



SINTEF Teknologi og samfunn
Transportsikkerhet og -informatikk

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: Klæbuveien 153
Telefon: 73 59 46 60
Telefaks: 73 59 46 56

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Plassering og sikring av kryssingssteder for gående
Beskrivelse av tiltak og forslag til kriterier for anvendelse av disse.

FORFATTER(E)

Kristian Sakshaug og Ørjan Tveit

OPPDRAAGSGIVER(E)

Statens Vegvesen, Vegdirektoratet

| | | | |
|---|--|---|-----------------------------|
| RAPPORTNR. STF22 A04329 | GRADERING Åpen | OPPDRAAGSGIVERS REF. Pål Hauge | |
| GRADER. DENNE SIDE Åpen | ISBN 82-14-03581-3 | PROSJEKTNR. 223289 | ANTALL SIDER OG BILAG 37 |
| ELEKTRONISK ARKIVKODE RAPPORT_V2_revidert_Kriterier_gangfelt.doc | PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Kristian Sakshaug | VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Stein Johannessen | |
| ARKIVKODE | DATO 2005-01-23 | GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Trond Foss, forskningssjef | |

SAMMENDRAG

**Foreløpig
Revidert**

| STIKKORD | NORSK | ENGELSK |
|------------|------------------|----------------|
| GRUPPE 1 | Samferdsel | Transport |
| GRUPPE 2 | Trafikksikkerhet | Traffic Safety |
| EGENVALGTE | Fotgjenger | Pedestrian |
| | Kryssingssted | Crossing |
| | Veileder | Guide |

Forord

Kriterier for valg av type og utforming av kryssingssteder for gående er i dag spredt på flere håndbøker, blant annet Håndbok 050 "Trafikkskilt" (skilt 516 "Gangfelt") og Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg". Samtidig er det mange typer "kryssingstiltak" som i det hele tatt ikke er omtalt. Dette gjelder blant annet kombinasjonen av gangfelt og fartsdempende tiltak (for eksempel opphøyd gangfelt).

De to nevnte håndbøker er i dag under revisjon. Dette har aktualisert en gjennomgang og vurdering av kriteriene vedrørende ikke signalregulert og signalregulert gangfelt. Denne rapporten gir en samlet fremstilling av forslag til kriterier for valg av type og plassering og utforming av kryssingssteder for gående. Utgangspunktet har vært hvordan en under ulike forhold skal oppnå god sikkerhet for de gående. Det er meningen at rapporten skal være et grunnlag for utarbeidelse av en eventuell veileder om emnet.

Prosjektet er gjennomført etter oppdrag fra Statens vegvesen, Veg- og trafikkavdelingen, Vegdirektoratet. Pål Hauge har vært prosjektleder og vår kontaktperson der.

Det har vært oppnevnt en referansegruppe for prosjektet bestående av:

Pål Hauge, Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Erik Bjørn Hagen, Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Tor Olav Mangset, Oslo kommune
Tor Olav Nordgaard-Tveit, Romerike distriktsvegkontor
Per Ole Wanvik, Statens vegvesen, Region sør

Alle har bidratt med verdifulle råd.

Rapporten er skrevet av Kristian Sakshaug og Ørjan Tveit. Førstnevnte har vært SINTEFs prosjektleder. Kvalitetssikrer har vært professor Stein Johannessen, Institutt for bygg, anlegg og transport, NTNU.

Trondheim

Trond Foss
Forskningssjef

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| Forord | 3 |
| Innholdsfortegnelse | 5 |
| 1 Innledning | 7 |
| 1.1 Definisjoner | 7 |
| 1.2 Formål og bakgrunn | 7 |
| 2 Ulykkesstatistikk | 9 |
| 3 Beskrivelse av tiltak og hva vi vet om effekten | 15 |
| 3.1 Gangfelt | 15 |
| 3.2 Fysiske tiltak som kan benyttes sammen med gangfelt for å øke respekten for vikeplikten for gående blant bilførere | 17 |
| 3.3 Fysiske tiltak som kan benyttes sammen med gangfelt eller som enkeltstående tiltak.. | 18 |
| 3.4 Signalregulering, enten av kryss med utgangspunkt i fotgjengernes sikkerhet, eller av gangfelt på strekning. | 22 |
| 3.4.1 Trafikksikkerhetseffekter | 22 |
| 3.4.2 Alternative reguleringsoppsett | 24 |
| 3.5 Planskilt kryssing | 26 |
| 4 Forslag til kriterier for plassering av kryssingssted og valg av løsning | 27 |
| 4.1 Innledning | 27 |
| 4.2 Forslag til kriterier | 31 |
| Litteratur | 36 |

1 Innledning

1.1 Definisjoner

I denne rapporten er følgende begreper benyttet på følgende måter:

- *Kryssingssted*
Sted der det er en konsentrasjon av fotgjengere som krysser kjørebanelen, og der det legges til rette for dette.
- *Gangfelt*
Kryssingssted med oppmerking 1024 "Gangfelt", og som *ikke* er signalregulert.
- *Signalregulert gangfelt*
Kryssingssted med oppmerking 1024 "Gangfelt", og som er signalregulert.

Ordet "gangfelt" uten tilleggsbenevning betyr altså i denne rapporten et gangfelt som ikke er signalregulert.

1.2 Formål og bakgrunn

Kriterier for valg av type og utforming av kryssingssteder for gående er i dag spredt på flere håndbøker, blant annet Håndbok 050 "Trafikkskilt" (skilt 516 "Gangfelt") og Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg" (signalregulert gangfelt). Samtidig er det mange typer "kryssingstiltak" som i det hele tatt ikke er omtalt. Dette gjelder blant annet kombinasjonen av gangfelt og fartsdempende tiltak (for eksempel opphøyd gangfelt).

De to nevnte håndbøker er i dag under revisjon. Dette har aktualisert en gjennomgang og vurdering av kriteriene vedrørende ikke signalregulert og signalregulert gangfelt. Denne rapporten gir en samlet fremstilling av forslag til kriterier for behovet for ulike typer tiltak og utforming av kryssingssteder for gående. Utgangspunktet har vært hvordan en under ulike forhold skal oppnå god sikkerhet for de gående. Det er meningen at rapporten skal være et grunnlag for utarbeidelse av en eventuell veileder om emnet. Innholdet i de enkelte håndbøker må da tilpasses innholdet i denne veilederen og omvendt. Dette gjelder spesielt Håndbok 072 "Fartsdempende tiltak", Håndbok 017 "Veg- og gateutforming, og det to ovenfor nevnte håndbøker (Håndbok 048 og 050).

I kapittel 2 er gitt en oversikt over statistikk for ulykker der gående har krysset vegen. Denne baserer seg på ulykkesdata fra Statistisk sentralbyrå.

I kapittel 3 er de ulike typer sikringstiltak beskrevet, og hva vi vet om effekten av dem under ulike forhold.

I kapittel 4 er foreslått kriterier for hvilke typer løsninger som skal anvendes ved ulike veg- og trafikkforhold. I samsvar med nullvisjonen er skadens alvorlighet ved en eventuell påkjørsel av avgjørende betydning. Denne er igjen nært knyttet opp mot kjøretøyets fart i påkjøringsøyeblikket. *Fartsnivået på kryssingsstedet er derfor tillagt avgjørende vekt når tiltak skal velges.*

Det er tidligere gjennomført et litteraturstudium som både omfattet tiltak for sikring av kryssingssteder for gående og kriterier for anvendelse av disse (litt. 22). Denne har dannet grunnlaget for denne rapporten.

2 Ulykkesstatistikk

Ulykkesstatistikken i dette kapittelet bygger på politirapporterte personskadeulykker for årene 1999 og 2000¹. Data er hentet fra SSBs ulykkesregister.

Statistikken som presenteres her gir en beskrivelse av problemets omfang og ulykkesbildet. Siden antall drepte og skadde ikke er knyttet opp mot eksponeringstall (kjøretøy- og fotgjengertrafikken), sier den ingen ting om ulykkesrisikoen.

Skadeomfang

I løpet av de to årene ble 1401 drept eller skadd i ulykker der gående krysset gate eller veg. Dette utgjør ca 6 % av alle trafikkskadde. 624 ble drept eller skadd i ulykker der forgjengeren gikk langs vegen, noe som tilsvarer i underkant av 3 % av alle trafikkskadde.

I samme periode ble 239 drept eller hardt skadd i kryssingsulykker med fotgjengere. Dette utgjør ca 8 % av alle drepte og hardt skadde trafikanter. I ulykker der fotgjenger gikk langs vegen eller gata ble 131 drept eller hardt skadd (ca 4 % av alle drepte og hardt skadde trafikanter).

Av de 239 drepte og hardt skadde i kryssingsulykker var 235 fotgjengere og 4 akende (spark, ski etc).

Der fartsgrensen er 50 km/t eller lavere utgjorde drepte og hardt skadde i ulykker der fotgjenger krysset veg ca 1/4 (23 %) av alle drepte og hardt skadde trafikanter (Tabell 1 nedenfor).

Tabell 1: Trafikanter drept eller hardt skadd i politirapporterte trafikkulykker 1999-2000. Inndeling etter fartsgrense.

| Ulykkestype | Fartsgrense (km/t) | | | Uoppgitt | Sum |
|--------------------------------|--------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| | 50 eller lavere | 60 | 70 eller høyere | | |
| Fotgjenger krysset gate/veg | 135 22,8 % | 35 8,2 % | 19 1,2 % | 50 11,7 % | 239 7,8 % |
| Fotgjenger gikk langs gate/veg | 36 6,1 % | 16 3,7 % | 35 2,2 % | 44 10,3 % | 131 4,3 % |
| Alle andre ulykker | 421 71,1 % | 376 88,1 % | 1557 96,6 % | 334 78,0 % | 2688 87,9 % |
| Sum | 592 100 % | 427 100 % | 1611 100 % | 428 100 % | 3058 100 % |

¹ Fra og med 2001 har omlegging av registreringsrutinene hos politiet ført til dårligere kvalitet på en del typer ulykkesdata. Dette gjelder blant annet skadegrad. Vi har derfor benyttet ulykkestall for de to foregående årene (1999 og 2000).

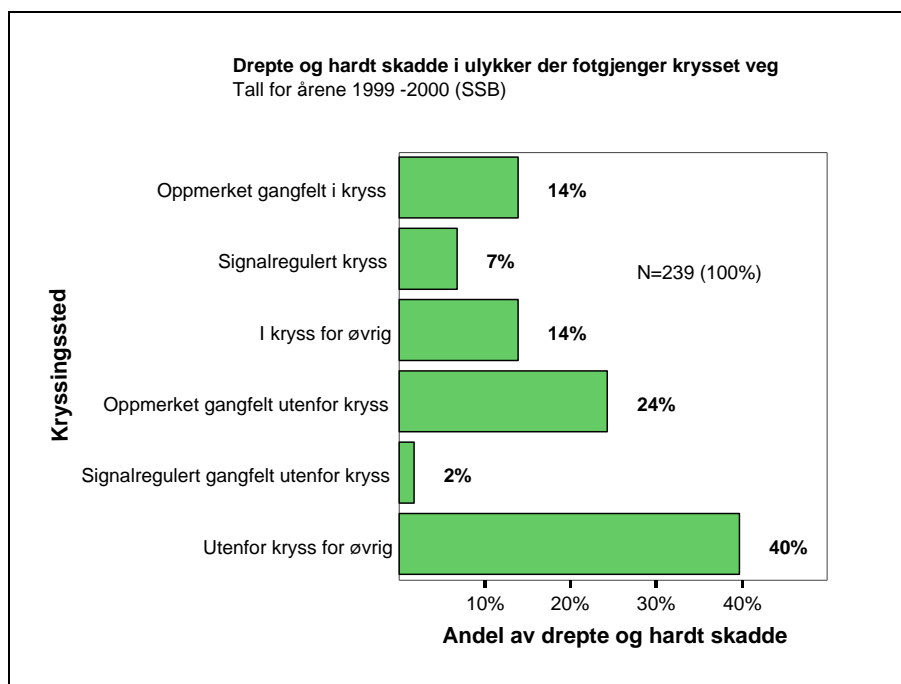
Kryssingssted

Av de 239 drepte og hardt skadde i kryssingsulykker med fotgjengere ble 38 % påkjørt i ikke signalregulert gangfelt, hvorav 14 % i kryss og 24 % på strekning (Figur 1 neste side).

