

Dimensionsgivende Trafikant Ganghastigheder

Litteraturstudium – Sammenfatning



Lene Herrstedt

20. juni 2008

Indhold

1. Introduktion	3
2. Hvad siger vejreglerne	4
2.1 Ganghastigheder i nordiske og udenlandske vejregler	4
3. Sammenfatning af forskningsresultater	6
3.1 Definitioner af centrale begreber	6
3.2 Hvad siger forskningsresultaterne om ganghastighed	7
3.3 Ganghastigheder i tal	9
4. Behov for ny viden	14
5. Referencer	15

1. Introduktion

Dette notat om ”Ganghastigheder – med særlig fokus på ældre fodgængere” er en del af det nordiske samarbejdsprojekt ”Den dimensionsgivende Trafikant”, som omhandler forskellige trafikantgruppers krav til vejsystemets udformning og indretning baseret på eksisterende viden om trafikanters fysiske og mentale formåen i forskellige trafiksituationer.

Dagens trafiksituation er ikke altid i tilstrækkelig grad tilpasset de ældre trafikanters behov til trods for, at de ældre udgør en stigende andel af befolkningerne i den vestlige verden – inklusive de nordiske lande. Der er de seneste ti år udført en del forskningsprojekter med det formål at afdække ældres problemer og særlige behov, også når det gælder indretning af trafiksystemet.

Selvom der foreligger ny viden i relation til en række forhold, er hensynet til de ældre trafikanter endnu ikke i tilstrækkelig grad indarbejdet i designmanualerne. Det skyldes blandt andet, at den eksisterende viden er spredt og at den ikke altid udgør en tilstrækkeligt dækkende dokumentation for opstilling af nye klare re-kommandationer for design.

På den baggrund er der udført et litteraturstudium med det formål at samle den eksisterende viden om fodgængerhastigheder med særlig fokus på de ældre fodgængere.

Litteraturstudiet er hovedsageligt baseret på referencer af nyere dato hvor undersøgelserne er gennemført inden for de seneste 10-12 år og inkluderer flere ret omfattende undersøgelser baseret på store datagrundlag.

Resultaterne af litteraturstudiet er sammenfattet i dette notat. Som supplement hertil er der udarbejdet et baggrundsnotat, der indeholder korte resumeer af udvalgte referencer.

2. Hvad siger vejreglerne

De anbefalede værdier for ganghastigheder i de nordiske vejregler er fastsat ud fra et nationalt politisk valg baseret på betragtninger om normaltrafikanterens adfærd og formåen.

De anbefalede værdier tager kun i begrænset grad hensyn til forskellene i ganghastigheder for forskellige grupper af fodgængere og de forskellige trafikale situationer.

2.1 Ganghastigheder i nordiske og udenlandske vejregler

Danske vejregler

Design ganghastigheden i de danske vejregler er anført som et sæt af værdier:

Hurtig gang	1.2 m/sek.
Normal gang	1.0 m/sek.
Langsom gang	0.7 m/sek.
Kørestolsbruger	1.1 – 1.7 m/sek.
Kondiløber	4.2 m/sek.

I de danske vejregler anvendes hastigheden for ”Normal gang” til brug ved beregning af oversigtsforhold og signalregulering. Det anføres i normalen, at denne hastighed kan præsteres af de fleste fodgængere uanset alder, men at det på steder med mange ældre fodgængere eller i nærheden af børneinstitutioner kan overvejes at benytte værdien for ”langsom gang” i stedet for.

Norske vejregler:

I de norske vejnormaler anvendes en design ganghastighed på 1,2 m/sek til beregning af rømningstiden i ordinære signalanlæg.

Ved anvendelse af ”*Puffin konceptet*” med detektering i gangfeltet er beregning af minimums rømningstiden for fodgængere baseret på en ganghastighed på 2,0 m/sek.

Svenske vejregler:

I de svenske vejregler er anført et sæt af værdier til brug for dimensionering af sigtlængder samt grøntid og rømningstid i signalregulerede fodgængerovergange:

God Standard	< 1,0 m/sek.
Mindre god standard	1,0 – 1,4 m/sek.
Lav standard	> 1,4 m/sek.

