te worden overschreden. Dit gebeurt door de brandstof-toevoer 'af te knijpen'. Gedurende een periode van één jaar zijn er 20 voertuigen ingezet.

Overig onderzoek dat naar ISA heeft plaatsgevonden was onder andere een simulatie in Engeland.

Een belangrijke vraag is welke consequenties de grootschalige invoer van ISA in Nederland kan hebben op de verkeersveiligheid. In het onderhavige rapport wordt een aantal globale ramingen gegeven van te verwachten veiligheidseffecten van ISA. Deze effecten variëren naar verwachting van 25 tot 30% reductie in het aantal letselslachtoffers.

Bij deze ramingen wordt geen rekening gehouden met bijvoorbeeld geleidelijke invoering van ISA, veranderend rijgedrag, eventueel falen van het systeem, enzovoort.

Om met conventionele snelheidscontrole een reductie van vergelijkbare grootteorde te verkrijgen zou per wegvak een controlefrequentie van één hele dag per week nodig zijn. Vooralsnog is dit voor de politie in de praktijk niet haalbaar gebleken.

Van de verkeersveiligheidsconsequenties van ISA is nog weinig bekend uit praktijkonderzoek. De resultaten van de lopende evaluatieonderzoeken dienen te worden afgewacht alvorens vervolgstappen gezet kunnen worden. Het simulatieonderzoek gaf een gunstig effect van ISA op de rijsnelheid te zien, maar een ongunstig effect op het volgedrag en op rijgedrag bij mist.

Hoewel de potentie van ISA voor de veiligheid groot lijkt, wordt eerst een evaluatie van grootschaliger onderzoek van ISA in de praktijk aanbevolen, in het bijzonder op 50- en 80 km/uur-wegen. Alleen dergelijk onderzoek kan uitsluitsel geven over de daadwerkelijke grootte van de verwachte effecten.

Summary

Road Safety consequences of Intelligent Speed Adaption ISA; possible effects of a general introduction in the Netherlands

At the present time, there are a number of practical experiments being carried out with Intelligent Speed Adaption ISA, in Sweden and the Netherlands. An ISA system consists of a 'Global Positioning System' (GPS) to determine the car's position, and a CD-ROM, in which the road network and its speed limits are stored.

ISA systems can be distinguished in the way the reaction is given to exceeding the speed limit. There are systems that, in one way or the other, warn the driver; it is, after all, the driver that determines the speed driven. Other systems intervene and limit the vehicle's speed.

In Sweden, the ISA experiment is being carried out in four cities with various types of 'warning when driving too fast'. In these, there are all together about 8,000 vehicle involved.

In the Netherlands experiment, in the city of Tilburg, the ISA system intervenes as soon as the speed limit is going to be excelled. This is done by 'cutting off' the supply of fuel. 20 vehicle are involved during a one year period.

Other ISA research that has been carried out involved, among other things, a simulation in England.

An important question arising from large-scale introduction in the Netherlands, is the effects it can have on road safety. This report presents a number of approximate estimations of the effects to be expected. These effects have an estimated reduction in accident victims from 25 to 30%. The estimations do not take into account with, for example, gradual introduction, changing driving behaviour, and possible system failure, etc.

To obtain a similar reduction using conventional speed control, one would need one whole day a week per road segment. For the time being, this is not feasible for the police.

Little is known from practical studies about the road safety consequences of ISA. The results of the present evaluation studies should waited for before the next steps can be taken. The simulation study showed a positive effect of ISA on driving speed. A negative effect, however, was that on distance keeping and driving behaviour in foggy weather.

Although ISA appears to have a large safety-improving potency, it is recommended to wait for larger scale practical experiments. This applies especially to roads with 50 km/h and 80 km/h speed limits. Only such studies can provide a definite answer to the real size of the expected effects.

Inhoud

Voorwoord	6
1. Inleiding	7
2. ISA-experimenten in Zweden	9
2.1. Opzet Zweedse experimenten	9
2.1.1. Waarschuwingssysteem in Umeå - speed checker	10
2.1.2. Waarschuwing plus limiet-display in Borlänge en Lidköping	10
2.1.3. Automatische registratie overtreders in Borlänge	10
2.1.4. 'Actief gaspedaal' in Lund en Lidköping	10
2.2. Opzet Zweedse evaluatie	10
2.2.1. Mening bestuurder	11
2.2.2. Effect op de verkeersveiligheid	11
2.3. Kanttekeningen bij de Zweedse experimenten	12
3. ISA in Nederland	13
3.1. Beschrijving ISA-experiment in Tilburg	13
3.2. Rijsnelheden in Nederland	14
3.3. Aantal slachtoffers in Nederland	15
3.4. Berekening verkeersveiligheidseffect van ISA in Nederland	16
4. Overige relevante studies	18
4.1. Theoretische berekening Universiteit van Lund	18
4.2. Simulatieonderzoek Universiteit van Leeds	18
4.3. Veldonderzoeken	19
4.4. Raming effect bij 10% overschrijders	19
4.5. Conventionele snelheidscontrole als alternatief voor ISA	19
5. Conclusies en aanbevelingen	22
Literatuur	23
Bijlage Berekening veiligheidseffect van ISA	25

Voorwoord

De SWOV heeft in 1998 de literatuurstudie *Intelligente Snelheidsadaptatie ISA* uitgebracht (Oei, 1998b). Hierin werden onder andere de in Zweden beproefde ISA-systemen vergeleken met het in Tilburg te evalueren ISA-systeem.

Het onderhavige rapport geeft een beschouwing over de mogelijke consequenties voor de verkeersveiligheid indien ISA grootschalig in Nederland wordt toegepast.

Ten behoeve van dit project is in oktober 1999 een workshop '*Speed control: principles, methods, measures*' te Kaiserslautern bezocht, georganiseerd door International Cooperation on Theories and Concepts in Traffic safety ICTCT. Een van de behandelde thema's was ISA; deze presentaties werden verzorgd door Zweedse onderzoekers en door een medewerker van TNO Technische Menskunde. Tevens is een bezoek gebracht aan het ISA-project te Tilburg.

1. Inleiding

Intelligente Snelheidsadaptatie ISA wordt in de toekomst misschien een belangrijk middel voor snelheidscontrole op auto's. Een ISA-systeem in de auto bestaat uit een 'Global Positioning System' (GPS) ter bepaling van de positie van het voertuig, en een CD-ROM waarop het wegennetwerk en de daarbij horende snelheidslimieten zijn opgeslagen.

In Zweden en in Nederland lopen momenteel praktijkexperimenten met ISA. Bij deze experimenten wordt gebruikgemaakt van ISA-systemen die kunnen worden onderscheiden in de reactie die ze geven op overschrijding van de snelheidslimiet. Deze systemen:

- waarschuwen uitsluitend - de zogenoemde 'open' variant;
- laten het gaspedaal tegendruk geven - de 'half-open' variant;
- passen de snelheid automatisch aan de limiet aan - de 'gesloten' variant.

