

Instilling fra:

Utvalg til vurdering av sikkerhets-
forholdene ved planoverganger.

Oslo mai 1970

Innstilling fra
UTVALG TIL VURDERING
AV SIKKERHETSFORHOLDENE
VED PLANOVERGANGER



Oslo, mai, 1970

4:0

FORORD

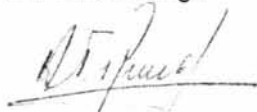
Utvalg til vurdering av sikkerhetsforholdene ved planoverganger ble oppnevnt av Samferdselsdepartementet 15. oktober 1969, med følgende sammensetning:

Statssekretær O T Ruud, Samferdselsdepartementet, formann
Overinspektør E W Kristensen, Hovedadministrasjonen for Norges Statsbaner
Overingeniør O Liavaag, Vegdirektoratet
Direktør Aa Borgen, Landsrådet for Trygg Trafikk
Forskningsleder K Krogseter, Utvalg for trafikksikkerhetsforskning

Sivilingeniør F H Amundsen, Transportøkonomisk institutt, har fungert som utvalgets sekretær.

I Samferdselsdepartementets brev av 15. oktober 1969 ble utvalget gitt det mandat å redegjøre for det arbeid som har vært gjort og som fortsatt gjøres med hensyn til sikring av planoverganger, vurdere de tekniske og økonomiske sider av saken og om mulig fremme forslag til en plan for arbeidet i de nærmeste år.

Utvalget legger med dette frem sin innstilling.



O T Ruud
formann



E W Kristensen



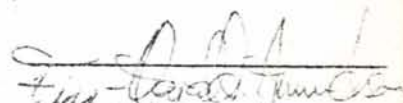
O Liavaag



Aa Borgen



K Krogseter



F H Amundsen
sekretær

INNHold

	Side	
1	INNLEDNING	1
1.1	Lover og regler	1
1.2	Planovergangene og deres sikring	4
1.3	Ulykker ved jernbanepanoverganger	5
1.4	Hovedårsak til ulykkene	7
1.5	Sikringsarbeidet hittil	8
2	VURDERING AV SIKRINGSMETODENE	11
2.1	Skilting	11
2.1.1	Stoppskilt	12
2.2	Grinder	14
2.3	Lys- og lydsignaler	14
2.4	Automatiske bommer	17
3	ANDRE SIKKERHETSFREMMENDE TILTAK	19
3.1	Siktlengder	19
3.2	Bruk av lys på lokomotiv om dagen	22
3.3	Stigninger ved panoverganger	22
3.4	Informasjon til trafikantene	23
3.5	Finansiering	23
4	KONKLUSJONER OG FORSLAG	24
4.1	Innledning	24
4.2	Registrering	24
4.3	Nye veger og jernbanespor	24
4.4	Nedlegging av panoverganger	25
4.5	Institusjonelle forhold	25
4.6	Utvidede sikringstiltak	25
4.6.1	Bedring av sikkerheten på offentlige panoverganger	26
4.6.2	Bedring av sikkerheten på private panoverganger med almen ferdsel	26
4.6.3	Bedring av sikkerheten på andre private panoverganger	26
4.6.4	Spesielle sikringssystemer	26
4.6.5	Stoppskilt	27
4.7	Tente frontlys på lokomotiv	27
4.8	Stigningsforholdene på vegene	27
4.9	Finansiering av sikringsanlegg	28
4.10	Finansiering av planskilte kryss	28
4.11	Finansiering av nye panoverganger	28
4.12	Prioritering av utbyggingsarbeider	29

LITTERATURLISTE	30
BILAG 1 SKILTING AV PLANOVERGANGER	31
BILAG 2 PRIORITERING AV UTBYGNINGSARBEIDER	34
2.1 Generelt	34
2.2 Ulykkesmodeller	35
2.3 Prioriteringsmetoden	40
2.3.1 Beregning av antall ulykker	40
2.3.2 Ulykkeskostnader	42
2.4 Prioritering av utbyggingsarbeider	43
2.5 Testing av prioriteringsmetodikken	45
BILAG 3 KJØREKOSTNADER	53
3.1 Innledning	53
3.2 Ventetid	53
3.3 Ventetidskostnader	55
BILAG 4 ØKONOMISK SIKKERHETSGEVINST VED Å SUPPLERE LYS- OG LYDSIGNALER MED HALVBOMMER	56