Finske vejregler:

I de finske vejregler anvendes følgende værdier for ganghastighed i forbindelse med signalstyring:

Normal ganghastighed	1,2 m/sek.
Lang overgangstrækning	1,4 m/sek.
Livligt overgangssted	1,0 m/sek.

På gang/cykelveje kan designværdien variere i intervallet 1,0 – 1,7 m/sek.

Amerikanske standarder for geometrisk design af veje:

Den anbefalede design ganghastighed i USA (The Manual on Uniform Traffic Control Devices) har i mange år været 4 ft./sec. svarende til 1.22 m/sek. for indretning af trafiksignaler. Anbefalingen, som er fra 1961, var baseret på amerikanske undersøgelser fra 1950'erne, der viste, at den gennemsnitlige ganghastighed for alle krydsende fodgængere var 4 ft./s. (se ref. 9).

I 2006 har FHWA foreslået at ændre den generelle designhastighed til 3 ft./sec. svarende til 0,91 m/sek..

I AASHTO – Geometric Design of Highways and Streets (Greenbook) fra 2001 anbefales en design ganghastighed på 0,9 m/s på lokaliteter med mange ældre fodgængere.

Den amerikanske ITE - Committee (Institute of Transportation Engineers) on Pedestrians har på baggrund af undersøgelser fra Florida foreslået en design ganghastighed på 0,76 m/sek. (2.5 ft./sec.) på lokaliteter med mange ældre fodgængere. (Ref. 1)

Tyske vejstandarder:

I de tyske vejstandarder anvendes normalt en ganghastighed på 1,2 m/sek. - dog med en maksimumsværdi op til 1,5 m/sek. - til beregning af rømningstider i signalanlæg.

I handeleggader og ved rekreative områder samt skoler anvendes den laveste værdi. Maksimum værdien anvendes kun i særlige tilfælde. På steder med mange ældre fodgængere og/eller handikappede kan anvendes en ganghastighed på ned til 1,0 m/sek.

Ifølge de tyske regler bør der ikke anvendes lavere ganghastighed end 1,0 m/sek. af hensyn til fodgængernes oplevede ventetider.

3. Sammenfatning af forskningsresultater

Resultaterne af litteraturstudiet vedrørende ganghastigheder med særlig fokus på ældre fodgængere, kan sammenfattes i tre overskrifter:

- Definition af centrale begreber
- Hvad siger forskningsresultaterne om ganghastigheder
- Ganghastigheder i tal

3.1 Definitioner af centrale begreber

Ældre fodgængere

Definitionen af ”ældre” fodgængere varierer lidt fra undersøgelse til undersøgelse. I de fleste tilfælde er der valgt en aldersgrænse på 65 år. Andre undersøgelser opererer med aldersgrænser på 60 år eller 70 år.

Faktisk giver det ikke rigtig mening at definere gruppen ”ældre fodgængere” alene ud fra en bestemt aldersgrænse. Aldringsprocessen foregår meget individuelt og derfor er der stor spredning på ældre fodgængeres formåen – også med hensyn til ganghastigheder. Generelt kan man sige, at spredningen i præstation for en aldersgruppe øges med stigende alder. Det indebærer, at forskellen mellem de højeste og de laveste præstationer inden for hver aldersgruppe øges, jo ældre aldersgruppen er.

Fodgængerens alder er i langt de fleste tilfælde bestemt ud fra et skøn i forbindelse med registrering af ganghastighed. Metoden er testet i flere omgange og har vist sig at være anvendelig til formålet.

Ganghastighed

Ganghastigheden bestemmes ud fra den tid, en fodgænger skal bruge til at tilbagelægge en given strækningslængde, og opgøres som det gennemsnitlige antal m/sek., som fodgængerens præsterer. *Fri ganghastighed* er den hastighed, som fodgængerne helt frit kan vælge inden for grænserne af den fysiske formåen, når de ikke er påvirket eller hæmmet af andre fodgængeres tilstedeværelse.