Tallene ovenfor innebærer at *pr år* blir ca 17 gående drept eller hardt skadd ved kryssing i gangfelt i kryss og ca 29 drept eller hardt skadd ved kryssing i gangfelt på strekning.

9 % ble påkjørt i signalregulert gangfelt, hvorav 7 % i kryss og 2 % på strekning. Dette tilsvarer at *pr år* blir ca 8 gående hardt skadd eller drept ved kryssing i signalregulert kryss, og 2 ved kryssing i signalregulert gangfelt utenfor kryss.

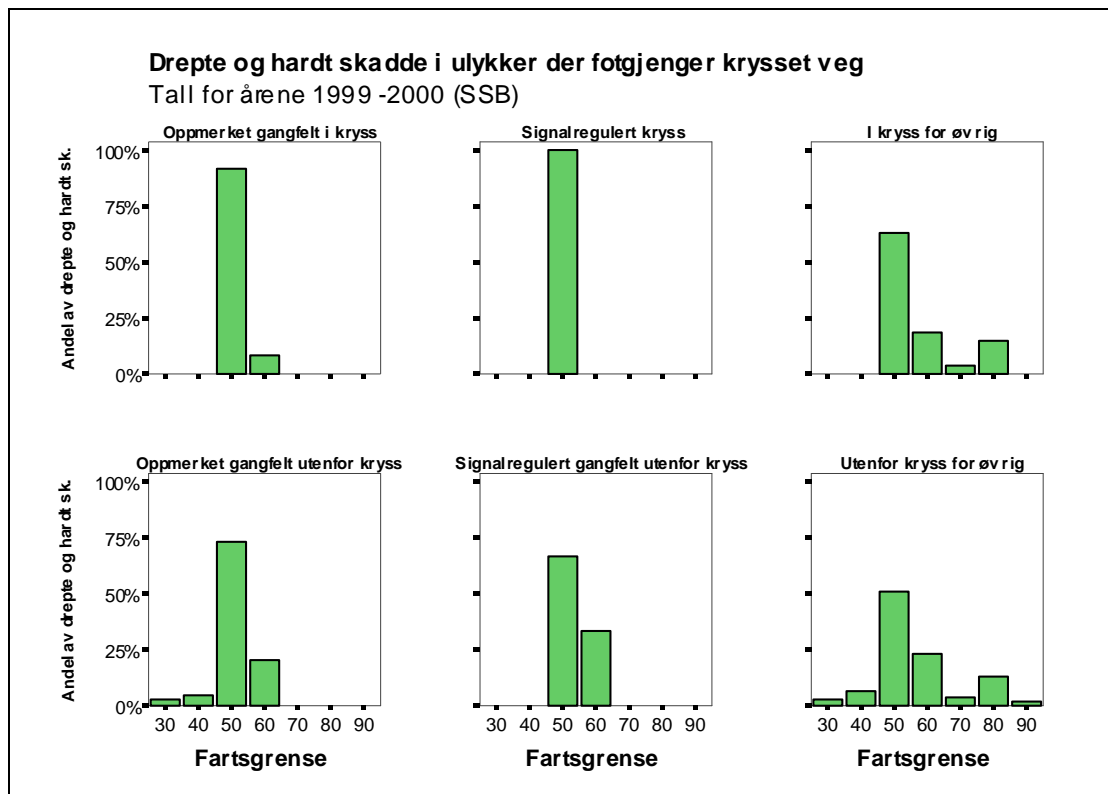
Totalt ble 34 % av de 239 drepte og hardt skadde fotgjengerne påkjørt i kryss og 66 % på strekning.



Figur 1

Kryssingssted og fartsgrense

De fleste (ca 90 %) drepte og hardt skadde i kryssingsulykker på gangfelt i *kryss* blir påkjørt i 50-soner (Figur 2 nedenfor). I gangfelt *utenfor kryss* skjer en betydelig andel også i 60-soner (ca 1/4).



Figur 2

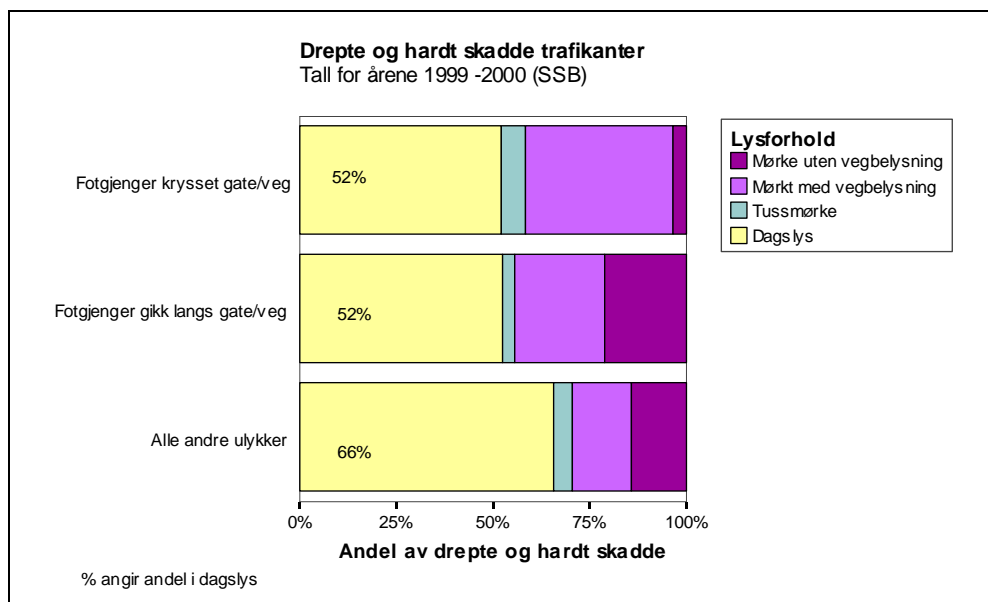
Lysforhold

Alvorlige ulykker med gående har en signifikant høyere mørkeandel enn øvrige alvorlige ulykker: Ca halvparten av ulykker med drepte og hardt skadde der gående har krysset kjørebanelen skjer i mørke (Figur 3). Det samme er tilfelle for ulykker der fotgjengeren har gått langs veien. Gjennomsnittet for drepte og hardt skadde i alle andre ulykker er ca 1/3.

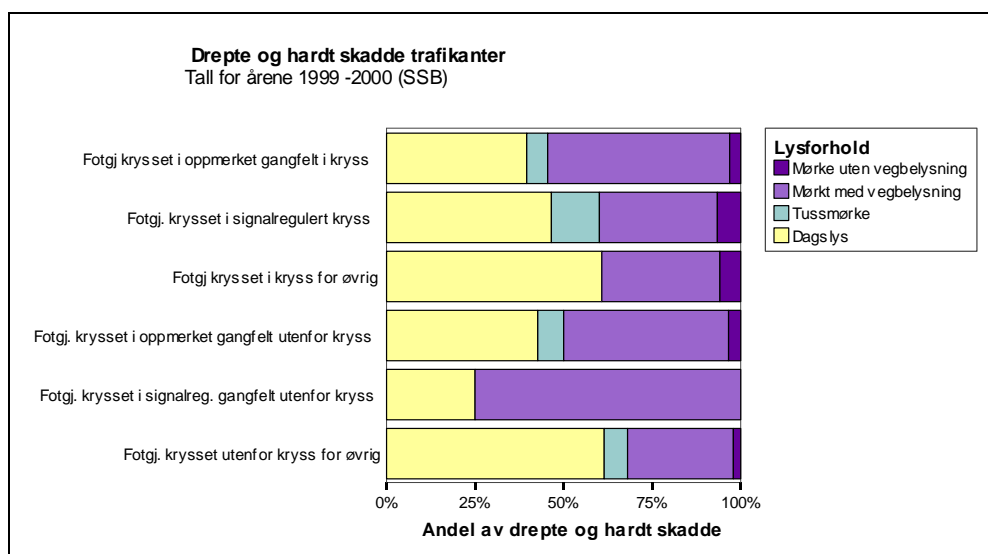
Ser vi på ulike kryssingssteder (Figur 4) er mørkeandelen ved kryssing i gangfelt signifikant større enn ved kryssing for øvrig.

De fleste mørkeulykker der fotgjenger krysser veg skjer der det er gatelys (Figur 3).

Tallene ovenfor viser viktigheten av at gatebelysning har forskriftsmessig og god kvalitet. Dette gjelder i forhold til alvorlige kryssingsulykker med gående generelt og spesielt for ulykker der gående har krysset i gangfelt.



Figur 3

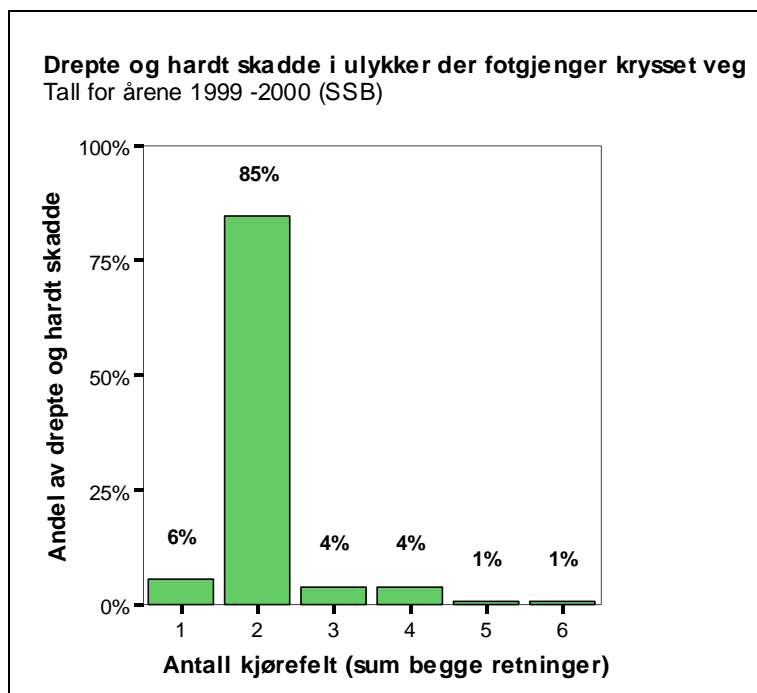


Figur 4

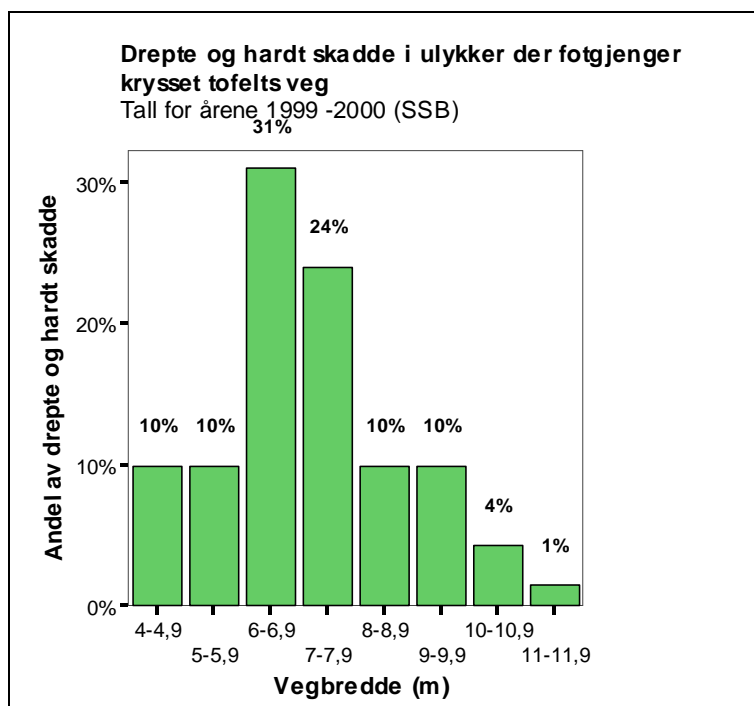
Antall felt og vegbredde

Bare 10 % av fotgjengerne som blir drept eller hardt skadd ved kryssing av veg, blir påkjørt der det er mer enn to kjørefelt (sum begge retninger, Figur 5).