Een belangrijke vraag is welke consequenties de grootschalige invoer van ISA in Nederland kan hebben op de verkeersveiligheid. In de onderhavige studie wordt nagegaan welke grootteorde van verkeersveiligheidseffecten we van ISA mogen verwachten. Verder wordt ingegaan op de vraag of de te verwachten effecten dusdanig zijn dat het de moeite waard is om door te gaan op de ingeslagen weg van ontwikkeling, beproeving en toepassing van dat soort systemen.

In deze studie is allereerst ingegaan op de experimenten die in uitvoering zijn in Zweden, met open en half-open ISA-systemen (Hoofdstuk 2), en in Nederland, met gesloten ISA-systemen (Hoofdstuk 3). Verder is een berekeningsmethode opgesteld om het verkeersveiligheidseffect te kunnen inschatten wanneer alle voertuigen in Nederland ISA zouden hebben (0% overschrijders van de snelheidslimiet; Hoofdstuk 3).

In Hoofdstuk 4 wordt onder andere berekend wat het geraamde effect buiten de bebouwde kom zou zijn wanneer slechts 10% van de bestuurders sneller zou rijden dan de limiet. Ook wordt in Hoofdstuk 4 berekend welke controlefrequentie nodig zou zijn om met conventionele snelheidscontrole een vergelijkbare naleving van de limiet te verkrijgen als met ISA. Daarnaast worden onderzoeken met een rijnsimulator in Engeland besproken. Het rapport sluit af met enkele conclusies en aanbevelingen (Hoofdstuk 5).

Het ligt niet in de bedoeling om met deze studie de verschillende berekeningswijzen van veiligheidseffecten *methodisch* met elkaar te vergelijken; dit zou een apart onderzoek vergen.

De verrichte berekeningen zijn gebaseerd op een aantal aannamen, en de uitkomsten ervan dienen te worden beschouwd als globale ramingen. Slechts grootschalige evaluatie van ISA in de praktijk kan uitsluitel geven over de daadwerkelijke grootte van de effecten.

In de praktijk zal ISA niet in korte tijd volledig worden ingevoerd, maar zal dit geleidelijk gebeuren. De vraag wat de effecten zijn van een dergelijke toename van het aandeel voertuigen met ISA in de loop van de tijd, is het onderzoeken waard.

Er is nog weinig bekend over de precieze kenmerken van een betrouwbare, of zelfs onfeilbare ('fail-safe') uitvoering en optimale inrichting ('Human

Machine Interface') van ISA-systemen. In het 5e kaderprogramma van de Europese Unie (onder andere in het project HASTE) is een begin gemaakt met onderzoek hiernaar.

2. ISA-experimenten in Zweden

2.1. Opzet Zweedse experimenten

In opdracht van de Swedish National Road Administration (SNRA - Vägverket) worden in Borlänge, Lidköping, Lund en Umeå grootschalige experimenten gehouden met een aantal varianten van ISA (Lind, 1998; Lind, Lindkvist & Carlsson, 1999). In deze vier steden/gemeenten zijn snelheidslimieten van 30, 50 en 70 km/uur van toepassing. Er worden een aantal open varianten en een half-open variant ('actief gaspedaal') van ISA beproefd. Hiervoor is een bedrag van 75 miljoen Zweedse kronen (circa 19 miljoen gulden) uitgetrokken voor de periode 1999-2001.

De SNRA heeft op landelijk niveau de taak het gehele project te coördineren (projectmanagement, technische ondersteuning en evaluatie). Doordat iedere gemeente haar eigen wensen heeft ten aanzien van de opzet van het experiment in die betreffende gemeente, is de vergelijkbaarheid van de verschillende gemeenten bij de evaluatie in het gedrang gekomen.

Bestuurders die bij het experiment zijn betrokken, zijn zowel particuliere rijders als professionele bestuurders: berijders van bedrijfsauto's, taxi's en buschauffeurs. Daarbij gaat het niet alleen om strikte vrijwilligers, maar ook om bestuurders die in feite tegen ISA zijn, maar toch willen meewerken aan het experiment. Een dergelijke vrijwillige deelname en informatieve (open of half-open) systemen hebben in het experiment eerste prioriteit. Deze informatieve systemen ondersteunen de bestuurder; de bestuurder blijft verantwoordelijk voor naleving van de limiet. Geen enkele van de ISA-varianten legt dus de limiet dwingend op aan de bestuurder.

Het doel van deze experimenten is om een advies op te stellen aan de Zweedse overheid over welk systeem het beste toegepast kan worden. Dit kan een van de beproefde systemen zijn, een combinatie daarvan of een aan te passen systeem.

De uitgangspunten die in Zweden worden gehanteerd bij de uiteindelijke introductie van ISA in stedelijke gebieden zijn:

- ISA dient niet door de overheid opgelegd te worden, maar er dient bij de gebruiker een behoefte aan te bestaan.
- ISA dient een oplossing te vormen voor problemen die vanuit het oogpunt van gebruikers en van het publiek als urgent worden ervaren.

De rol van de overheid op de lokale markt wordt beperkt tot het geven van technische informatie, de standaardisatie van ISA-systemen, juridische aspecten, zekerheid ten aanzien van de kwaliteit, en de evaluatie van de proeven.

2.1.1. *Waarschuwingssysteem in Umeå - speed checker*

In Umeå doen 5.000 voertuigen mee aan het experiment. De bestuurders van de voertuigen krijgen een waarschuwing door middel van een knipperlicht- en geluidssignaal bij overschrijding van de limiet met meer dan 2 km/uur. Neemt de snelheid toe, dan neemt de intensiteit van het geluid ook toe. De snelheidsmeting gebeurt door middel van een bakens langs de weg en een transponder in de auto.

2.1.2. *Waarschuwing plus limiet-display in Borlänge en Lidköping*

In zowel Borlänge als Lidköping wordt bij 200 voertuigen geëxperimenteerd met een waarschuwingssysteem met 'limiet-display'. De display geeft de van toepassing zijnde snelheidslimiet weer. Er wordt gebruikgemaakt van bakens langs de weg met transponders in de auto, en van een Global Positioning System (GPS) met een digitale wegenkaart. Uit kostenoverwegingen wordt de omvang van het experiment beperkt tot 200 voertuigen per stad. Lind et al. (1999) achten dit systeem op lange termijn het beste geschikt voor massale toepassing. Wellicht is dit omdat daarmee dure en tijdrovende infrastructurele voorzieningen uitgespaard worden, en de kosten (voor een groot deel) kunnen worden afgewenteld op de gebruiker.