Det fremgår ikke altid klart, om de registrerede ganghastigheder er udtryk for ”frie ganghastigheder” eller, om der i et eller andet omfang forekommer påvirkning fra med- og modgående fodgængeres tilstedeværelse.

Strækningshastighed (SGH)

Den hastighed fodgængere går med på en strækning uden at krydse veje/stier.

Krydsningshastighed(KGH)

Den hastighed fodgængere går med, når de krydser en vej, enten på strækninger eller i vejkryds med eller uden signalregulering.

Opstartstid ved fodgængeres krydsning af veje

Opstartstiden er den tid, det tager for en fodgænger, der er standset for ”dønt walk/rødt lys”, at starte en krydsning. Den er defineret som tidsrummet fra signalet skifter til ”walk/grønt lys” til tidspunktet, hvor fodgængerens sætter foden ned fra kantstenen og starter krydsning. Opstartstid indgår ikke i beregning af ganghastigheder.

Rømningstid (mellemtid/ sikkerhedstid)

Rømningstiden er den tid, der skal være mellem grønt lys for konfliktende trafikstrømme i et signalreguleret kryds. Ganghastighed er en grundlæggende parameter for beregning af rømningstider.

3.2 Hvad siger forskningsresultaterne om ganghastighed***Ganghastigheder ændres over tid***

Det er vigtigt at være opmærksom på, at befolkningernes almene sundhedstilstand er ændret over tid. Vi lever længere og mange holder en ganske god fysik langt op i årene. Målinger af ganghastigheder foretaget for 20-30 år siden kan derfor være forældede i forhold til i dag.

Dertil kommer ændringerne i befolkningernes aldersfordelinger. De ældres andel af den samlede befolkning er stærkt stigende, og det må forventes, at have betydning for de gennemsnitlige ganghastigheder.

Derfor er det vigtigt, at de ganghastigheder, der lægges til grund for dimensionering og design af trafiksystemerne baseres på nyere empiriske undersøgelser relateret til nutidens trafik.

Alderens betydning

Amerikanske undersøgelser af ganghastigheder målt for forskellige aldersgrupper indikerer, at gennemsnitsganghastigheden øges gradvist op til 10 års alderen, hvorefter den forbliver på et nogenlunde konstant niveau op til omkring 50 år, hvorefter den aftager.(Eubanks & Hill 1998/Reference 6).

Ganghastigheden for ældre fodgængere er generelt lavere sammenlignet med ganghastigheden for yngre fodgængere. Dette er dokumenteret i en lang række undersøgelser (Reference 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10).

Resultaterne af de mange undersøgelser peger i retning af, at forskellen i middelhastighed ved krydsning af veje – som en generel håndregel – ligger på om-

kring 0,25 m/sek. (Reference 10). Resultaterne i tabel 1 (se afsnit 3.3) viser, at forskellen i middelganghastighed for ældre og yngre fodgængere varierer mellem 0,20 og 0,38 m/sek. med et gennemsnit på 0,25 m/sek., hvilket stemmer meget godt overens med denne håndregel. For rollatorbrugere og andre gangbesværede ældre er forskellen til de yngre fodgængeres ganghastighed endnu større (tabel 2).

Ældre fodgængere har en længere ”opstartstid” ved krydsning af veje sammenlignet med yngre fodgængere. Amerikanske målinger har vist middelværdi på 2,5 sek. for ældre og 1,9 sek. for yngre fodgængere og med tilsvarende 85 % fraktiler på 3,8 sek. og 3,1 sek. (Reference 1 og 10).

Ældre fodgængere går lidt hurtigere i kryds med nedtællingssignaler (PCD) sammenlignet med traditionelle signaler (TPS), se tabel 1. (Reference 10).

Ganghastigheden afhænger af en række faktorer.