Blant kryssingsulykker på tofelts veger skjer ca ¼ på steder der vegbredden er 8 meter eller mer (Figur 6). I følge nåværende vegnormaler (Håndbok 050) skal anlegges refuge når kjørebanebredden overstiger 8 meter.



Figur 5



Figur 6

Syklister i gangfelt

I løpet av de to årene 1999 og 2000 er det registrert bare 8 alvorlige ulykker med syklister i gangfelt og 5 alvorlige ulykker i signalregulerte gangfelt. Av de i gangfelt skjedde 6 utenfor kryss og 2 i kryss. Av de i signalregulert gangfelt skjedde 2 utenfor kryss og 3 i kryss.

En kan ha mistanke om at det ikke alltid er krysset av for gangfelt eller signalregulering selv om ulykken skjedde i forbindelse med slike. Det er derfor sannsynlig at antall registrerte ulykker som hører med under disse kategoriene egentlig er større.

3 Beskrivelse av tiltak og hva vi vet om effekten

Tiltak for å sikre kryssingssteder for gående er her inndelt i 5 hovedkategorier:

1. *Gangfelt med eller uten skilt nr 516 "Gangfelt".*
2. *Fysiske tiltak som kan benyttes sammen med gangfelt for å øke respekten blant bilførere for vikeplikten for gående, herunder*
 - a. Tiltak for å øke bilførerens oppmerksomhet, for eksempel fotgjengeraktiviserte varsellamper
3. *Fysiske tiltak som kan benyttes sammen med gangfelt eller som enkeltstående tiltak, herunder*
 - a. Fartsdempende tiltak (fartsdempere i kjørebanelen, opphøyd gangfelt, innsnevring)
 - b. Refuger
 - c. Forsterket gatebelysning
 - d. Ledegjerder
4. *Signalregulering, enten av kryss med utgangspunkt i fotgjengernes sikkerhet, eller av gangfelt på strekning.*
5. *Planskilt kryssing*

I det følgende gis en beskrivelse av de ulike tiltak samt hva vi vet om effekten av dem. Felles for mange av dem er at den direkte effekten på ulykkesrisikoen er forholdsvis dårlig kartlagt. For en del kan det imidlertid vises til undersøkelser som viser hvordan atferdsvariable påvirkes. Enkelte av disse, for eksempel kjørefart, har en vel dokumentert sammenheng med risikoen.

3.1 Gangfelt

Gangfelt skal alltid være angitt med oppmerking 1024 "Gangfelt" (Håndbok 050 "Trafikkskilt"). Gangfeltet skal som hovedregel også være angitt med skilt 516 "Gangfelt". I sentrale bygater med mange gangfelt kan skiltet sløyfes ved gangfelt i kryss. Det samme gjelder for gangfelt over sideveg i kryss der farten inn mot gangfeltet er lav, spesielt der hovedvegen er forkjørsveg.

Den trafiksikkerhetsmessige effekten av gangfelt er omdiskutert. I *Trafiksikkerheshåndboka* (litt. 6) som bygger på meta-analyse av en rekke undersøkelser, konkluderes med at anlegg av gangfelt *øker* antall ulykker med i gjennomsnitt 26 % i forhold til et ikke oppmerket kryssingssted (det vil si kryssing utenfor gangfelt).

En ny *amerikansk rapport* oppsummerer både amerikanske og andre undersøkelser (litt. 3). Med henvisning til tre nyere, til dels omfattende amerikanske undersøkelser (litt. 28, litt. 14 og litt. 15) konkluderes med at gangfelt har liten innvirkning på risikoen for kryssende fotgjengere på tofelts veger og på flerfelts veger med ÅDT mindre enn ca 10000 kjøretøy. På flerfelts veger med ÅDT større enn 10000 har gangfelt uten andre former for tiltak, en signifikant høyere risiko enn uoppmerkete kryssingssteder. Resultatene tyder også på at fotgjengerne *ikke* er mindre årvåkne ved kryssing i gangfelt i forhold til på uoppmerket kryssingssted. Disse resultatene står til dels i motstrid til eldre undersøkelser som mer eller mindre entydig viser at gangfelt har høyere ulykkesrisiko enn uoppmerket kryssingssted. Årsaken til dette er i følge litt. 3 at en i de sistnevnte undersøkelsene ofte ikke har tatt hensyn til faktorer som antall felt, trafikkvolum og andre forhold ved vegen.

I en dansk rapport som oppsummerer viten omkring fotgjengeres sikkerhet (litt. 24) konkluderes med at når det gjelder undersøkelser av effekten av gangfelt, gjør ulikheter i utforming, atferdsforhold og lover og regler i ulike land det vanskelig å vurdere den trafikksikkerhetsmessige effekten av å anlegge gangfelt i Danmark.

Ut fra det ovenstående og det litteraturstudium som er gjennomført ved SINTEF som et grunnlag for dette prosjektet (litt. 22), vil vi konkludere med at oppmerking av gangfelt *ikke* er noe effektivt trafikksikkerhetstiltak uten at det gjøres ytterligere tiltak (konferer kapittel 3.1).

På den andre siden kan det heller *ikke* trekkes den konklusjon at gangfelt under alle forhold har høyere risiko enn et uoppmerket kryssingssted. Det som synes klart er imidlertid at ved kryssing av flerfelts veg kan gangfelt gi vesentlig høyere risiko enn uoppmerket kryssingssted. Spesielt gjelder dette der det ikke er fysisk midtdele mellom kjøreretningene. Årsaken til at gangfelt over veg med flere felt i samme kjøreretning kommer uheldig ut, er i første ulykker som skjer ved at et kjøretøy i nærmeste felt stanser for gående som krysser, men ikke kjøretøy i annet felt i samme retning.

I litt. 24 er sitert en svensk undersøkelse som gjennom konfliktstudier viste at risikoen for gående som krysset var minst når gangfeltet enten lå mindre enn 2 meter fra kryssende vegs nærmeste side, eller mer enn 10 meter fra denne. I samme kilde er data fra undersøker i Norge og Sverige (henholdsvis litt. 26 og litt. 4) omarbeidet slik at det fremgår at risikoen for gående som krysser i nærheten av kryss øker med avstanden til krysset. På denne bakgrunn anbefales at gangfelt bør legges så nært inn til krysset som mulig.

En norsk undersøkelse (litt. 21) viste at gangfeltoppmerkingens kvalitet hadde liten betydning for hvor stor andel førere som respekterte vikeplikten for gående². Konklusjonen ble derfor at på de utvalgte registreringsstedene var skiltene (nr 516 "Gangfelt") viktigere enn oppmerkingen i så måte. Det er derfor viktig at gangfeltskiltene plasseres på en iøynefallende måte, det vil si umiddelbart foran gangfeltet og nært inntil kjørebekanten. Dersom skiltstolpen ikke kan plasseres nært nok (vi foreslår maksimalt 2,5 meter i kriteriene), bør skiltet utkrages. Det kan i enkelte tilfeller også være aktuelt å benytte overhengende skilt.

Undersøkelser i Danmark, England, Sverige og Norge (henholdsvis litt. 12, litt 17, litt. 4 og litt. 26) viser at risikoen ved å krysse inntil et gangfelt (inntil ca. 50 meter fra) er vesentlig større enn å krysse på selve gangfeltet. Samtidig viser andre undersøkelser (blant annet litt. 18) at risikoen for gående som krysser i gangfelt avtar med økende antall gående. Det vil derfor være ligge en sikkerhetsgevinst i å kanalisere alle som krysser i nærheten over på selve gangfeltet. Ledegjerder er her et aktuelt tiltak (konferer kapittel 3.3).

I Canada merkes en vikelinje på kjørebekanten foran gangfeltet. Forsøk ble gjort med å trekke denne 10 meter tilbake fra gangfelt på veger med mer enn ett kjørefelt i retningen (litt. 9). Dette ble gjort for å skape bedre siktforhold i tilfeller kjøretøy i ett felt har stanset for fotgjenger. Etter flyttingen gikk antall konflikter mellom gående og kjøretøy gikk ned med over 70 %, samtidig som andel kjøretøy som overholdt vikeplikten for gående økte med ca 10 %.

² Omfattet steder med fartsgrense 50 og 60 km/t utenfor byområder.

3.2 Fysiske tiltak som kan benyttes sammen med gangfelt for å øke respekten for vikeplikten for gående blant bilførere

- *Fotgjengeraktivisert oppmerksomhetssignal over gangfeltskilt (skilt nr 516).*

Flere undersøkelser (litt. 19, litt. 8, litt. 27 og litt. 13) viser at det er mulig å øke føreres respekt for vikeplikten for gående i gangfelt ved å installere fotgjengeraktiviserte skilt, eller blinkende lamper (over skilt eller i kjørebanelen). Til dels betydelige effekter er oppnådd med hensyn på fartsreduksjoner og andelen som stanser/viker for gående. Interessant er det også at effektene synes å holde seg over tid. Vi har bare funnet én undersøkelse som ser på effekten på ulykkene. Denne viste en betydelig ulykkesreduksjon etter installering av varsellys i kjørebanelen. Registrerte fartsreduksjoner i andre undersøkelser indikerer imidlertid også at tiltakene vil ha en slik effekt.

De tiltaket av denne type som vil være hjemlet i henhold til de norske vegnormalene er fotgjengeraktiviserte oppmerksomhetssignaler montert over gangfeltskilt (skilt nr 516). De kan også plasseres over forvaringskilt, dvs. skilt 140 "Avstand til gangfelt" eller skilt 132 "Trafikklyssignal". Det to førstnevnte har imidlertid så vidt vites til nå ikke vært anvendt.

Kostnadene med å etablere et slikt system vil som regel være vesentlig mindre enn kostnadene forbundet med anlegg av signalregulerte gangfelt. Samtidig vil det ha større fleksibilitet både i forhold til kjørende og gående. Tiltaket bør derfor også vurderes benyttet i Norge, f.eks. der fartsnivået er forholdsvis høyt eller andre forhold gjør det nødvendig med ekstra tiltak (f.eks. ved skoler), som et alternativ til signalregulering eller opphøyd gangfelt.

Detektering av fotgjengere kan enklest og billigst gjøres ved hjelp vanlige trykknapper. Det finnes også systemer for automatisk detektering av gående som ankommer gangfeltet. Det har imidlertid vært et problem at gående som ikke skal krysse også blir detektert.