2.1.3. *Automatische registratie overtreders in Borlänge*

Een systeem met automatische registratie van snelheidsovertreders wordt in Borlänge beproefd met 200 voertuigen, waaronder schoolbussen, taxi's en invalidenvervoer. Ten behoeve van veilig transport worden snelheidsovertredingen die langer dan 10 à 15 seconden duren, ondanks gegeven waarschuwingen, automatisch geregistreerd met een datarecorder.

2.1.4. *'Actief gaspedaal' in Lund en Lidköping*

Bij nadering van de snelheidslimiet geeft een zogenoemd 'actief gaspedaal' tegendruk. De bestuurder krijgt dus de informatie zonder zijn blik van de weg te hoeven afwenden. Een display geeft informatie over de snelheidslimiet met behulp van GPS en een digitale kaart op CD-ROM. Door 'vol gas' te geven kan deze tegendruk worden overwonnen. Gewenning met dit systeem is nodig; dit kan een dag tot enkele dagen duren. Dit half-open ISA-systeem wordt beproefd in Lund (300 voertuigen) en Lidköping (200 voertuigen).

2.2. **Opzet Zweedse evaluatie**

Het evaluatieonderzoek van de Zweedse experimenten wordt gericht de mogelijke effecten op:

- de attitude van de bestuurder via een enquête;
- het gedrag van de bestuurder door metingen op de weg;
- het effect op het verkeer en de verkeersveiligheid door verkeersmetingen en een ongevalanalyse;

Verder worden de technische mogelijkheden van integratie van de technologie nagegaan

Het evaluatieonderzoek zal zich tevens richten op de haalbaarheid van de invoering van ISA. Hierbij worden beschouwd:

- de mate van acceptatie door de bestuurders;
- knelpunten bij algehele invoering van ISA;
- de mate van acceptatie door het publiek.

De mate van acceptatie en de knelpunten zullen afhangen van de effecten op de veiligheid, het milieu, de toegankelijkheid en de transportkosten.

Resultaten van eerder uitgevoerde kleinschalige experimenten in Eslöv en Umeå geven een indicatie van vermoedelijk gunstige effecten op de rijnsnelheid (Lind, 1998). Er werden geen significante effecten gevonden op de snelheid bij afslaan, op voorrangsgedrag ten opzichte van voetgangers en op de subjectieve veiligheid die met ISA werd ondervonden. Lind (1998) verwijst naar een onderzoek van Carsten, die vond dat voertuigen met ISA significant lagere naderingssnelheden hadden bij kruispunten, op een afstand van 30 m van het kruispunt of meer.

2.2.1. *Mening bestuurder*

Onder een steekproef van bestuurders zullen enquêtes worden verricht. Dit zal gebeuren voor de start van het experiment, direct na de start, halverwege de duur van het experiment en na beëindiging ervan. Met de enquêtes zal onderzocht worden:

- of de bestuurder behoefte heeft aan ISA, in het bijzonder bij gevaarlijke omstandigheden (dus niet continu);
- of de bestuurder alleen geïnformeerd of ook beheerst wenst te worden door het systeem;
- of de bestuurder denkt dat het risico wordt verhoogd doordat men minder in staat is om de snelheid te verhogen;
- of de bestuurder denkt dat zwakkere verkeersdeelnemers zich veiliger voelen met ISA-voertuigen om zich heen;
- of de bestuurder het systeem functioneel vindt;
- of de bestuurder problemen heeft met de discrepanties in snelheidsbepalingen: de snelheidsmeter in de auto geeft een hogere snelheid aan dan er werkelijk gereden wordt;
- of de bestuurder bij limietveranderingen de nauwkeurigheid in afstand van circa 10 meter te groot of voldoende vindt;
- of de bestuurder bereid is te betalen voor het systeem;
- of de bestuurder verbeteringen en/of aanvullingen van het systeem wenselijk acht.

2.2.2. *Effect op de verkeersveiligheid*

In de vier steden zullen de gemiddelde snelheden en de spreiding hierin bij ongestoord verkeer worden gemeten op 20 tot 50 wegvakken en kruispunten. Er zal nagegaan worden of er verschil is in effect tussen informatieve systemen en systemen die actieve ondersteuning geven aan de bestuurder. Ook wordt het verschil in effect op wegen met een 30-, 50- en 70 km/uur-limiet bepaald.

Ook zal de naderingssnelheid bij kruispunten van voertuigen *zonder* systeem worden gemeten, om na te gaan of die groep langzamer is gaan rijden onder invloed van voertuigen *met* ISA-systeem.

Verwacht wordt dat ISA zal leiden tot een verandering in de volgtijd en daardoor consequenties voor de veiligheid zal hebben. Een te kleine volgtijd maakt tijdig remmen onmogelijk. Een te grote volgtijd leidt tot meer oversteken tussen elkaar volgende auto's, met de daaraan verbonden risico's. Derhalve zullen bij de evaluatie volgtijden die groter zijn dan 5 seconden apart worden geregistreerd en geanalyseerd.

Verwacht wordt dat met ISA minder agressief wordt gereden; dit zou kunnen leiden tot minder roodlichtovertredingen. Daarom wordt het roodlichtgedrag van auto's met en zonder ISA gevolgd bij oversteekplaatsen die met verkeerslichten geregeld worden.

Een ongevallenevaluatie zal volgens Aberg (1999) alleen in Umeå zinvol zijn, aangezien daar 20% (5.000) van de voertuigen zal zijn uitgerust met het ISA-waarschuwingssysteem. De ongevallengegevens zullen worden betrokken van de politie op de reguliere wijze en van ziekenhuizen. Het verloop van het ongevallenbeeld voor, tijdens en na het ISA-experiment zal in kaart worden gebracht. In de drie andere steden Borlänge, Lidköping en Lund zal bij een ongeval worden gebruikgemaakt van zelfrapportage door de bestuurders.

Lind et al. (1999) geeft bij 100% invoering van ISA in voertuigen in stedelijke gebieden een aantal ramingen van het verkeersveiligheidseffect:

- gemiddeld 10-25% reductie van het aantal slachtoffers met ernstig letsel;
- een pessimistische raming is: 20% reductie van het aantal slachtoffers met ernstig letsel op wegvakken en nauwelijks effect bij kruisingen;
- een optimistische raming is: 30% reductie op wegvakken en 20% bij kruisingen.

Het wordt mogelijk geacht dat het effect op de verkeersveiligheid van een gesloten ISA-systeem groter is dan het effect van een open of half-open systeem, zoals in Zweden wordt beproefd.