Generelt går kvinder lidt langsommere end mænd. Ifølge nye amerikanske undersøgelser fra 2006 er forskellen dog ikke statistisk signifikant. (Reference 15)

Fodgængere, der går alene, går som regel med højere ganghastighed end de, der går sammen i grupper. (Reference 15)

Ganghastigheder kan være påvirket af mange faktorer, inklusive den funktionelle klassifikation og trafikmængden på den vej der krydses, vejbredden, vejrforhold, antal fodgængere i en gruppe, længden af signalfaser, fodgængersignaler, om højresving for rødt er tilladt, tilstedeværelsen af midterheller, kantstenssænkning, markering af fodgængerkrydsning og stoplinier samt gadeparkering. Selv om der kan konstateres forskelle giver det ikke rigtig nogen mening at operere med forskellige designhastigheder knyttet til hver enkelt af disse parametre.

Krydsningshastighed er generelt højere end strækningshastighed og øges med stigende vejbredde

Fodgængeres normale ganghastighed på strækninger uden krydsning af vej (*strækningshastighed*) er generelt lavere end ganghastigheden ved krydsning af veje (*krydsningshastigheden*). (Reference 8)

Ved krydsning af veje vokser middelganghastigheden med stigende vejbredde. Det gælder både for ældre og yngre fodgængere (se tabel 1).

Australske undersøgelser har vist at fodgængernes krydsningshastighed er højere på den første del af krydsningen. (Reference 9). Det kan dog ikke (på baggrund af litteraturstudiet) med sikkerhed fastslås, at det gælder generelt.

Når trafikken stresser øges krydsningshastigheden

Undersøgelser har vist at krydsningshastigheden er lidt højere på trafikveje sammenlignet med lokalveje (Reference 1). Andre undersøgelser af ganghastigheder på de store indfaldsveje i amerikanske storbyer har vist, at krydsningshastigheden er større, når fodgængerne krydser vejen midt på en strækning (midblock) sammenlignet med, når de krydser i et signalreguleret kryds (Reference 11). Det gælder både ældre og yngre fodgængere.

Desuden har finske undersøgelser fra Helsingfors vist, at fodgængere, der starter krydsning ved blinkende grønt – dvs. meget sent i grønfasen (hvilket dog ikke er ulovligt i Finland, Danmark og Sverige) - går hurtigere end resten. (Reference 13 og 14). Danske undersøgelser fra København har vist, at 70 % af krydsende fodgængere øger hastigheden, når signalet begynder at blinke. (Reference 14).

Samlet tyder det på, at fodgængerne skynder sig mere, når de oplever øget utryghed og stress ved krydsning af trafikstrømme.

Fodgængere, der bevidst krydser ulovligt i signalregulerede overgange, går hurtigere end normalt, og de, der starter eller ender krydsningssporet uden for den afmærkede overgang, går med højere hastighed end fodgængere generelt. (Reference 1 og 15).

Vejr og årstider

Den normale ganghastighed på strækninger er større om sommeren både for ældre og yngre fodgængere. For *krydsningshastigheden* er der ikke nogen mærkbar forskel mellem sommer og vinter (Reference 8). Konklusionerne bygger på canadiske undersøgelser og skal således vurderes i relation til canadiske vinterforhold.

I snevej kan konstateres relativt lavere ganghastigheder for de ældre fodgængere. Det forklares ved, at fodgængerne forsøger at kompensere for en øget risiko for at falde i glat føre (Reference 1).

Canadiske undersøgelser har vist, at ældre fodgængere ikke er til stede i trafikbilledet i samme omfang om vinteren sammenlignet med sommer. (Reference 8).

3.3 Ganghastigheder i tal

Flere af de amerikanske undersøgelser angiver ganghastigheder i ft./sec. (feet per second) i stedet for m/sek.(meter per sekund). 1 ”foot” svarer til 30,48 cm. Alle hastigheder i nedenstående opsamlingstabel (tabel 1) er omregnet til m/sek.

En stor del af undersøgelserne om ganghastighed angiver resultaterne i form af middelværdier og 15 % percentiler for ganghastigheder. 15 % percentilen for

ganghastighed repræsenterer den hastighed, som 15 % af fodgængerne ikke overskrider. Det vil sige, at 15 % af fodgængerne går med en hastighed svarende til 15 % percentilen eller derunder. Omvendt kan man sige, at 85 % af fodgængerne går med en hastighed større end 15 % percentilen.