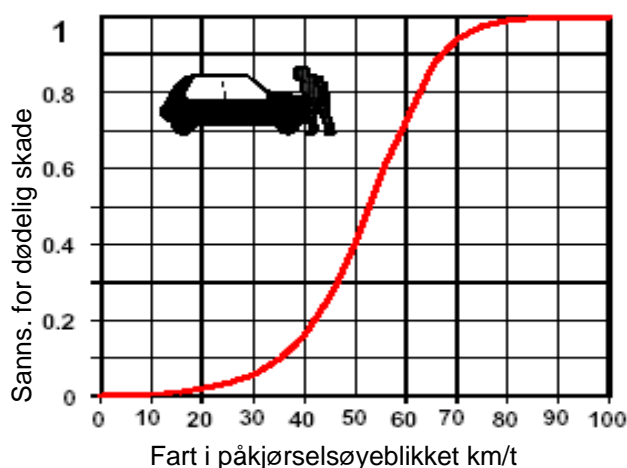
- *Fotgjengeraktiviserte lyspunkter i kjørebanelen foran gangfelt*
Et alternativ til oppmerksomhetssignal over gangfeltskiltene er fotgjengeraktiviserte blinkende lyspunkt i kjørebanelen foran gangfeltet sett i kjøreretningen. Slike er installert i flere byer i USA. Nedfreste LED-lys er da benyttet. Erfaringene har vært gode ved at bilførere starter oppbremsingen for gående i større avstand fra gangfeltet, og flere respekterer vikeplikten for gående. Selv om det har vært enkelte problemer med den automatiske detektering av gående som skal krysse, anbefales et slikt system fremfor trykknapper.

Det gjøres nå (2005) forsøk med nedfreste LED-lys foran # gangfelt i Oslo. Resultatene foreligger i skrivende stund ennå ikke.

3.3 Fysiske tiltak som kan benyttes sammen med gangfelt eller som enkeltstående tiltak

- *Fartsdempende tiltak (fartsdempere i kjørebanelen, innsnevring, opphøyd gangfelt)*

At lavere fartsnivå generelt sett gir færre trafikkulykker og lavere alvorlighetsgrad, er en av de best dokumenterte trafikksikkerhetsmessige sammenhenger. Dette gjelder også i forhold til fotgjengerulykker. Blant annet demonstrerer resultatene fra en velkjent finsk undersøkelse sammenhengen mellom kjøretøyets fart i påkjørselsøyeblikket og sannsynligheten for at en gående skal bli dødelig skadet (litt. 20, se Figur 7 neste side). Som en ser er sannsynligheten for dødelig skade liten når farten er mindre enn 30 km/t. I henhold til nullvisjonen bør derfor ideelt sett ingen kjøretøy som passerer et gangfelt eller annet kryssingssted ha høyere fart enn 30 km/t.



Figur 7: *Fart i påkjørselsøyeblikket og sannsynligheten for at fotgjengeren skal bli dødelig skadet (litt. 20)*

I tillegg til at lav fart gir lav alvorlighetsgrad ved en eventuell påkjørsel, vil også sannsynligheten for at det skal skje en ulykke være mindre enn ved et høyere fartsnivå, blant annet gjennom at vikeplikten overfor gående respekteres bedre. *Senking av fartsnivået ved gangfelt og andre kryssingssteder er derfor kanskje det viktigste tiltaket for å oppnå lav risiko for kryssende fotgjengere.*

Fartsdempere i kjørebanelen, opphøyd gangfelt

Den mest effektive metoden for å få farten ned på ønsket nivå, er å anbringe fartsdempere i kjørebanelen, det vil si fartshumper eller fartsputer. Fartsdemperne kan anlegges foran gangfeltet eller gangfeltet kan legges oppå en fartshump (oppøyd gangfelt).

I følge Trafikksikkerhåndboka bortimot halveres fotgjengerulykkene ved anlegg av opphøyd gangfelt der det før var vanlig gangfelt. Samtidig reduseres også kjøretøyulykkene med ca 20 %. Dette vil imidlertid være avhengig av den fartsreduksjon som oppnås.

En norsk undersøkelse kunne ikke påvise at antall ulykker ble redusert ved anlegg av opphøyd gangfelt der det før var vanlig gangfelt (litt. 1)³. Atferdsdata viste imidlertid at

³ Det forelå ikke opplysninger om hvorvidt fotgjenger- og kjøretøytrafikken hadde endret seg fra før til etter.

respekten for gående i gangfeltet økte etter at opphøyd gangfelt ble etablert. Det samme viser en engelsk undersøkelse referert i litt. 16. 85 %-fraktilen gikk ned fra 50 til 40 km/t, og andel kjøretøy som respekterte vikeplikten for gående økte fra 15 til 55 %.

Innsnevring

Ved innsnevring av kjørebanelen i tilknytning til et kryssingssted oppnås flere fordeler: Redusert fart for kjøretøyene, kortere kryssingslengde for de gående, og fjerning av eventuell gateparkering (bedring av siktforholdene).

Innsnevring av tofeltsveg på strekning kan i følge forslag til Håndbok 072 "Fartsdempende tiltak" gjøres slik at det blir

- ett felt (fartsgrense 30 km/t, maks 300 kjt/time)⁴
- to felt, bredde 4,4 m, dvs. to lette kjøretøy kan møtes (fartsgrense 30 eller 40 km/t, maks 500 kjt/time)

Innsnevring til 5,2 meter og 6,0 meter er også omtalt, men dette har neppe noen innvirking på farten til lette kjøretøy.

Innsnevringene kan kombineres med fartsdump eller opphøyd gangfelt.

Fortausutvidelser i kryss vil gi kortere kryssingslengde. Det vil også fjerne parkerte kjøretøy ved krysset, og dermed bedre siktforholdene.

Mer detaljerte retningslinjer for bygging av opphøyde gangfelt og andre fartsdempende tiltak, og hvilken fartsreduksjon som oppnås ved alternative utforminger, er gitt i Håndbok 072 "Fartsdempende tiltak".

- *Refuger og midtdeler*

Refuger kan anlegges både på oppmerkete og uoppmerkete kryssingssteder. (Henvisning til normaler ang. utførelse, dvs bredde, lengde etc).

Flere undersøkelser viser at anlegg av refuge i kjørebanelen der det er gangfelt reduserer antall konflikter mellom gående og kjørende. Få undersøkelser klarer imidlertid å påvise noen effekt på antall ulykker, og resultatene spriker en del.

I Storbritannia benyttes refuger i stor utstrekning som et element i miljøgater ("Traffic Calming"), likeledes også for å lette gåendes kryssing på steder hvor det *ikke* er hensiktsmessig å anlegge gangfelt ("Zebra crossing") eller signalregulert gangfelt (litt. 22). Undersøkelser har imidlertid ikke klart å påvise noen entydig reduksjon av kjøretøyers hastighet eller ulykker med gående. Det understrekes imidlertid at flere av undersøkelsene er ufullstendige (mangler f.eks. eksponerings- og kontrolldata).

I en tidligere sitert amerikansk undersøkelse (litt. 28) fant en at risikoen i gangfelt over flerfelts veger var signifikant lavere når vegen hadde *fysisk midtdeler*. Det samme viste en dansk undersøkelse (sitert i litt. 24).

I følge Trafikksikkerhetshåndboka reduserer anlegg av refuge mellom kjørebanelene i et

⁴ I Oslo har en med hell innsnevret kjørebanelen på tofelts veg til ett felt flere steder. Stedet med høyest trafikk har ÅDT lik 5100 og fartsgrense 40 km/t.

gangfelt fotgjengerulykkene med i gjennomsnitt 18 % og personskadeulykker totalt med 13 %. I samsvar med hva som er sagt ovenfor er 90 % konfidensintervall for effekten på fotgjengerulykker angitt fra -30 til -3 %. En grunn til den store spredningen kan være at tiltaket har ulik effekt under ulike veg- og trafikkforhold. Dette er imidlertid dårlig kartlagt.

Anlegg av refuger kan derfor kanskje mer ses på som et tiltak for å bedre framkommeligheten og tryggheten for gående ved kryssing av veg, enn som et risikoreducerende tiltak.

- *Forsterket gatebelysning*

Som nevnt i kapittel 2 skjer en stor andel av kryssingsulykkene i mørke, og de fleste av disse på belyst veg/gate. (Det siste er en følge av at gangfelt alltid skal belyses i henhold til Håndbok 017 "Veg- og gateutforming", se nedenfor.) Forbedring gatebelysningen er derfor et aktuelt tiltak, både når det gjelder hele strekninger og i kryssingspunkt.

For belysning av gangfelt angir Håndbok 017 følgende krav:

- Alle gangfelt skal belyses og minimum tilfredssette 1 cd/m², 50-100 m til hver side for kryssingsstedet, men belysningsnivået bør være 1 belysningsklasse høyere enn for vegen for øvrig⁵.
- For å oppnå tilfredsstillende kontrast mellom gående og bakgrunnen (kjørebanen) bør lyspunktet plasseres i en avstand fra gangfeltet minst lik lyspunkthøyden.
- Gangfelt bør ha tosidig belysning med 2 master på hver side av gangfeltet. På smale veger og smale gater med sammenhengende fasader på begge sider av vegen kan ensidig plassering av master vurderes.
- Belysningen i gangfelt skal ikke nedreguleres eller slås av.

Tabell 2 nedenfor og Tabell 3 neste side viser kravene til gjennomsnittlig luminansnivå på henholdsvis veger og gater på tørr kjørebane. 50-100 meter til hver side av et gangfelt, bør altså luminansnivået være 1 cd/m² høyere enn angitt her.

Tabell 2: Belysning på veger, krav til gjennomsnittlig luminans på tørr kjørebane

| ÅDT | < 1 500 | 1 500 – 4 000 | 4 000 – 8 000 | 8 000 – 12 000 | > 12 000 |
|-----------------------------------|---------|---------------|---------------|----------------|----------|
| Med midtrekkverk eller midtdeler | | | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Uten midtdeler eller midtrekkverk | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 |

⁵ Luminans: Mål på hvor lys en flate er. Angis i lysstyrke (candela) pr m² (cd/m²)

Belysningsstyrke: Mål på hvor mye lys som faller på en flate, dvs. lysfluks pr arealenhet. Angis i lux (=lumen/m²)

Lysfluks: Mål på hvor mye lys som går fra en lyskilde til en mottaker. Angis i lumen.

Tabell 3: Belysning på gater, krav til gjennomsnittlig luminans på tørr kjørebane

| ÅDT | < 1 500 | 1 500 - 4 000 | 4 000 - 10 000 | 10 000 – 15 000 | > 15 000 |
|-----------------|---------|---------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Hovedgater | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 ¹⁾ | 2,0 ¹⁾ |
| Generelle gater | 0,75 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,0 |

1) I hovedgater uten gang- og sykkeltrafikk kan 1,5 cd/m² velges på strekninger mellom kryssområdene.

Ved vanlig veglys vil en fotgjenger fremstå som mørk mot en lysere bakgrunn (negativ kontrast). Ved *intensivbelysning* av gangfelt belyses selve gangfeltet og eventuelle fotgjengere som krysser. Fotgjengeren vil da fremstå som lys mot en mørkere bakgrunn (positiv kontrast). Fordelen med sistnevnte belysningsmetode er at den markerer kryssingsstedet tydelig. Ulempen er at det vil oppstå et mørket felt bak gangfeltet i forhold til et kjøretøy som nærmer seg, slik at gående som krysser har kan være vanskelig å oppdage. Håndbok 017 angir at følgende krav må oppfylles i forhold til intensivbelyste gangfelt:

- Med unntak av gangfelt på bakketopp bør intensivbelysning kun benyttes der det kan sikres at gående ikke krysser vegen utenfor gangfeltet, og skal ikke benyttes på ubelyste veger eller på veger med luminansnivå under 1 cd/m².
- Det skal benyttes hvitt lys med god fargegjengivelse
- Den gjennomsnittlige vertikale belysningsstyrken, regnet på en 2 m høy flate midt i gangfeltet på tvers av vegen, skal være vesentlig høyere (5-10 lux) enn den gjennomsnittlige horisontale belysningsstryken i gangfeltet, produsert av veglysanlegget. Intensivbelysningen vil i tillegg gi en betydelig økning i den horisontale belysningen i gangfeltet.
- Soner på hver side av fotgjengerovergangen, hvor fotgjengerne venter på å gå ut i overgangen, skal være tilstrekkelig godt belyst.