2.3. Kanttekeningen bij de Zweedse experimenten

Tijdens de workshop van de International Cooperation on Theories and Concepts in Traffic safety ICTCT van oktober 1999 te Kaiserslautern, zijn de volgende kanttekeningen bij de Zweedse experimenten naar voren gekomen:

- De evaluatie van de experimenten in Lund wordt door de Universiteit van Lund zelf verricht.
- Het aantal ISA-voertuigen met 'actief gaspedaal' in Lund is teruggebracht van de oorspronkelijk geplande 600 naar 300. Door medewerkers van de universiteit werden twijfels geuit over dit verminderde aantal. In § 2.1 zijn de meest recente aantallen uit Lind et al. (1999) gehanteerd.
- De ISA voertuigen zijn aan de achterzijde niet als zodanig herkenbaar gemaakt voor andere weggebruikers.
- Niet alle verschillende uitvoeringen van een ISA-systeem zijn in dezelfde stad getest. In Borlänge zijn 400 voertuigen - waarvan de helft voor commercieel personentransport - uitgerust met een waarschuwingssysteem. Er zijn dus geen voertuigen uitgerust met een gaspedaal dat tegendruk levert.

3. ISA in Nederland

In dit hoofdstuk worden de rij snelheden en ISA in Nederland behandeld. Allereerst wordt het ISA-experiment in Tilburg kort beschreven (§ 3.1). Vervolgens worden Nederlandse snelheidsgegevens onderscheiden naar wegtype (§ 3.2) en worden slachtoffergegevens onderscheiden naar letselernst en snelheidslimiet van het wegvak waarop het ongeval plaatsvond (§ 3.3). Deze gegevens zijn gebruikt voor een raming van het effect van ISA op de verkeersveiligheid (§ 3.4). In de *Bijlage* wordt de hierbij gehanteerde rekenmethode beschreven.

3.1. Beschrijving ISA-experiment in Tilburg

De verwachting van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is dat als iedereen zich aan de huidige limieten zou houden in Nederland, het aantal verkeersdoden met 21% en het aantal ziekenhuisgewonden met 15% zou afnemen. Daarom is in de Tilburgse wijk Campenhoef in oktober 1999 een proef begonnen met ISA met de looptijd van één jaar (AVV, 1999).

De wijk Campenhoef is conform duurzaam-veilig-beginselen opgezet. Aan de rand van de wijk zijn informatieborden over het ISA-experiment geplaatst voor het inkomende en het uitgaande verkeer. De 120 bewoners van de wijk werden in de gelegenheid gesteld om gedurende acht weken in een ISA-voertuig te rijden; in totaal waren er 20 ISA-voertuigen. De eerste twee weken was de ISA niet ingeschakeld, om te kunnen wennen aan het gebruikte type auto: de VW BORA. Ook een autobus is van ISA voorzien, zodat buschauffeurs hiermee ervaring konden opdoen. De limieten die in het experimentele gebied gelden zijn 18, 30, en 50 tot 80 km/uur. Informatie over de van toepassing zijnde limiet werd door lichtjes in het voertuig gegeven. Langs de weg ontbreken snelheidsborden; wel staan er bijvoorbeeld borden die het begin of einde aangeven van de bebouwing of van een woonerf.

De testperiode liep van oktober 1999 tot oktober 2000. Er werd met een zogenoemd 'voertuigautonoom' systeem gewerkt: de plaatsbepaling gebeurde met dGPS ('differential' GPS; 2 meter nauwkeurigheid). Daarbij werd niet gebruikgemaakt van verdere additionele infrastructuur, zoals bakens langs de weg. De weg- en limietinformatie stond op CD-ROM. Bij overschrijding van de limietsnelheid werd de gastoevoer afgeknepen totdat de snelheid niet meer boven de van toepassing zijnde limiet uitkwam (de zgn. gesloten variant). Er was een noodknop die het ISA-systeem buiten werking kon stellen.

Dataloggers in de ISA-voertuigen registreerden automatisch de voertuigpositie en het rijgedrag, en het eventueel uitschakelen van het ISA-systeem met de noodknop. Deze gegevens werden iedere avond via GSM naar een centrale gezonden voor verdere analyse. Ook de ervaringen van de bestuurders werden vastgelegd (in een persoonlijk logboek en in enquêtes) om de beleving en acceptatie van ISA te achterhalen. Om het maatschappelijk draagvlak te sonderen werden niet alleen de testrijders bevroegd, maar ook bewoners van de wijk die niet meededen aan de test, andere

bewoners van Tilburg en ten slotte ook bewoners van Breda en Den Bosch, die informatie over ISA via de media hadden ontvangen.

3.2. Rijsnelheden in Nederland

In deze paragraaf worden de snelheidsgegevens van verschillende wegcategorieën binnen en buiten de bebouwde kom gepresenteerd. Deze gegevens omvatten:

- de gemiddelde snelheid V-gemiddeld;
- de bijbehorende standaardafwijking;
- de zogenoemde '90-percentiel' of V-90; dit is de snelheid die door 90% van de bestuurders niet wordt overschreden;
- het percentage voertuigen dat de geldende snelheidslimiet overschrijdt.

Buiten de bebouwde kom

De snelheidsgegevens van de verschillende wegcategorieën buiten de bebouwde kom zijn weergegeven in *Tabel 1*.

De snelheidskenmerken van de autosnelweg zijn afkomstig uit het Beleidsinformatiesysteem Verkeersveiligheid (BIS-V). Het zijn de cijfers uit het derde kwartaal van 1999. Aangezien de standaarddeviatie in deze bron ontbreekt, is deze rekenkundig afgeleid.

De snelheidskenmerken van de autoweg (1x2 rijstroken) en 80 km/ur-wegen zijn afkomstig uit Catshoek (1996). Dat onderzoek bevat de resultaten van twee meetmethoden: radarmetingen in negen provincies en lusmetingen in drie provincies. Uit onderzoek van Oei & Goldenbeld (1996) is gebleken dat radarmetingen stelselmatig lagere waarden opleverden dan lusmetingen. Een plausibele verklaring hiervoor is de waarneembaarheid van de radarauto op autowegen en 80 km/ur-wegen, waardoor een deel van de bestuurders afremt omdat ze een snelheidscontrole vermoeden. Derhalve worden in *Tabel 1* en in latere berekeningen van de verkeersveiligheidseffecten van ISA (*Bijlage*) de *lusgegevens* gehanteerd. Van plattelandswegen zijn geen snelheidsgegevens meegenomen, aangezien daarvan geen lusmetingen beschikbaar zijn.

Wegcategorie (limiet)	V-gemiddeld (km/uur)	Standaardafw. km/uur	V-90 (km/uur)	% > limiet
Autosnelweg (120 km/uur)	114	16 (berekend)	135	36%
Autoweg, 1x2 (100 km/uur)	91	13	107	31%
80 km/ur-weg	82	15	98	53%

Tabel 1. *Snelheidsgegevens van verschillende wegcategorieën buiten de bebouwde kom.*

Binnen de bebouwde kom

De snelheidsgegevens van de verschillende wegcategorieën binnen de bebouwde kom zijn weergegeven in *Tabel 2*; ze zijn afkomstig uit Catshoek (1995). Het zijn geaggregeerde resultaten van radarmetingen uit zes grote

gemeenten met meer dan 100.000 inwoners (metingen uit 1994 en 1995).