Middelganghastigheden

Litteraturstudiet viser, at middelganghastigheden for ældre fodgængere, varierer fra 0,85 m/sek. til 1,46 m/sek. og helt ned til 0,6 m/sek., når fodgængere med handicap og rollatorbrugere inkluderes.

For de yngre fodgængere varierer middelganghastigheden fra 1,35 m/sek. – 1,64 m/sek.

Ved krydsning af veje varierer 15 % percentilen for de ældre fodgængeres ganghastighed mellem 0,67 m/sek. og 1,22 m/sek.. Det betyder, at 15 % af de ældre fodgængere ved krydsning af veje går langsommere end 0,67 – 1,22 m/sek. (tabel 1).

For yngre fodgængere varierer 15 % percentilen tilsvarende mellem 1,00 m/sek. og 1,33 m/sek. ved krydsning af veje.

Ved gang på strækning uden krydsning af vej varierer 15 % percentilen for de ældre fodgængeres ganghastighed mellem 0,7 m/sek. og 1.1 m/sek. For de yngre fodgængere varierer den mellem 1,03 m/sek. og 1.16 m/sek. (tabel 1)

Reference	Kondition	Ældre		Yngre		Alle	
		Ganghastighed m/sek.		Ganghastighed m/sek.		Ganghastighed m/sek.	
		Middel hastighed	15 % percentil	Middel hastighed	15 % percentil	Middel hastighed	15 % percentil
<i>Knoblauch Et al. 1996.</i> studiet inkluderer 2081 yngre og 2379 ældre krydsende fodgængere. *) beregnet af Fitzpatrick ud fra Knoblauch's egne data	Alder Ældre (65 år og mere) og Yngre (14-64 år)	1,20	0,94	1,46	1,21	-	1,08*
	Trafikvej	1,22	0,96	1,47	1,23	-	-
	Lokalvej	1,15	0,88	1,45	1,20	-	-
	Vejbredde 8,5 – 13,0 m	1,14	0,91	1,44	1,19	-	-
	Vejbredde 13,1-15,6 m	1,22	0,96	1,45	1,22	-	-
	Vejbredde 15,7-31,7 m	1,27	1,01	1,49	1,24	-	-
	M midthelle	1,29	1,01	1,49	1,24	-	-
	U midthelle	1,19	0,93	1,45	1,21	-	-
<i>Fitzpatrick, Brewer, Turner 2006.</i> Målt på 2445 krydsende fodg. på 42 lokaliteter i 7 stater, USA.	Alder: Ældre > 60 år og Yngre (13-60år) *) 50% percentil i stedet for middelhastighed	1,30* (4.25ft./s.*)	0,92 (3.03ft./s.)	1,45* (4.74ft./s.*)	1,15 (3.77ft./s.)	-	1,13 (3.70ft./s.)
<i>Bennett, Felton & Akcelik 2001. Australien.</i>	-	-	-	-	-	1,5	1,2
<i>Guerrier & Jolibois 1998. USA. (krydsende fodg. i 5 kryds i Miami Beach)</i>	Ældre >65 Unge < 40	0,97 (3.19ft./s.)	0,67 (2.20ft./s.)	1,35 (4.42ft./s.)	1,01 (3.31ft./s.)	-	0,94 (3.09ft./s.)
<i>Dahlstedt 1979, Sverige</i> Ganghastigheder er alle målt som strækningshastigheder uden krydsning af vej	Ældre => 70 år i gang tempo: <i>Normal</i> <i>Hurtig</i> <i>Meget Hurtig</i>	0,9 1,0 1,3	0,7 0,9 1,1	- - -	- - -	- - -	- - -