At anlegg av vegbelysning på ubelyst veg reduserer ulykkesrisikoen for alle trafikantgrupper er vel dokumentert. I Trafikksikkerheshåndboka er angitt at dødsulykker i mørke reduseres med i gjennomsnitt 65 % og antall personskadeulykker i mørke med 30 %. Virkningen er større på fotgjengerulykker i mørke enn på andre mørkeulykker (50 % reduksjon). I litt. 24 er referert to undersøkelser av effekten av forsterket belysningen av gangfelt. I begge tilfeller var det snakk om intensivbelysning av gangfelt, og det ble oppnådd reduksjon i antall fotgjengerulykker i mørke på henholdsvis 30 og 62 %.

- *Ledegjerder*

Som nevnt i kapittel 3.1 viser flere undersøkelser at risikoen ved å krysse inntil et gangfelt (inntil ca. 50 meter fra) er vesentlig større enn å krysse på selve gangfeltet. Samtidig viser andre undersøkelser at risikoen for gående som krysser i gangfelt avtar med økende antall gående. Det vil derfor ligge en sikkerhetsgevinst i å benytte ledegjerder for kanalisere alle som krysser i nærheten over på selve gangfeltet. Det kan også være aktuelt å bygge gjerder langs lengre strekninger for å lede gående mot ønskede kryssingssteder.

Gjerde kan etableres på fortauskanten eller på en eventuell middeler. For øvrig henvises til Håndbok 017 "Veg- og gateutforming" når det gjelder bygging og plassering av ledegjerder.

I Trafikksikkerhetskåndboka er effekten på fotgjengerulykker av å bygge ledegjerder angitt til i gjennomsnitt -24%. Størrelsen på denne effekten vil være avhengig av hvor stor andel av de gående som krysser inntil gangfeltet i førsituasjonen.

3.4 Signalregulering, enten av kryss med utgangspunkt i fotgjengernes sikkerhet, eller av gangfelt på strekning.

Anlegg av signalregulerte gangfelt er dekket av Håndbok 048 "Trafikksignallegg". Vi har her fokusert hovedsakelig på signalregulerte gangfelt på strekninger. Signalregulerte kryss kan også være aktuelt på basis av gangtrafikken i området. Bakgrunnen for denne problemstillingen vil være dekket opp ved vurderingene av signalregulerte gangfelt på strekninger. Kryss som signalreguleres på grunnlag av gangtrafikken må utformes som fullverdige signalregulerte kryss i henhold til Håndbok 048.

3.4.1 Trafikksikkerhetseffekter

Tabell 5 nedenfor (hentet fra Trafikksikkerhetskåndboka) viser at effekten på antall ulykker ved signalregulering av kryss. Det er ikke angitt hvor mye av denne nedgangen som kan henføres til fotgjengerulykkene.

Tabell 4: Virkninger av signalregulering av kryss på antall ulykker. Prosent endring av antall ulykker (fra Trafikksikkerhetskåndboka, litt. 6)

| Ulykkens alvorlighetsgrad | Ulykkestyper som påvirkes | Prosent endring av antall ulykker | |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | Beste anslag | Usikkerhet i virkning |
| Signalregulering i T-kryss | | | |
| Personskadeulykker | Ulykker i kryss (alle) | -15 | (-25; -5) |
| Materiellskadeulykker | Ulykker i kryss (alle) | -15 | (-40; +15) |
| Signalregulering i X-kryss | | | |
| Personskadeulykker | Ulykker i kryss (alle) | -30 | (-35; -25) |
| Materiellskadeulykker | Ulykker i kryss (alle) | -35 | (-45; -25) |

Den trafiksikkerhetsmessige effekten av *signalregulerte gangfelt på strekninger* er beskrevet i *Trafiksikkerhetshåndboka* (litt. 5). Signalregulerte gangfelt har positiv effekt på ulykkesnivået. Signalregulerte gangfelt på stekninger reduserer antall ulykker totalt med ca 5-10 prosent, og fotgjengerulykker med 10-15%.

Tabell 5: Trafiksikkerhetseffekt av signalregulerte gangfelt på strekninger (fra *Trafiksikkerhetshåndboka*, litt. 6)

| Prosent endring av antall ulykker | | | |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------|
| Ulykkens alvorlighetsgrad | Ulykkestyper som påvirkes | Beste anslag | Usikkerhet i virkning |
| Personskadeulykker | Fotgjengerulykker | -12 | (-18; -4) |
| Personskadeulykker | Kjøretøyulykker | -2 | (-9; +5) |
| Personskadeulykker | Alle ulykker | -7 | (-12; -2) |

Undersøkelsene viser at antallet fotgjengerulykker blir mest redusert i selve gangfeltet. I området inntil 50 meter fra gangfeltet er det en tendens til at antall fotgjengerulykker øker svakt. Signalregulerte gangfelt som kommer overraskende på de kjørende, kan føre til bråbremsing og flere påkjøring bakfra ulykker. God forhåndsvarsling kan forebygge en slik utvikling.

Fartsnivået er generelt svært viktig for ulykkesrisikoen. I Norge har man valgt skiltet hastighet lik 60 km/t som øvre grense for signalreguleringstiltak. Dette kan gi en høy 85 %-fraktil. En slik regulering er ikke i tråd med nullvisjonen. Ved høyt fartsnivå må man derfor kombinere signalreguleringen med tiltak for å redusere hastighetene.

De norske undersøkelsene som er utført (og som også inngår i grunnlaget for TS-håndboka) er:

- En nordisk undersøkelse omfattet 112 frittliggende signalregulerte gangfelt i de 5 nordiske land, hvor det var et gangfelt i førsituasjonen. Bare 20 av disse lå i Norge, men resultatene var ganske likeartet i alle landene. I et område som omfatter selve gangfeltet og 100 m til hver side, ble personskadeulykkene redusert med 20 %. Fotgjengerulykkene ble redusert med 35 %, mens ulykker med bare kjøretøy innblandet gikk ned med 8 %. Det ble i undersøkelsen ikke korrigert for en mulig regresjonseffekt.
- En norsk undersøkelse omfatter gangfelt som hadde blitt signalregulert. De var fordelt på flere fylker. Det er sett på ulykkesfrekvensen 4 år før og 4 år etter signalreguleringen. I gjennomsnitt falt den fra 0,16 til 0,05 personskadeulykker pr million kjøretøypasseringer, en reduksjon på 70 %. Heller ikke her er det tatt hensyn til regresjonseffekten.
- I en undersøkelse ble relativ fotgjengerrisiko sammenlignet for ulike typer kryssingssteder på 9 ulike gatestrekninger i Trondheim. På signalregulerte gangfelt på strekninger mellom kryss ble denne risikoen funnet å være ca 1/3 av hva den er i gangfelt. For et område <45 m fra gangfeltet, ble risikoen funnet å være ca dobbelt så stor for signalregulerte gangfelt som for oppmerkede gangfelt.

Flere undersøkelser i Storbritannia vist at signalregulerte gangfelt av typen *Pelican* har en lavere ulykkesrisiko enn vanlig oppmerkede gangfelt (ca 30 %). Det tas imidlertid forbehold om at de oppmerkede gangfelt og signalregulerte gangfelt som er sammenlignet ligger på steder som har ulike veg- og trafikkforhold. Mens risikoen for den enkelte fotgjenger avtar med økende fotgjengervolum for vanlig gangfelt, er denne forholdsvis uavhengig av fotgjengervolumet i signalregulerte gangfelt. Det konkluderes derfor med at signalregulerte gangfelt (pelican

crossings) ikke nødvendigvis vil ha lavere ulykkesrisiko enn vanlig oppmerkede gangfelt (zebra crossings), men at det blant annet vil avhenge av trafikkforholdene og antall felt.

Effekten av signalreguleringen vil avhenge av trafikantatferden, det vil si antall og andel som krysser/kjører mot rødt lys. Som for vanlig gangfelt, vil denne kunne variere fra land til land. Siden gjennomsnittlig effekt angitt i TS-håndboka omfatter mange utenlandske undersøkelser, kan en ikke uten videre ta for gitt at den angitte gjennomsnittseffekten gjelder for Norge. Den mest omfattende undersøkelsen som omfatter norske forhold angir som nevnt ovenfor en ulykkesreducerende effekt på 8 % for ulykker mellom kjøretøy og 35% for ulykker med gående, men uten at det er tatt hensyn til regresjonseffekten.

Forskningsresultatene viser også at forholdet mellom risikoen for den enkelte fotgjenger i et signalregulert sammenlignet med et ikke signalregulert gangfelt, vil kunne avhenge av trafikkmengdene. Ved forholdsvis stor kjøretøytrafikk og liten gangtrafikk vil sannsynligvis signalregulering av et gangfelt gi en risikoreduksjon over gjennomsnittet. Det motsatte vil kunne være tilfelle ved stor gangtrafikk og moderat kjøretøytrafikk.

Signalanlegg som tar i bruk mer avansert teknologi med automatisk detektering av gående, synes å gi fordeler både til de gående og kjørende. Vi har imidlertid ikke funnet undersøkelser om den trafiksikkerhetsmessige effekten av slike anlegg.

3.4.2 Alternative reguleringsoppsett

For at et signalregulert gangfelt skal fungere etter hensikten ved å separere fotgjengere og kjørende i tid er man avhengig av to forhold:

- Fotgjengerne må både bruke og respektere gangfeltsignalene. Dette tilsier at fotgjengerne må detekteres godt samt at ventetiden skal være minimal. Videre må gangfeltet etableres som en naturlig forlengelse av øvrig gangnett.
- De kjørende må respektere rødt signal. Dette krever at man opplever signalreguleringen som naturlig og riktig. Unødig venting på fotgjengere som allerede har passert bør unngås.

For å oppnå disse målsetningene har man ulike varianter av reguleringsformen. I Norge har vi kun benyttet den enkleste reguleringsformen. Signalregulerte gangfelt utenfor kryss er beskrevet nedenfor:

- *”Vanlig signalanlegg”* med signalbilde som i signalregulerte kryss; som regel fotgjengeraktivisert med trykknapp. Eneste type som med unntak av ett *”Puffin”* forsøksanlegg (se nedenfor), til nå er benyttet i Norge.
- *Pelican crossings* (*”Pedestrian Light Controlled”*) vanligste type i Storbritannia) Pelican crossing fungerer som et normalt signalregulert gangfelt i første delen av vekslingsperioden. Etter en minimumstid for fotgjengerne tillater man imidlertid en blandingsfase. Ved blinkende gult kan kjøretøy passere dersom det ikke er gående i gangfeltet. Dette gir i gjennomsnitt mindre forsinkelse for kjøretøyene enn den *”vanlige typen”* signalanlegg. Anleggene er fotgjengeraktiviserte med trykknapp.
- *Puffin Crossings* (*”Pedestrian User Friendly Intelligent”*). Dette er på mange måter en videreutvikling av Pelican crossing, hvor en har tatt i bruk

automatisk detektering av fotgjengere. Dette gir større fleksibilitet med hensyn på hvor mye tid som fotgjengere har til disposisjon ved kryssing. Dette skjer ved at det er innført en allrød fase som forlenges inntil en viss grense dersom detektorene som dekker selve gangfeltet registrerer at fotgjengere befinner seg i gangfeltet. Fotgjengerfasen anropes ved hjelp av en trykknapp og at det samtidig (automatisk) detekteres at det befinner seg en fotgjenger innenfor et definert "venteområde" på fortauet. Dersom fotgjengeren forlater venteområdet før vedkommende har fått grønt lys (f.eks. går på rødt lys), annulleres anropet etter 2-4 sekunder. Dette forhindrer at kjøretøy må stanse pga rødt lys uten grunn. Ved en "Puffin Crossing" er fotgjengersignalene plassert på nærmeste stolpe slik at en gående samtidig kan observere signalet og ankommende trafikk i nærmeste kjørefelt. Denne plasseringen vil være en fordel for personer med synshemminger.