Er worden drie wegcategorieën onderscheiden:

- categorie 1b: 2x2 rijstroken, gesloten voor (brom)fietsers;
- categorie 2: 1x2 rijstroken, gesloten voor (brom)fietsers;
- categorie 3: 1x2 rijstroken, open voor alle verkeer.

Wegcategorie	V-gemiddeld (km/uur)	Standaardafw. km/uur	V-90 (km/uur)	% > 50 km/uur
Categorie 1b	57	13	73	72%
Categorie 2	54	12	69	61%
Categorie 3	46	10	58	32%

Tabel 2. *Snelheidsgegevens van verschillende wegcategorieën binnen de bebouwde kom.*

Er wordt aangenomen dat de totale lengte van de 2x2-wegen (cat. 1b) binnen de bebouwde kom gering is in vergelijking tot de lengte van 1x2-wegen (cat. 2; beide met bromfietspad). Daarom wordt in de latere berekeningen van de verkeersveiligheidseffecten van ISA (*Bijlage*) wegcategorie 1b niet meegenomen.

3.3. Aantal slachtoffers in Nederland

Het totaal aantal slachtoffers op alle wegen in Nederland was in 1998 50.609 (bron: BIS-V/AVV). Onderverdeeld naar letselernst zijn de cijfers voor 1998:

- doden: 1.066
- ziekenhuisgewonden: 11.733
- lichtgewonden: 37.810

Een mogelijk effect van ISA op ongevallen en/of slachtoffers zal zich beperken tot ongevallen waarbij minimaal één motorvoertuig is betrokken. Daarom zijn verder in deze paragraaf de ongevallen met minimaal één motorvoertuig (inclusief ongevallen met motoren) onderscheiden van het totaal aantal ongevallen.

Tabel 3 geeft de aantallen slachtoffers die in het jaar 1998 in Nederland vielen in een ongeval met minimaal één motorvoertuig. Deze slachtoffers zijn onderscheiden naar letselernst en naar de snelheidslimiet van het wegvak waarop het ongeval plaatsvond. Onderscheid naar wegtype, zoals bij de snelheidsmetingen, is namelijk niet mogelijk. Beschouwd zijn de snelheidslimieten 120, 100 en 80 km/uur buiten de bebouwde kom en 50 km/uur binnen de bebouwde kom. Slachtoffers op wegvakken met de limieten 30, 60, 70 en 90 km/uur zijn dus niet meegeteld.

Onder de slachtofferaantallen staan de percentages die deze aantallen vormen van de totale aantallen slachtoffers (alle vervoerswijzen) in de betreffende categorieën van letselernst en snelheidslimiet.

Uit *Tabel 3* blijkt dat bij letselongevallen buiten de bebouwde kom bijna altijd een motorvoertuig betrokken is. Ook binnen de bebouwde kom is het aandeel van betrokkenheid van een motorvoertuig groot, hoewel kleiner dan voor buiten de kom.

Letselcategorie	120 km/uur	100 km/uur	80 km/uur	50km/uur	Totaal
Doden	57 (100%)	51 (100%)	503 (96%)	310 (89%)	921 (94%)
Ziekenhuis- gewonden	584 (100%)	434 (100%)	3.474 (94%)	4.972 (80%)	9.464 (86%)
Lichtgewonden	1.405 (100%)	1.305 (100%)	6.468 (90%)	20.015 (79%)	29.193 (83%)
Totaal	2.046 (100%)	1.790 (100%)	10.445 (91%)	25.297 (80%)	39.578 (84%)

Tabel 3. *Aantallen slachtoffers in Nederland in 1998 bij ongevallen met ten minste één motorvoertuig en percentages van de totale aantallen slachtoffers (alle vervoerswijzen), onderscheiden naar letselernst en snelheidslimiet van het wegvak waarop het ongeval plaatsvond.*

3.4. Berekening verkeersveiligheidseffect van ISA in Nederland

De rijsnelheid op de weg is mede afhankelijk van de wegcategorie en de daarbij horende snelheidslimiet. De snelheids- en slachtoffergegevens zijn in de voorgaande paragrafen onderscheiden naar deze kenmerken. In deze paragraaf zal het verkeersveiligheidseffect van ISA worden berekend bij algehele toepassing van ISA in Nederland. Het effect zal worden uitgedrukt in het jaarlijkse aantal mogelijk te besparen letselslachtoffers.

De berekening van het verkeersveiligheidseffect van ISA en de aannamen die daarbij zijn gedaan staan uitgewerkt in de *Bijlage*. De auteurs van de berekeningsmethode zijn drs. M.J. Koornstra en dr. P.H. Polak. In het kort zijn bij de berekening de volgende aannamen gedaan:

- Alle voertuigen zijn voorzien van ISA;
- Overschrijding van de limiet is niet mogelijk;
- Er wordt een vergelijking gemaakt met de huidige situatie, waarin geen enkel voertuig ISA heeft.
- Voor de relatie tussen een vermindering in de rijsnelheid en een besparing in het aantal slachtoffers is gebruikgemaakt van de formule van Nilsson(1981).

Deels als gevolg van deze aannamen hangen er een aantal onzekerheden rondom het precieze veiligheidseffect van ISA. Deze onzekerheden zijn:

- In de praktijk zal er sprake zijn van een geleidelijke invoering van ISA; de snelheid waarin dit plaatsvindt is onbekend.
- Het is onbekend in welke mate de verschillende soorten ISA-systemen eventueel zullen worden ingevoerd: waarschuwingssysteem (open), belemmerende systemen (half-open) of strikte snelheidsbegrenzing (gesloten).
- Het effect van ISA op de attitude van de bestuurder is onbekend.
- De mate waarin ISA een 'homogeniserend' effect heeft op de verkeersstroom is onbekend.
- De effecten van eventuele gecombineerde systemen zoals ISA, een navigatiesysteem en adaptieve cruise control ACC zijn onbekend.
- Het systeem zou niet mogen falen (dient 'fail-safe' te zijn); het is onbekend op welke wijze aan deze eis wordt/zal worden voldaan.

Het zou te ver voeren om in dit kader op deze aspecten in te gaan; wel is het wellicht zinvol in ander kader dit aan nader onderzoek te onderwerpen.

Tabel 4 toont het resultaat van de effectberekeningen die staan uitgewerkt in de *Bijlage*. In totaal is de geraamde reductie 281 doden en 10.185 gewonden per jaar, waarvan:

- buiten de bebouwde kom: 162 doden en 2.689 gewonden;
- binnen de bebouwde kom: 119 doden en 7.496 gewonden.

	Snelweg	Autoweg	80 km/uur-weg	50 km/uur met fietspad	50 km/uur zonder fietspad	Totaal
Doden	7	4	151	107	12	281
Gewonden	199	104	2.386	6.796	700	10.185

Tabel 4. Geraamde reducties van het jaarlijkse aantal doden en gewonden op de verschillende wegtypen bij algehele invoering van ISA in Nederland.