Herrstedt 1980 Danmark	På strækning uden for overgange	1,13	-	1,47	-	-	-
Krydsning af bytrafikveje							
Coffin & Morrall 1997, USA	I signalkryds	-	1,2	-	-	-	-
Krydsning af veje	På strækning mellem kryds	-	1,0	-	-	-	-
Montufar et al. 2007, Canada	Hele år	1,14	0,88	1,36	1,10	-	-
Målt på 1792 fodg. ----- Ældre =/ > 65 år og Yngre (20-65 år) ----- ”strækning” er gang på strækning (uden at krydse vej) og ”krydsning” er i signalregulerede kryds	- Strækning - Krydsning	1,36	1,08	1,61	1,33	-	-
	Sommer	1,18	0,94	1,40	1,16	-	-
	- Strækning - Krydsning	1,35	1,08	1,58	1,33	-	-
	Vinter	1,08	0,81	1,31	1,03	-	-
	- Strækning - Krydsning	1,36	1,06	1,64	1,33	-	-
Stollof, McGee & Eccles; 2007	Litteratur	0,97-1,40 (3.19-4.60 ft./s.)	0,67-1,22 (2.20-4.00 ft./s.)	1,35-1,51 (4.42-4.96 ft./s.)	1,00-1,28 (3.31-4.21 ft./s.)	-	-
Ganghastighed ved krydsning i 6 “Traditional Pedestrian Signals” (TPS) og 1 6 “Pedestrian Count Down signals” (PCD)	TPS	1,21 - 1,40 (3.98-4.60 ft/s)	1,04-1,16 (3.40 -3.80 ft/s)				
	PCD	1,28 – 1,46 (4.20-4.80 ft/s)	1,04-1,22 (3.40 -4.00 ft/s)				
Bowman & Vecellio	Krydsning på strækning	1,19	-	1,41	-	-	-
Krydsning af indfaldsveje i storbyer (USA). ”Yngre” 18-60 år og ”Ældre” over 60 år	Krydsning i signalkryds	0,99	-	1,34	-	-	-

Åke Rundgren (Ref.13) ”Ældre” 70 årige	Friske - Mænd - Kvinder	1,25 1,17					
	Syge - Mænd - Kvinder	0,98 0,85					
Paula Touvinen (Ref.14) 2400 fodg. Helsingfors	I Signalreg.kryds med blinkende grønt	1,3		1,6		1,6 (øges til 1,9 for de der starter at krydse ved blinkende grønt)	
Gates et al. Målt på 1947 fodg. i 10 kryds i Wisconsin Ældre 65 år og mere Yngre 30-64 år	I signalregulerede kryds	1,16. (3,81 ft./s)	0,92 (3,02 ft./s.)	1,44 (4,72 ft./s.)	1,22 (4,00 ft./s.)	-	-

Tabel 1: Oversigt over empiriske data for ganghastigheder i de gennemgåede referencer.

Handikap	Gennemsnitlig Ganghastighed	
	ft./sec.	m/sek.
Stok eller krykke	2.62	0,8
Gangstol (rollator)	2.07	0,6
Kørestol	3.55	1,08
Immobiliseret knæ	3.50	1,07
Amputeret ben under knæ	2.46	0,75
Amputeret ben over knæ	1.97	0,60
Hofte besvær	2.26 – 3.66	0,69 -1,12

Tabel 2: Ganghastigheder for fodgængere med fysisk handikap. Perry 1992.(Reference 6)

4. Behov for ny viden

Befolkningernes almene sundhedstilstand er ændret over tid. Ældregrupperne i dag er på mange måder mere fysisk friske end for år tilbage. Vi lever længere og mange holder en ganske god fysik langt op i årene. Målinger af ganghastigheder foretaget for 20-30 år siden kan derfor være helt eller delvist forældede i forhold til dagens trafik.

De gangbesværede i dag har flere og bedre hjælpemidler end tidligere. f.eks. bruger mange ældre gangbesværede i dag rollator, når de færdes i trafikken.

Dertil kommer ændringerne i befolkningernes aldersfordelinger. De ældres andel af den samlede befolkning er stærkt stigende, og det må forventes, at have betydning for de gennemsnitlige ganghastigheder.

Det er vigtigt, at de ganghastigheder, der lægges til grund for dimensionering og design af trafiksystemerne baseres på tidssvarende empiriske undersøgelser.

Der er også behov for at skelne mellem situationer med ”fri ganghastighed” og situationer, hvor fodgængernes hastighed kan være påvirket af andre fodgængeres tilstedeværelse.