Puffin crossings erstatter nå etter hvert de gamle Pelican crossings i England. Ett forsøksanlegg har også vært i drift i Oslo siden 2004. Erfaringene herfra tyder på at denne type anlegg blir godt tatt i mot av de gående (litt. 7). De kjørende er ikke blitt spurt om hva de synes, men forsinkelsen for kjøretøytrafikken har gått ned med ca 9 %. På grunnlag av kort tids drift av ett anlegg har det ikke vært mulig å trekke noen konklusjoner om trafikksikkerhetseffekten.

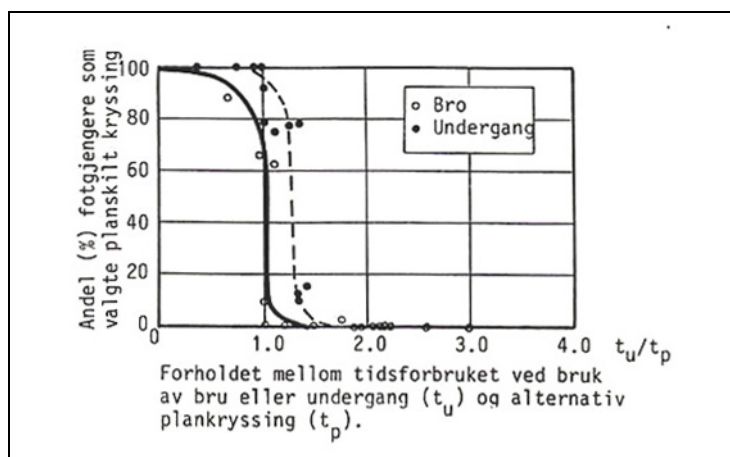
- "Toucan Crossings" (*Two Can Cross*)
"Toucan Crossing" er et kombinert anlegg for gående og syklister. I tillegg til signal for gående (rød/grønn fotgjenger) har det også signal for syklende (rød/grønn syklist). Opprinnelig var disse signalene plassert ved siden av hverandre på motsatt side av gangfeltet. Signalanlegget fungerte da på mange måter en "Pelican Crossing" men med et noe modifisert signalbilde. Etter hvert er det innført detektorer for gående og syklister på samme måte som for en "Puffin Crossing". En del anlegg har i tillegg til trykknapp også detektorer for syklister i kjørebanelen. Samtidig er signalene for de myke trafikantene flyttet til nærmeste kjørebanelkant, også slik som for en "Puffin Crossing". Selve kryssingsarealet er felles for gående og syklister uten noen form for inndeling.
- I Nederland er forsøkt en variant av "Puffin Crossings" benevnt "Pussycat". I store trekk er egenskapene de samme, bortsett fra at rødt signal for gående er erstattet med blinkende gult signal, som betyr "kryssing på egen risiko".

Før man tar i bruk de alternative reguleringsformene for signalregulerte gangfelt på strekninger må man undersøke hvordan norske billister tilpasser seg reguleringsformen. Dette tilsier en oppfølging både på teknisk funksjonalitet og informasjonsoverføring til trafikantene.

Det bør legges stor vekt på trykghetsfølelsen til svake grupper innen fotgjengerne. Dette tilsier at de alternative reguleringsformene muligens ikke kan benyttes overalt.

3.5 Planskilt kryssing

I Trafikksikkerhetshåndboka er det angitt at bygging av planskilt kryssingssted reduserer forgjengerulykkene på et kryssingssted med 82%. Dette vil selvsagt være avhenging av hvor stor andel som vil benytte det planskilte kryssingstilbudet. Det som i første rekke bestemmer dette er hvor lang tid det tar å benytte tilbudet i forhold til det å krysse i plan, og hvor vanskelig det er å krysse trafikkstrømmen. Det er en tendens til at folk har lettere for å benytte en tunnel enn ei bru, sannsynligvis både fordi nivåforskjellen som regel er mindre og fordi det er lettere å starte med å gå nedover enn oppover. Figur 8 nedenfor som er hentet fra litt. 2 og som bygger på en eldre engelsk undersøkelse, illustrerer dette tydelig.



Figur 8: Andel gående som benytter planskilt kryssing avhengig av forholdet mellom tidsforbruk ved bruk av planskilt og kryssing i plan (hentet fra litt. 2)

4 Forslag til kriterier for plassering av kryssingssted og valg av løsning

4.1 Innledning

Som nevnt i kapittel 1.2 foreslår vi at utgangspunktet for disse kriteriene skal være:

Gitt et bestemt kryssingsbehov for gående: Hvordan skal kryssingsstedet plasseres og sikres for å oppnå best mulig (akseptabel?) sikkerhet for de gående?

Med utgangspunkt i nullvisjonen vil fartsnivået på kryssingsstedet være avgjørende for hva slags sikringstiltak som bør velges. Fartsnivået uttrykkes ved hjelp av 85 %-fraktilen.

Tabell 6 nedenfor gir en oversikt over hvilke faktorer som kan ha betydning for valg av løsning. En oversikt over aktuelle typer tiltak er gitt i Tabell 7 neste side.

Tabell 6: Oversikt over faktorer som kan ha betydning for valg av tiltak for sikring av kryssingssted for gående.

| Hovedkategori | Faktor | Kommentar |
|---------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| Trafikk | Kjøretøytrafikk (pr time) | Angir ÅDT i stedet for timetraffic |
| | Gangtrafikk (pr time) | |
| | Gående med spesielle krav | Eldre, barn, funksjonshemmede |
| | Gående som krysser inntil gangfeltet | |
| Fart | Fartsgrense | |
| | 85 %-fraktil | |
| Veg/sted | Vegbredde | |
| | Antall felt | |
| | Forekomst av midtdeler/refuge | |
| | Belysning og dennes kvalitet | |
| | I kryss/på strekning | |
| | Avstand mellom gangfelt | |
| | Forekomst av fortau/gangveg | |
| | Ulykker, eventuelt konflikter | |

Tabell 7: Oversikt over typer tiltak for sikring av kryssingssteder for gående

| Hovedkategori | Type løsning | Kommentar |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Ingen tiltak | Ingen spesielle tiltak nødvendig | |
| Gangfelt uten tilleggstiltak | Med skilt | |
| | Uten skilt | |
| | Forvarsling | |
| Gangfelt med tilleggstiltak | Fartsdempende tiltak | Herunder opphøyd gangfelt |
| | Ledegjerder | |
| | Forsterket belysning | |
| | Oppmerksomhetssignal | |
| | Refuger | |
| Signalregulering av gangfelt | I kryss (evt. med fartsdemping) | |
| | På strekning (evt. med fartsdemping) | |
| Tiltak uten oppmerking av gangfelt | Fartsdempende tiltak | |
| | Ledegjerder | |
| | Forsterket belysning | |
| | Refuger | |
| Planskilt kryssing | Bro | |
| | Tunnel | |

I forhold til kriteriene som går på kjøretøy- og gangtrafikk og fartsgrense/fartsnivå, oppgis løsninger i forhold til 2 standardnivå. Vi foreslår

1. Normal standard
2. Minimumsstandard (som ikke kan underskrides)

Hovedregelen må være at normal standard skal tilstrebes, og at minimumsstandard bare kan godtas med spesielle begrunnelser. Dette er i samsvar med den generelle policy at det skal være lettere å fravike vegnormalene dersom spesielle grunner foreligger.

Andre kriterier vil være av typen at gangfelt alltid skal belyses eller at det bør være gangveg eller fortau på begge sider av vegen.

Tabell 8 og Tabell 9 nedenfor og neste side viser inndeling i henholdsvis vegtyper/ÅDT-klasser og gatetyper/ÅDT-klasser i forslaget til revidert håndbok 017.

Tabell 8: Inndeling i vegtyper og ÅDT-klasser i henhold til forslag til revidert Håndbok 017 (foreløpig)

| Vegkategori | ÅDT | | | | | | |
|------------------------|-------|----------|-----------|-----------|------------|-------------|---------|
| | 0-300 | 300-1500 | 1500-4000 | 4000-8000 | 8000-12000 | 12000-20000 | > 20000 |
| Hovedveger – stamveger | | | | | | | |
| Andre hovedveger | | | | | | | |
| Samleveger | | | | | | | |
| Atkomstveger | | | | | | | |

Tabell 9: : Inndeling i gatetyper og ÅDT-klasser i henhold til forslag til revidert Håndbok 017 (foreløpig)

| Gatetype | ÅDT | | | |
|-----------------|--------|------------|-------------|---------|
| | < 4000 | 4000-10000 | 10000-15000 | > 15000 |
| Hovedgater | | | | |
| Generelle gater | | | | |

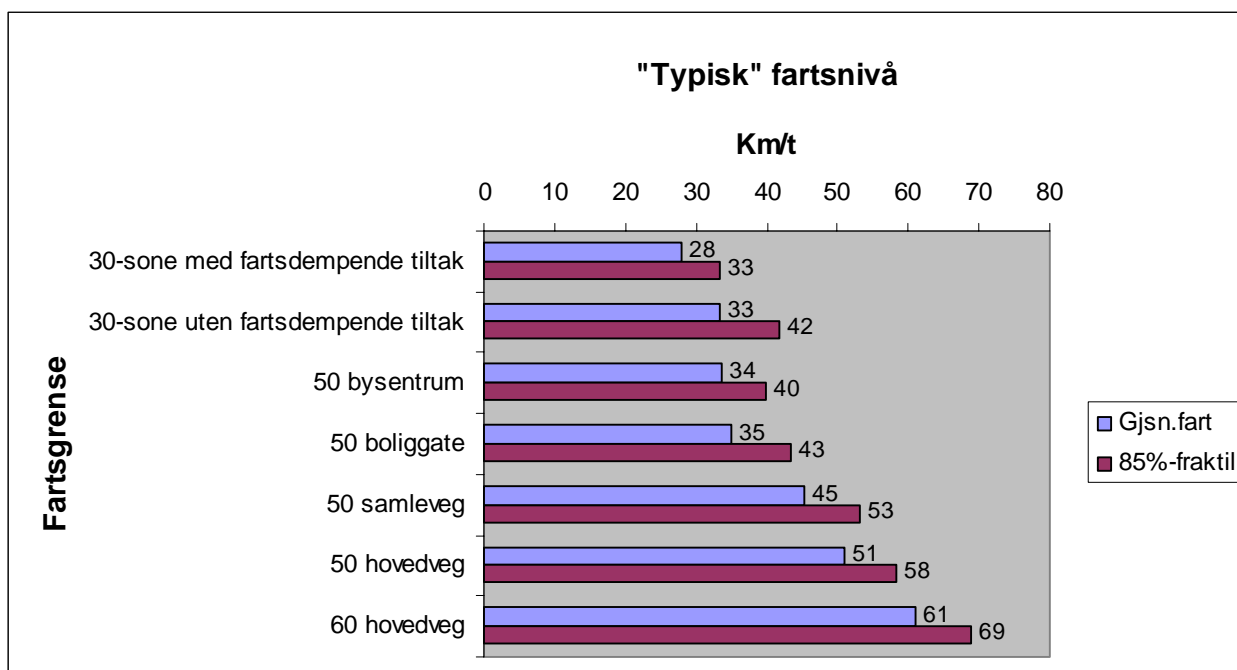
En inndeling av kriteriene for sikring av kryssingssteder etter veg-, gate- og ÅDT-klasser som vist i Tabell 8 og Tabell 9 vil gi svært mange kategorier. Det vil dessuten være overlapp mellom det to hovdegruppene veger og gater. Likeledes er kategorien "generelle gater" ikke så anvendelig for vårt formål. Vi foreslår imidlertid en inndeling i ÅDT-klasser som noenlunde tilsvarer inndelingen for gater.