Gezien de aannames die bij deze berekening zijn gedaan, moet bij deze cijfers een grote marge worden aangehouden. Desalniettemin mag worden geconcludeerd dat ISA een grote potentie heeft voor de verkeersveiligheid, met name op verkeersaders binnen en buiten de bebouwde kom (50- en 80 km/uur-wegen). Nader onderzoek, zoals bijvoorbeeld in Zweden en Tilburg plaatsvindt, is echter onontbeerlijk om een beter inzicht te krijgen in de daadwerkelijke potentie van ISA.

4. Overige relevante studies

Naast de experimenten in Zweden en Nederland zijn andere relevante studies gepubliceerd:

- een theoretische berekening van de Universiteit van Lund;
- een simulatiestudie van de Universiteit van Leeds.;
- praktijkproeven in Zweden, Nederland en Spanje;
- een recente SWOV-raming van het effect op de verkeersveiligheid buiten de bebouwde kom, indien de limiet door 10% van de bestuurders wordt overschreden;
- een nieuwe raming (dit rapport) van de benodigde controlefrequentie om volledige naleving van de snelheidslimiet te verkrijgen, of beter: 100% van de voertuigen met en snelheid onder de bekeuringsgrens.

4.1. Theoretische berekening Universiteit van Lund

Várhelyi (1996) maakte een theoretische berekening uitgaande van 100% invoering van ISA (ingesteld op 70 km/uur) en van de verkeerssituatie in 1991 in Zweden. Verondersteld werd dat bestuurders die voorheen sneller dan 70 km/uur reden, met ISA 70 km/uur zullen rijden. Zij die voorheen langzamer dan de limiet reden, zouden met ISA mogelijk sneller rijden, daar ze niet meer bevreesd hoeven te zijn om per ongeluk te snel te rijden. Met gebruikmaking van de formule van Nilsson (1981) zou het aantal door de politie geregistreerde letselgevallen met 15% verminderen (conservatieve schatting) bij invoering van een zogenoemde 'statische' ISA. Bij toepassing van een 'dynamische' ISA (met weers- en verkeersafhankelijke limieten) zou het aantal door de politie geregistreerde letselgevallen afnemen met 19-34% (conservatieve schatting).

4.2. Simulatieonderzoek Universiteit van Leeds

Leeds University heeft in 1996 simulatieonderzoek verricht naar de effecten van het gebruik van ISA. (MASTER, 1998). Drie soorten ISA werden beproefd:

1. informatieve ISA: de bestuurder krijgt informatie over de heersende limiet;
2. Ingrijpende ISA: het systeem grijpt in bij dreigende overschrijding van de limiet;
3. dynamische ISA: de hoogte van de limiet werd verlaagd bij ongunstige verkeers- en weersomstandigheden.

Geëvalueerd werden de snelheidsverdeling (gemiddelde, spreiding), volgtijd, inhaalmanoeuvres, roodlichtovertredingen en ongevallen die tijdens de simulatie gebeurden. Door middel van enquêtes werden de attitude van de bestuurder ten opzichte van ISA en de subjectieve mentale belasting bepaald. Het geheel duurde bij elkaar één uur; een proefpersoon reed dus slechts gedurende korte tijd in de rijsimulator, waardoor er geen gewinningseffecten konden optreden.

De resultaten lieten zien dat op de verschillende typen stedelijke wegen excessieve snelheden werden gereduceerd, de gemiddelde snelheid en de spreiding significant omlaag gingen, evenals het aantal auto's met onaangepaste snelheden bij gevaarlijke omstandigheden. Er mag als gevolg hiervan een verhoging van de verkeersveiligheid worden verwacht.

Het waarschuwingssysteem functioneerde goed, vooral daar waar de bestuurder de relevantie van de snelheidsinformatie kon waarnemen. Daarentegen werden secundaire effecten gevonden, die een negatief effect op de veiligheid met zich mee kunnen brengen, zoals vaker voorkomen van korte volgtijden (wellicht doordat continu plankgas gereden wordt), vertraagd remmen bij mist (met statische ISA) en iets vaker optreden van ongevallen (scenario: dichte mist met stilstand op alle rijstroken). Er zijn geen kwantitatieve berekeningen gemaakt.

4.3. **Veldonderzoeken**

Om de reactie van de bestuurder te onderzoeken zijn veldonderzoeken met ISA (statische begrenzer) in een geïnstrumenteerde auto verricht in drie landen: Zweden, Nederland en Spanje (MASTER, 1998). De proefpersonen reden zonder en met ISA op een testroute (20-30 km lengte), in stedelijke straten, op secundaire wegen buiten de bebouwde kom en op een snelweg. De resultaten lieten zien dat de snelheid aanzienlijk verminderde op wegen met een limiet van 30 tot 70 km/uur; daarentegen was er geen significante verandering te zien op wegen met een limiet van 80-90 km/uur en op de snelweg. De spreiding in rij snelheden werd kleiner, rotondes, kruisingen en bogen werden geleidelijker genaderd, en het volgedrag was veiliger in het snelheidsinterval 30-50 km/uur. Daarentegen nam de reistijd toe en werd het volgedrag minder veilig in het interval 70-90 km/uur.

Concluderend kan worden gesteld dat de snelheidsbegrenzer tot gevolg had een aanzienlijke snelheidsreductie, in het bijzonder binnende bebouwde kom, een kleinere spreiding van de rij snelheden, en een beter aangepaste snelheid bij nadering van kritische locaties.

4.4. **Raming effect bij 10% overschrijders**

Een in 1999 uitgebracht persbericht (SWOV, 1999) schat een besparing van 200 doden buiten de bebouwde kom, indien 90% van de bestuurders zich aan de snelheidslimieten houdt. Op autosnelwegen zouden er jaarlijks 50 doden minder vallen, dat is de helft van het aantal in 1998. Op 80 km/uur-wegen vallen per jaar ruim 500 doden; dit aantal zou met een kwart worden teruggebracht. Het aantal zwaar gewonden zou met 250 (autosnelwegen) en 1000 (80 km/uur-wegen) verminderd worden, een reductie van 25%. Deze uitspraken zijn gebaseerd op SWOV-onderzoek naar de effecten van limietdifferentiatie op het snelwegennet in 1998 (Roszbach & Blokpoel, 1991) en op Zweeds en Engels onderzoek.

Er dient op te worden gewezen dat de berekening zich beperkt tot de wegen buiten de bebouwde kom en dat uitgegaan wordt van 10% overschrijders. Indien zou worden uitgegaan van 0% overschrijders, zoals met een gesloten ISA-systeem, dan mag er vanzelfsprekend een groter effect op de veiligheid worden verwacht.