Selv om der foreligger relativt nye empiriske målinger fra udlandet (især USA) er der et behov for at få opdaterede aldersrelaterede empiriske data for ganghastigheder i de nordiske lande set i relation til forskellige krydsningstyper.

5. Referencer

1.
Knoblauch, R.L., Pietrucha, M.T., Nitzburg, M.: **Field Studies of Pedestrian Walking Speed and Start-Up time.** Transportation Research Record No.1538. TRB. Washington D.C. pp 27-38. 1996
2.
Guerrier, J.H., Jolibois, S.C.: **Give Elderly Pedestrians More Time to Cross Intersections.** Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting. October 1998. Chicago. Illinois.
3.
Dahlstedt, S: *Walking Speeds and Walking habits of Elderly People.* Swedish Road and Transport Institute. 1979/1980.

Dahlstedt, S.: **Långsamma fotgängare – pensionärers gånghastighet och promenadvanor.** Byggeforskningen Rapport R2, 1978.
4.
Herrstedt, Lene: **Fodgængertrafik i Byområder.** Institut for Veje, Trafik og Byplan, Danmarks tekniske Højskole. Rapport 34. 1981.
5.
Coffin, A., Morrall, J.: **Walking speeds of elderly pedestrians at crosswalks.** Transportation Research Record No. 1487. 1997.
6.
Dewar, R. & Olson, P.: **Human Factors in Traffic Safety.** Lawyers & Judges. Tucson, USA. 2001. Chapter 18: Pedestrians and Cyclists.
7.
Highway Research to Enhance Safety and Mobility of Older Road Users.
TRB: Transportation in an Aging Society – a Decade of Experience. Conference proceedings 27. Maryland. USA.
 - *Frank Schieber, University of South Dakota, pp 125 – 154*
 - *Robert Dewar, Western Ergonomics, Calgary, Alberta, Canada and Oxley & Fildes, Monash University, Victoria, Australia; pp 167-191*

8.
Montufar, J., Arango, J., Porter, M., Nakagawa, S.: **The normal walking speed of pedestrians and how fast they walk when crossing the street.** University of Manitoba, Winnipeg, Canada. Transportation Research Board, Washington D.C. 2007.
9.
Fitzpatrick, Brewer and Turner: **Another look at pedestrian walking speed.** Texas Transportation Institute. Transportation Research Board, Washington D.C. 2006.
10.
Stollof, McGee, Eccles: **Pedestrian Signal Safety for Older Persons.** Institute of Transportation Engineers (ITE) and Foundation for Traffic Safety (AAA), Washington D.C. July 2007.
11.
Brian Bowman & Robert Vecellio: **Pedestrian Walking Speeds and conflicts at Urban Median.** Transportation Research Record 1438, pp. 67 -73. Washington D.C. 1994.
12.
Mark Virkler & Sathish Elayadath: **Pedestrian Speed-Flow-Density Relationships.** Transportation Research Record 1438, pp. 51-58. Washington D.C. 1994.
13.
Kronborg, Berg og Ekman: **Bättre trafiksignaler för gående och cyklister.** Vägverket, publikation 2004:184.
14.
Belinda la Cour Lund: **Blinkende fodgængersignaler – et litteraturstudium.** Trafitec rapport - juli 2006.
15.
Gates, Noyce, Bill and Nathanael Van Ee: **Recommended Walking Speeds for Timing of Pedestrian Clearance Intervals Based on Characteristics of the Pedestrian Population.** Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 1982, Washington D.C., 2006 pp. 38 – 47.
16.
Daamen, W. and Hoogendoorn, S.P.: **Free Speed Distribution for Pedestrian Traffic.** TRB - Annual Meeting, Washington 2006.

17.
A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, Washington D.C., 2001
18.
The Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (MUTCD), Federal Highway Administration, U. S. Department of Transportation, 1988.
19.
Statens Vegvesen: **Trafikksignalanlegg – Normal**. December 2007.
20.
Vejdirektoratet - Vejregelrådet: **Byernes Trafikarealer**. Oktober 2000.
21.
Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen e.V. – FGSV: Richtlinien für Lichtsignalanlagen RiLSA, Köln, 2003.