Vi har valgt å inndele kjørtøytrafikken etter ÅDT og ikke timetrafikk. Grunnen er at en i praksis sjelden vil gjennomføre egne kjøretøytellinger på et kryssingssted, men vil ta utgangspunkt i ÅDT også dersom timetrafikk skal beregnes. (Dette vil også ofte gi vel så god nøyaktighet som å basere seg på en registrering av kjøretøytrafikken over ett tilfeldig valgt døgn eller to.)

Ut fra det ovenstående vil vi ikke skille mellom gater og veger i kriteriene, men inndele etter

- Fartsgrense
- 85 %-fraktil (kfr. nullvisjonen)
- ÅDT
- Gangtrafikk (gående som krysser per time, maksimalverdi i løpet av et døgn)

Når det gjelder "grenseverdier" i forhold til fartsnivå (85 %-fraktilen) har vi tatt utgangspunkt i "typisk" målte verdier for ulike fartsgrenser og veg/gate-miljø.



Figur 9: Typisk målt fartsnivå for ulike fartsgrenser og veg/gate-miljø.

Datagrunnlaget for figuren forrige side er til dels spinkelt. Dette gjelder de fleste kategorier, kanskje med unntak av "50 hovedveg" og "60 hovedveg".

Som en vil se av tabellen nedenfor i kapittel 4.2, øker "tillatt fartsnivå" over et kryssingssted med fartsgrensen. Dette er en pragmatisk tilpasning, da vi ikke ser det som mulig å bringe farten med på nivå med en 30-sone med fysiske tiltak over alt der det skal tillates kryssing i plan med kjørebanen (uten signalregulering). Dette vil medføre at ved ellers like trafikkmengder vil risikoen for en gående som krysser i plan på et ikke signalregulert kryssingssted, være høyere jo høyere fartsgrensen er.

I 30-soner- og strekninger er det generelt sett ikke satt krav til fartsdempende tiltak der 85 %-fraktilen er lavere enn 35 km/t. Ideelt sett i forhold til nullvisjonen og Figur 7 side 18, burde grensen her vært satt til 30 km/t (kanskje også for 95%-fraktilen). Dette vil imidlertid innebære at en må inn med fartsdempende tiltak også innenfor 30-soner som alt har fysiske fartsdempende tiltak (konferer Figur 9 forrige side.) Vi har ikke ansett dette som realistisk eller rimelig.

Dersom 85 %-fraktilen i en 30-sone uten fysiske tiltak ligger over 35 km/t anbefales fartsdempende tiltak ved kryssingssteder. Dette er i samsvar med de krav som settes i 30-soner generelt som grenseverdi for innføring av fysiske tiltak. For strekninger med fartsgrense 40 km/t er anbefalt fysiske tiltak ved kryssingsstedet dersom 85 %-fraktilen er 40 km/t eller høyere. Dette er omtrent det fartsnivå en tilstreber på 40-strekninger, uavhengig om det er kryssingssted for gående eller ikke.

Vi har foreslått å ta i bruk tiltak for å øke bilførers oppmerksomhet ved gangfelt, slik som fotgjengeraktiviserte oppmerksomhetssignal på "fotgjengerskiltet" (skilt nr 516). Dette er så vidt vites ikke anvendt i Norge til nå, selv om de nåværende skiltnormaler for så vidt gir hjemmel for dette. Det er imidlertid gjort forsøk med dette blant annet i Sverige med godt resultat (konferer kapittel 3.2). Det må imidlertid vurderes om dette bør utprøves også i Norge før det anbefales som et tiltak i kriteriene. Et lignende tiltak er blinkende LED-lys i kjørebanen foran gangfeltet. Det skal settes i gang med forsøk av slike i Oslo.

4.2 Forslag til kriterier

Om bruken av kriteriene

Kriteriene skal gi anvisning om hvordan et kryssingssted for gående skal plasseres og utformes for å oppnå god sikkerhet for de gående, uten at det har negative konsekvenser for sikkerheten for de kjørende.

Kriteriene skal anvendes både i forhold til ny og eksisterende veg. Dette innebærer at kryssingssteder med eksisterende gangfelt (både signalregulert og ikke signalregulert) skal kunne vurderes. Dersom et gangfelt ikke er berettiget i henhold til kriteriene, skal det likevel ikke fjernes uten en grundig sikkerhetsmessig vurdering, hvor alternative sikringstiltak tas i betraktning.

Trafikkmengder og fartsnivå

Valg av type tiltak for sikring av kryssingssted for gående gjøres ut fra trafikkmengder og fartsnivå i henhold til tabellen nedenfor.

Hovedregelen er at normal standard skal tilstrebes, og at minimumsstandard bare kan godtas ut fra en spesiell begrunnelse.

ÅDT < 500

| Fartsgrense: | | 30 Sone ² | | | | 30 Strekning | | | | 40 | | | | 50 | | | | 60 | | | | ≥70 |
|---------------|-------|----------------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 85 %-fraktil: | | < 35 | | ≥ 35 | | < 35 | | ≥ 35 | | < 40 | | ≥ 40 | | < 45 | | ≥ 45 | | < 50 | | ≥ 50 | | - |
| Standard: | | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N |
| Fotgj pr | < 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | > 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ÅDT 500 - 1500

| Fartsgrense: | | 30 Sone ² | | | | 30 Strekning | | | | 40 | | | | 50 | | | | 60 | | | | ≥70 |
|------------------|-------|----------------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 85 %-fraktil: | | < 35 | | ≥ 35 | | < 35 | | ≥ 35 | | < 40 | | ≥ 40 | | < 45 | | ≥ 45 | | < 50 | | ≥ 50 | | - |
| Standard: | | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N |
| Fotgj pr time | < 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | > 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ÅDT 1500 - 4000

| Fartsgrense: | | 30 Sone ² | | | | 30 Strekning | | | | 40 | | | | 50 | | | | 60 | | | | ≥70 |
|------------------|-------|----------------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 85 %-fraktil: | | < 35 | | ≥ 35 | | < 35 | | ≥ 35 | | < 40 | | ≥ 40 | | < 45 | | ≥ 45 | | < 50 | | ≥ 50 | | - |
| Standard: | | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N |
| Fotgj pr time | < 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | > 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ÅDT 4000 - 10000

| Fartsgrense: | | 30 Sone ² | | | | 30 Strekning | | | | 40 | | | | 50 | | | | 60 | | | | ≥70 |
|------------------|-------|----------------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 85 %-fraktil: | | < 35 | | ≥ 35 | | < 35 | | ≥ 35 | | < 40 | | ≥ 40 | | < 45 | | ≥ 45 | | < 50 | | ≥ 50 | | - |
| Standard: | | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N |
| Fotgj pr time | < 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | > 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ÅDT > 10000

| Fartsgrense: | | 30 Sone ² | | | | 30 Strekning | | | | 40 | | | | 50 | | | | 60 | | | | ≥70 |
|------------------|-------|----------------------|-----|------|-----|--------------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 85 %-fraktil: | | < 35 | | ≥ 35 | | < 35 | | ≥ 35 | | < 40 | | ≥ 40 | | < 45 | | ≥ 45 | | < 50 | | ≥ 50 | | - |
| Standard: | | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N | Min | N |
| Fotgj pr time | < 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 10-50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | > 50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

¹ Timen med høyest trafikk telt på en stekning 50 meter til hver side av kryssingsstedet

² Gangfelt kan anlegges på steder med stor og konsentrert trafikk av kryssende fotgjengere

Type tiltak

Ingen tiltak

Fartsreducerende tiltak uten gangfelt

Gangfelt (med skilt 516)

Gangfelt kombinert oppmerksomhets-økende tiltak

Signalregulert gangfelt (på strekning)

Planskilt kryssing må vurderes

Farten (85 %-fraktilen) reduseres til

< 35 km/t

< 40 km/t

< 45 km/t

< 50 km/t

Gangfelt kan ikke oppmerkes uten fartsdempende tilleggstiltak og/eller oppmerksomhetssignal der 85%-fraktilen er 50 km/t eller mer.⁶

Signalregulert gangfelt på strekning kan ikke anlegges uten fartsdempende tiltak/og eller forvarsling med oppmerksomhetssignal dersom 85%-fraktilen er 65 km/t eller mer.

I tabellen er angitt når det anbefales signalregulert gangfelt på *strekning*. Når det gjelder kriterier for etablering av signalregulert kryss henvises til Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg". Antall kryssende fotgjengere inngår her som ett av flere kriterier⁷.

Tiltak som ikke er berettiget i henhold til tabellen ovenfor kan etter en sikkerhetsmessig vurdering likevel gjennomføres

- der det har skjedd ulykker med gående som krysser vegen
- der gang- og sykkelveg krysser bilveg
- ved barne- og ungdomsskoler, barnehage, idrettsanlegg eller lignende der barn ofte krysser
- på steder der eldre, bevegelseshemmede eller svaksynte gående ofte krysser

Gangfelt eller signalregulert gangfelt bør bare anlegges hvor det er anlegg for gangtrafikk på begge sider av vegen/gata (fortau eller gang/sykkelveg).

Plassering - anlegg av ledegjerder

Oppmerking, skilting eller signalregulering av kryssingssted for gående bør fortrinnsvis anlegges der naturlig flest gående krysser.

Der mer enn 20 % av de gående krysser inntil anlagt gangfelt (innen 50 meter til hver side for signalregulert eller ikke signalregulert gangfelt), bør anlegg av ledegjerder vurderes.

I kryss bør et gangfelt legges mindre enn 2 meter fra kryssende vegs nærmeste side. I tilfarer inn på forkjøringsveg, kan gangfeltet likevel trekkes 5 meter tilbake slik at det er plass til en personbil mellom vikelinjen og gangfeltet. Dette gjøres for å hindre blokkering av gangfeltet. (Må koordineres med krysskapittelet i Håndbok 017).

Avstand mellom gangfelt som ikke ligger i kryss bør være minst 50 meter i tettbygd strøk og 150 meter utenfor tettbygd strøk.

Avstanden fra gangfelt til nærmeste signalanlegg bør være minst 100 meter i tettbygd strøk og 150 meter utenfor tettbygd strøk. Gangfelt som ikke er signalregulert bør ikke anlegges på strekning mellom signalregulerte gangfelt(?)

Vegbredde og antall felt – anlegg av refuger

Gangfelt skal som en hovedregel ikke anlegges over veger med mer enn ett kjørefelt i hver retning. Som et unntak kan det tillates dersom 85 %-fraktilen for kjøretøytrafikken inn mot

⁶ Dette er et vesentlig strengere krav enn i dagens normaler som angir at fartsnivået (85%-fraktilen?) ikke bør overstige 60 km/t.

⁷ Kriteriene i Håndbok 048 må tilpasses

gangfeltet ikke overstiger 40 km/t (eller at det gjøres tiltak som sikrer dette), samtidig som det er refuge eller midtdeler (minimum 2 meter bred) mellom kjøreretningene. I slike tilfeller bør det også vurderes tiltak for å øke bilførerens oppmerksomhet ved gangfeltet.