4.5. **Conventionele snelheidscontrole als alternatief voor ISA**

Het mogelijke veiligheidseffect van ISA wordt veroorzaakt door het beperken van de snelheid. De conventionele manier om dit te bereiken is door snelheidscontroles uit te voeren. In deze paragraaf wordt derhalve nagegaan welke controlefrequentie benodigd is om een vergelijkbaar effect op de rij snelheid te krijgen als ISA. Daar het gebruik van de camera - in

tegenstelling tot controle met staandhouding - vele malen efficiënter is, zal uitgegaan worden van automatische controle met camera.

Uit verschillende enquêtes die zijn uitgevoerd tijdens toezichtscampagnes (Oei, 1998a), is gebleken dat:

- ongeveer de helft van de bestuurders zegt zich aan de limiet te houden, ook zonder snelheidscontrole;
- ongeveer 80% beweert zich aan de limiet te houden indien één keer per maand wordt gecontroleerd;
- nagenoeg iedereen zegt zich aan de limiet te houden bij een controlefrequentie van één keer per week.

Om de consequenties van een controlefrequentie van één keer per week af te leiden wordt aangenomen dat:

- de structureel te snelle rijder wordt aangepakt, en niet bijvoorbeeld de incidenteel te snel rijdende inhaler;
- alleen onopvallend snelheidscontrole wordt verricht met een camera;
- een controlefrequentie van één keer per week impliceert dat gemiddeld gedurende een etmaal (of overdag indien alleen overdag wordt gecontroleerd) wordt gecontroleerd per week.

Wat houdt een controlefrequentie één keer per week in de praktijk in? Hiervoor dienen we het wegennetwerk buiten en binnen de bebouwde kom onder te verdelen in wegvakken. Een wegvak vormt een aaneengesloten eenheid met min of meer uniforme wegkenmerken. Op zo'n wegvak zal een structureel te snelle rijder naar verwachting over nagenoeg de gehele lengte te snel rijden. Met andere woorden, op een wegvak kan worden volstaan met controle op één locatie, willekeurig op dat wegvak: waar de controle ook plaatsvindt op het wegvak, de structureel te snelle rijder zal op de foto worden gezet.

Als voorbeeld wordt een aanpak voor een efficiënte snelheidscontrole voor de snelweg beschreven en een eenvoudige berekening gegeven. De gemiddelde lengte van een wegvak wordt geraamd op ongeveer 25 km. Op 2.250 km snelweg of 4.500 km rijbaan zijn er dus ongeveer 180 te controleren wegvakken. De aanpak voor een efficiënte snelheidscontrole is:

- Per wegvak dient gemiddeld eens per week gedurende een etmaal (of gedurende de dag, indien alleen overdag wordt gecontroleerd) op snelheid te worden gecontroleerd. Indien de enquêteresultaten uit Oei (1998a) realistisch zijn zou dan nagenoeg iedereen zich aan de limiet houden (of beter: bekeuringsgrens = limiet + 6 km/uur).
- Intensieve voorlichting vooraf en tijdens de campagne over deze strenge vorm van controle is noodzakelijk om niet overstelpt te worden door bekeuringen.
- Een mobiel bord '*Uw snelheid is gecontroleerd. Politie*' een paar honderd meter *voorbij* de controleplaats opstellen zal de subjectieve pakkans verhogen.

Bij de in het verleden door de SWOV uitgevoerde evaluatie van toezichts-experimenten, in een drietal provincies en in twee gemeenten (Oei, 1998a), is gebleken dat de genoemde controlefrequentie van één dag per week verre van haalbaar was voor de politie, vanwege gebrek aan capaciteit en middelen. Als deze ervaringen representatief zouden zijn voor heel Nederland zou hieruit geconcludeerd kunnen worden dat toezicht met radar

en camera zonder staandehouding, zoals we dat nu kennen, geen alternatief is voor een 'volledig ingevoerde ISA'.

Sedert enkele jaren wordt de verkeershandhaving gecoördineerd door het Bureau Verkeershandhaving Openbaar Ministerie. Hiervoor zijn veel ruimere financiële middelen beschikbaar dan in het verleden, waardoor veel hogere controlefrequenties kunnen worden verkregen. Deze projecten zijn op dit moment gaande en een verkeersveiligheidsevaluatie wordt door de SWOV verricht. Op basis van de ervaringen uit deze aanpak zou opnieuw een conclusie getrokken moeten worden over de potentie van deze vorm van conventioneel toezicht om effectief en 'duurzaam' snelheidsgedrag te beïnvloeden.

5. Conclusies en aanbevelingen

Van de verkeersveiligheidsconsequenties van ISA is nog weinig bekend uit praktijkonderzoek op redelijk grote schaal. De resultaten van het lopende evaluatieonderzoek in Zweden dienen te worden afgewacht alvorens vervolgstappen gezet kunnen worden. Bij de experimenten in Zweden en Nederland worden diverse typen getest, van informerend tot dwingend. Draagvlak is daarbij een belangrijk onderzoeksitem.

Simulatortesten met ISA lieten een significante daling in de rijnsnelheid en de snelheidsvariatie zien op de verschillende typen stedelijke wegen. Een negatief effect was de kortere volgtijd en mogelijke vermindering van de aandacht.

Veldonderzoeken met een geïnstrumenteerd voertuig laten zien dat de snelheidsbegrenzer - in het bijzonder binnen de bebouwde kom - resulteerde in een aanzienlijke snelheidsreductie, een kleinere spreiding van de rijnsnelheden en een beter aangepaste snelheid bij nadering van kritische locaties.

In theorie zou door geïntensiveerd politietoezicht hetzelfde effect bereikt kunnen worden. Een summiere berekening geeft echter aan dat dit in de praktijk vooralsnog niet haalbaar is.

Met ISA kan naar verwachting een groot positief veiligheidseffect worden bereikt van 25 tot 30 procent. Voor meer duidelijkheid over het daadwerkelijke effect en over de voorwaarden waaraan moet worden voldaan, zijn grootschaliger experimenten in Nederland nodig, in het bijzonder gericht op de 50- en 80 km/uur-wegen.

Literatuur

Aberg, L. (1999). *Effects of ISA on Safety*. E-mail 14 december 1999.

AVV (1999). *ISA Tilburg : intelligente snelheidsaanpassing in de praktijk getest*. Brochure. Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.

Catshoek, J.W.D. (1995). *Snelheidsmetingen op 50 km/uur-wegen; Uitgevoerd op verkeersaders in grote steden*. R-95-37. SWOV, Leidschendam.

Catshoek, J.W.D. (1996). *Rijsnelheden op 80- en 100 km/uur-wegen (III); Verslag van het derde tweejaarlijkse onderzoek naar landelijke rijnsnelheden op 80- en 100 km/uur-wegen buiten de bebouwde kom, uitgevoerd in 1996*. R-96-58A. SWOV, Leidschendam.

Lind, G. (1998). *Intelligent Speed Adaptation in Sweden*. Important evaluation issues in large-scale testing. ITS '99 paper. June 1999.

Lind, G., Lindkvist, A. & Carlsson, A. (1999). *Intelligent Speed Adaptation in Sweden (Summary)*. Draft report 7th December 1999. Swedish National Road Administration SNRA - Vägverket, Borlänge.

MASTER (1998). *Managing Speeds of Traffic on European Roads MASTER: final report for publication*. Technical Research Centre of Finland VTT, Communities and Infrastructure, Espoo, Finland.

Nilsson, G. (1981). *The effects of speed limits on traffic accidents*. In: OECD Proceedings of the Symposium on the Effects of Speed Limits on Traffic Accidents & Transport Energy Use, Dublin.

Oei Hway-liem & Goldenbeld, Ch. (1996). *Snelheidscampagne in Zuid-Oost Friesland in 1995; Resultaten van het evaluatie-onderzoek*. R-96-61. SWOV, Leidschendam.

Oei Hway-liem (1998a). *The effect of enforcement on speed behaviour. A literature study*. D-98-8. SWOV, Leidschendam.

Oei Hway-liem (1998b). *Intelligente snelheidsadaptatie ISA. Een vergelijking van Nederlandse en Zweedse systemen*. R-98-52. SWOV, Leidschendam.

Roszbach, R. & Blokpoel, A. (1991). *Veiligheidseffecten van de invoering van 100- en 120 km/uur-snelheidslimieten op autosnelwegen; Vervolg van de evaluatiestudie*. R-91-95. SWOV, Leidschendam.

SWOV (1999). *Jaarlijks 200 doden minder als 90% van de automobilisten buiten de bebouwde kom zich aan de snelheidslimieten houdt*. Persbericht 18 december 1999, Leidschendam.

Várhely, A. (1996). *Dynamic speed adaptation based on information technology. A theoretical background*. Bulletin no. 142. Lund Institute of Technology, Department of Traffic Planning and Engineering, Lund.

Aannamen en werkwijze

- 1) De verdeling van de snelheden per wegtype wordt benaderd door een normale verdeling, waarvan het gemiddelde G en de standaarddeviatie S per wegtype in Nederland bekend zijn.
- 2) Per relevant wegtype geldt een limiet L van 120, 100, 80 of 50 km/uur, en is de proportie P van motorvoertuigen die de limiet overschrijden (overschrijders) bekend. Deze is echter ook af te leiden uit aanname 1. De hieruit berekende waarde van P verschilt niet noemenswaard van de waargenomen waarde van P. In het vervolg wordt voor P de uit de normale verdeling volgende waarde genomen.
- 3) Integrale toepassing van ISA leidt tot de volgende wijziging van de snelheidsverdeling. Alle voertuigen die zonder ISA sneller dan de limiet gereden zouden hebben rijden nu met de limietsnelheid L. De voertuigen die zich aan de limiet hielden veranderen hun gedrag niet. Hierdoor zakt de gemiddelde snelheid tot een waarde $Z < G$ per wegtype.
- 4) De reductie van het aantal verkeersdoden of van het totale aantal verkeersslachtoffers kan volgens Nilsson (1981) worden geschat door de reductiefactor Z/G tot een macht te verheffen. Voor de reductie van het aantal botsingen geldt de macht van 2, een macht van 3 geldt voor de reductie van het aantal gewonden, en een macht van 4 geldt voor de reductie van het aantal doden. Dit levert de verwachte reductiepercentages $100 [1 - (Z/G)^3]$ voor het aantal gewonden en $100 [1 - (Z/G)^4]$ voor het aantal doden.

Berekening van de gemiddelde snelheid Z met ISA

Uit de normale verdeling kan de gemiddelde snelheid H van de overschrijders berekend worden. Daaruit volgt voor de nieuwe gemiddelde snelheid Z:

$$Z = G - P \times (H - L)$$

Om H te berekenen moet een integraal van de verdelingsfunctie vermenigvuldigd met de snelheid v uitgevoerd worden op het deel van de normale verdeling dat zich bevindt boven de limietsnelheid L. Deze integraal moet genormeerd worden door deze te delen door het aandeel overschrijders P. P wordt berekend door integratie van de verdelingsfunctie zelf boven L.

We vinden zo voor H:

$$H = G + \frac{S}{P \times \sqrt{2} \pi} \exp^{-1/2(L-G)^2/S^2}$$

Berekening van het effect van ISA

Buiten de bebouwde kom

Autosnelweg

We vinden voor H 130,8 km/uur, waaruit voor Z volgt:

$$Z = 114 - 0,354 \times (130,8 - 120) = 110,2 \text{ km/uur}$$

Reductie: $1 - (110,2/114)^4 = 13\%$ op 57 doden = 7 doden

Reductie: $1 - (110,2/114)^3 = 10\%$ op 1.989 gewonden = 199 gewonden.

1x2 Autoweg

Hier is H 107,7 km/uur, zodat

$$Z = 91 - 0,244 \times (107,7 - 100) = 89,1 \text{ km/uur}$$

Reductie: $1 - (89,1/91)^4 = 8\%$ op 51 doden = 4 doden

Reductie: $1 - (89,1/91)^3 = 6\%$ op 1.739 gewonden = 104 gewonden

80 km/uur-weg

We vinden voor H de waarde van 92,7 km/uur, zodat

$$Z = 82 - 0,553 \times (92,7 - 80) = 75,0 \text{ km/uur}$$

Reductie: $1 - (75,0/82)^4 = 30\%$ op 503 doden = 151 doden

Reductie: $1 - (75,0/82)^3 = 24\%$ op 9.942 gewonden = 2.386 gewonden

Binnen de bebouwde kom

Verondersteld wordt dat van de 50 km/uur-straten 20% straten zijn met een (brom)fietspad en 80% straten open voor alle verkeer, en dat het aantal doden en gewonden in omgekeerde verhouding verdeeld zijn, dus respectievelijk 80% en 20%.

1x2 Weg gesloten voor (brom)fietsers

Hier blijkt H = 61,2 km/uur, hetgeen leidt tot

$$Z = 54 - 0,631 \times (61,2 - 50) = 46,9 \text{ km/uur}$$

Reductie: $1 - (46,9/54)^4 = 43\%$ op 248 doden = 107 doden

Reductie: $1 - (46,9/54)^3 = 34\%$ op 19.989 gewonden = 6.796 gewonden

1x2 Weg open voor alle verkeer

Voor deze categorie vinden we H = 56,7 km/uur, zodat

$$Z = 46 - 0,345 \times (56,7 - 50) = 43,7 \text{ km/uur}$$

Reductie: $1 - (43,7/46)^4 = 19\%$ op 62 doden = 12 doden

Reductie: $1 - (43,7/46)^3 = 14\%$ op 4.997 gewonden = 700 gewonden.