For å lette kryssingen for gående bør det anlegges refuge på ikke signalregulerte kryssingssteder der kjørebanebredden (inklusive eventuelle sykkelfelt) er 8 meter eller mer.

Siktkrav

Fra 1,1 meters høyde over vegbanen skal det være sikt til hele gangfeltet og minst 2 meter til siden for kantlinjen eller fortauskanten fra en avstand tilsvarende 1,2 x stoppsikt. Stoppsikt beregnes i henhold til Håndbok 017.

Kravet gjelder både signalregulerte og ikke signalregulerte gangfelt.

Belysning

For belysning av gangfelt angir Håndbok 017 følgende krav:

- Alle gangfelt skal belyses og minimum tilfredsstillende 1 cd/m², 50-100 m til hver side for kryssingsstedet, men belysningsnivået bør være 1 belysningsklasse høyere enn for vegen for øvrig⁸.
- For å oppnå tilfredsstillende kontrast mellom gående og bakgrunnen (kjørebane) bør lyspunktet plasseres i en avstand fra gangfeltet minst lik lyspunkthøyden.
- Gangfelt bør ha tosidig belysning med 2 master på hver side av gangfeltet. På smale veger og smale gater med sammenhengende fasader på begge sider av vegen kan ensidig plassering av master vurderes.
- Belysningen i gangfelt skal ikke nedreguleres eller slås av.

. For intensivbelyste gangfelt må følgende krav oppfylles:

- Med unntak av gangfelt på bakketopp bør intensivbelysning kun benyttes der det kan sikres at gående ikke krysser vegen utenfor gangfeltet, og skal ikke benyttes på ubelyste veger eller på veger med luminansnivå under 1 cd/m².
- Det skal benyttes hvitt lys med god fargegjengivelse
- Den gjennomsnittlige vertikale belysningsstyrken, regnet på en 2 m høy flate midt i gangfeltet på tvers av vegen, skal være vesentlig høyere (5-10 lux) enn den gjennomsnittlige horisontale belysningsstryken i gangfeltet, produsert av veglysanlegget. Intensivbelysningen vil i tillegg gi en betydelig økning i den horisontale belysningen i gangfeltet.
- Soner på hver side av fotgjengerovergangen, hvor fotgjengerne venter på å gå ut i overgangen, skal være tilstrekkelig godt belyst.

⁸ Luminans: Mål på hvor lys en flate er. Angis i lysstyrke (candela) pr m² (cd/m²)

Belysningsstyrke: Mål på hvor mye lys som faller på en flate, dvs. lysfluks pr arealenhet. Angis i lux (=lumen/m²)

Lysfluks: Mål på hvor mye lys som går fra en lyskilde til en mottaker. Angis i lumen.

På kryssingssteder der det ikke er aktuelt å anlegge gangfelt, bør det likevel vurderes om kravene til belysning ved gangfelt skal overholdes. Dette er også aktuelt på strekninger hvor gående krysser ”over alt” og ikke konsentrert på spesielle steder. (Dette er ikke tatt med i forslaget til 017.)

Skilting og oppmerking

- Gangfelt

Ikke signalregulert gangfelt skal alltid være angitt med oppmerking 1024 ”Gangfelt”.

Gangfeltet skal som hovedregel også være angitt med skilt 516 ”Gangfelt”. I bygater med mange gangfelt kan skilt 516 sløyfes ved gangfelt i kryss. Det samme gjelder gangfelt over sideveg i andre kryss hvor farten inn mot gangfeltet er lav, og spesielt over tilfarer inn mot forkjørsvveg.

Skilt 516 settes normalt opp på begge sider av kjørebanelen, og plasseres slik at det står umiddelbart foran gangfeltet sett i kjøreretningen (maksimalt 1 meter unna).

I henhold til generelle regler for skiltplassering plasseres skilt 516 slik der det er fortau:

- Fortauet er 3 meter eller bredere: Skiltet plasseres slik at nærmeste skiltkant kommer 0,3-0,5 meter fra fortauskant
- Fortauet er smalere enn 3 meter: Skiltet plasseres i ytterkant fortau.

Nærmeste skiltkant på skilt 516 skal ikke være lenger unna fortauskanten enn 2,5 meter. Dette kravet vil være som regel være tilfredsstillt dersom de generelle reglene ovenfor følges.

Ved gangfelt der det ikke er fortau plasseres skiltet 0,3-0,5 meter fra ytterkant vegskulder. *Dersom dette gjør at nærmeste skiltkant kommer lenger unna kantlinja enn 2,5 meter, skal skiltet utkrages slik at denne avstanden blir mindre enn dette.*

Gangfeltet skal forvarsles med skilt 140 ”Avstand til gangfelt” dersom siktkravene ikke overholdes og fartsgrensen er 50 km/t eller mer.

Når det gjelder plassering av skilt 516 for øvrig, valg av skiltstørrelse etc, henvises til Håndbok 050 ”Trafikkskilt”.

- Signalregulert gangfelt

Signalregulert gangfelt skal alltid være angitt med oppmerking 1024 ”Gangfelt”.

Signalregulert gangfelt forvarsles ved skilt 132 ”Trafikklyssignal”. Signalanlegg (i kryss eller på strekning) skal alltid forvarsles der fartsgrensen er 60 km/t. Dersom 85%-fraktilen inn mot gangfeltet overstiger 65 km/t, skal oppmerksomhetssignal monteres på forvarlingsskiltet. Signalet aktiveres når detektoranrop tilsier skifte fra grønt til rødt lys på aktuelle veg.

Litteratur

1. Blakstad, F.: *Alternativer til signalregulerte gangfelt*. Rapport STF63 A93002, SINTEF Bygg og miljøteknikk, avd Samferdselsteknikk, Trondheim, mai 1993
2. Blakstad, Finn: *Trafikkteknikk*. Tapir forlag, 1993
3. Campell, B. J. et al.: *A Review of Pedestrian Safety Research in the United States and Abroad*. University of North Carolina bHighway Safety Research Center. Report FHWA-RD-03-042, January 2004. http://www.walkinginfo.org/pdf/PedSynth/Ped_Synthesis_Report.pdf
4. Ekman L : *Fotgängares risker på markerat övergångsställe jämfört med andra korsningspunkter*. Bulletin 76, Institutionen för trafikteknik, LTH, 1988
5. Ekman, L and Hyden, C: *Pedestrian Safety in Sweden*. Report FHWA-RD-99-091, Federal Highway Administration, December 1999. <http://www.fhwa.dot.gov/////tfhrc/safety/pubs/99091/99091.pdf>
6. Elvik m. flere: *Trafikksikkerhetshåndboka*. Transportøkonomisk institutt, WEB-utgave 2004
7. Gran, Kyrre: *Utprøving av PUFFIN-konseptet*. SWECO Grøner, januar 2005.
8. Houten, R. V.; Malenfant, J. E. L.: *Canadian Research on Pedestrian Safety*. Report FHWA-RD-99-090, Federal Highway Administration, US, 1999. <http://www.fhwa.dot.gov/tfhrc/safety/pubs/99090/99090.pdf>
9. Houten, R. V.; Malenfant, J. E. L.; McCusker, D.: *Advance Yield Markings Reduce Motor Vehicle/Pedestrian Conflicts at Multilane Crosswalks with an Uncontrolled Approach*. <http://www.cers-safety.com/advanceyieldmarkings.pdf>
10. Jacobs, G. D.; Wilson, D. G. *A Study of Pedestrian Risk in Crossing Busy Roads in Four Towns*. RRL Report LR 106. Crowthorne, Berkshire, Road Research Laboratory, 1967.
11. Jørgensen, N. O.; Rabani, Z. *Fotgængerens sikkerhed i og ved fodgænger-overgange*. RfT-rapport 7. København, Rådet for trafikksikkerhedsforskning (RfT), 1971.
12. Jørgensen, N. O.; Rabani, Z. *Fotgængerens sikkerhed i og ved fodgænger-overgange*. RfT-rapport 7. København, Rådet for trafikksikkerhedsforskning (RfT), 1971.
13. Katz, Okitsu & Associates: *Illuminated Crosswalks. An Evaluation Study and Policy Recommendatios*. Prepared for City of Fountain Valley, October 2000. <http://www.katzokitsu.com/companyinfo/articles%26studies/studies/Crosswalks/ftnvilly.pdf>
14. Knoblauch, R., M. Nitzburg, and R. Seifert. "Pedestrian Crosswalk Case Studies: Sacramento, California; Richmond, Virginia; Buffalo, New York, Stillwater, Minnesota," Center for Applied Research, Inc., Great falls, VA, FHWA Contract DTFH61-92-C-00138, March 1999 <http://www.tfhrc.gov/safety/pedbike/pubs/0103.PDF>
15. Knoblauch, R.L. and P.D. Raymond, "The Effect of Crosswalk Markings on Vehicle Speeds in Maryland, Virginia, and Arizona," Report No. FHWA-RD-00-101, Center for Applied Research, Inc., Great Falls, VA, August 2000. <http://www.tfhrc.gov/safety/pedbike/pubs/0101.pdf>
16. Lalani, Nazir: *Alternative Treatment for At-Grade Pedestrian Crossings*. Institute of Transportation Engineers, Washington DC, 2001
17. Mackie, A. M; Older, S. J. *Study of pedestrian risk in crossing busy roads in London inner suburbs*. Traffic Engineering and Control, 7, 376-380, 1965.

18. Miller, R. ; Sutaria, T.C.: *City of Santa Ana Pedestrian Safety Study*.
http://www.katzokitsu.com/companyinfo/articles&studies/studies/Crosswalks/study_santaana.html
19. Nygaard, B.: *Försök med förstärkt information vid övergångsställen*. VTI meddelande 557, 1989
20. Pasanen, E.: *Ajonopeudet ja jalankulkijan turvallisuus (Driving speeds and pedestrian safety)*. Otnäs 1991. Tekniska Högskolan, Trafikteknik, publikation 72.
21. Sakshaug, K: *Vikeplikt i gangfelt. Resultater fra intervjuundersøkelse og atferdsregistreringer*. Notat N3/97 SINTEF Bygg og miljøteknikk, avdeling Samferdsel. 1997.
22. Sakshaug, Kristian og Tveit, Ørjan: *Kriterier for sikring av kryssingssteder for fotgjengere: Sammenligning av utenlandske kriterier med norske og oversikt over forskning på området*. N-07/03 SINTEF Bygg og miljø, avd. Veg og samferdsel, juni 2003.
23. Vejdirektoratet (Danmark), Vejregeludvalget: *Udstyr. Vejbelysning. Vejregler for vejbelysning*. Vejdirektoratet, Marts 1999
24. Vejdirektoratet (Danmark): *Forgængerens trafiksikkerhed. Analyser og foranstaltninger*. Rapport 130, 1998
<http://www.vejdirektoratet.dk/dokument.asp?page=document&objno=16454>
25. Vereinigung Schweizischer Strassenfachleute: *Fussgängerverkehr Fussgängerstreifen*. Schweizer Norm 640 241. September 2000.
26. Vodahl, Svein B og Giæver, Terje: *Risiko ved fotgjengerkryssinger*. Rapport STF63 A86025 SINTEF Samferdselsteknikk, desember 1986.
27. Whitlock & Weinberger Transportation Inc.: *An Evaluation of a Crosswalk Warning System Utilizing In-Pavement Flashing Lights*. April 1998.
<http://www.w-trans.com/xwk-report.pdf>
28. Zeeger m. fl.: *Safety Effects of Marked vs. Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations: Executive Summary and Recommendations*. Report FHWA-RD-01-075, Federal Highway Administration, US, 2001.
http://www.walkinginfo.org/pdf/r&d/crosswalk_021302.pdf