1 INNLEDNING

1.1 Lover og regler

Lov av 12. august 1848 er den første norske lov som omhandler kryss mellom jernbane og veg. I § 2 punkt d sier den om jernbanens plikt til å bygge og vedlikeholde planoverganger:

"at de forpligter seg til at istandbringe og vedlikeholde de overganger, der er fornødne for kommunikation mellom begge sider av jernbanen".

Jernbaneloven av 7. september 1854 § 11 setter bøter for de som oppfører seg ureglementert på og ved planoverganger:

"Holder Nogen stille med Hest, Kjøretøy eller Creature paa en Overgang, bliver han at anse med Bøder (af een Speciedaler). Hvis Nogen egenmægtig aabner Slagbom eller anden Lukningsindretning, eller benytter en Overgang i den Tid, hvori Slagbommen er lukket straffes han med Bøder (af fem Speciedaler). Med (samme) Mulkt ansees den, der har privat Overgang, for hver Gang han maate benytte denne i de sidste ti Minutter forinden et Tog efter den ham meddelte kjøresplan eller tillukker de ved hans Overgang værende Slagbomme, forfalder han hver Gang i Bøder (af sexti Skilling). Den, der medens Tog er i Bevægelse, bestiger eller forlader Jernbanevogn, ansees hver Gang med Bøder (af sexti Skilling)."

Vegloven av 21. juni 1963 fastsetter i § 29 byggegrensar ved kryss i plan mellom offentlig veg og jernbane:

"Ved kryss i plan mellom

- 1) offentlige vegar
- 2) offentlige vegar og andre vegar som er opne for allmenn ferdsle,
- 3) offentlige vegar og jarnveg eller sporveg, skal byggegrensa følgje den rette lina mellom punkt på midtlina åt vegane (jarnvegen,

sporvegen) 60 meter frå skjeringspunktet åt midtlinene ved kryss med riksveg og 40 meter frå skjeringspunktet ved andre kryss. Når omsynet til trygg ferdsel tilseier det, kan vegstyremakta fastsette ei anna byggegrense for det einskilde krysset. Hører dei kryssande vegane ikkje under same vegstyremakt, tar den høgste av desse styremaktene avgjerd i saka."

Trafikkreglens § 5 punkt 2a fastslår at alle vegfarende har vikeplikt for tog:

"Vegfarende skal gi fri veg og om nødvendig stanse:

a) for sporvogn og tog, osv"

Trafikkreglens § 6 omhandler vegfarendes oppførsel ved planoverganger:

"Jernbaneplanoverganger

1. Vegfarende skal før de passerer jernbaneplanovergang, og uten hensyn til om den er særskilt sikret, forvise seg om at tog ikke nærmer seg. Når utsiktsforholdene er dårlige og det ikke vises klarsignal (blinkende hvitt lys), skal kjører alltid stanse for å se og lytte etter om tog nærmer seg. Kjører som nærmer seg overgang, skal under alle omstendigheter kjøre med liten fart.
2. Vegfarende som ser eller hører at tog nærmer seg, eller blir varslet om dette ved lys- eller lydsignal eller på annen måte, skal stanse i betryggende avstand fra overgangen og foran lys-signal om slikt finnes. Er den vegfarende sikker på at tog ikke nærmer seg, skal selve overgangen passeres hurtig. Når motorvogn i mørke er stanset for tog som nærmer seg, skal bare parkeringslys være tent. Har kjøretøyet ikke parkeringslys, skal det stå uten lys.
3. Stans eller parkering av annen grunn enn nevnt i nr 2 må ikke skje nærmere jernbaneovergang enn 30 m.

4. Forbikjøring eller passering av andre kjørende må ikke finne sted like foran eller på jernbaneovergang.
5. Bestemmelsene i denne paragraf gjelder også for plankryssing over sporveg som er lagt på særskilt banelogeme."

Rundskriv fra Arbeidsdepartementet av 26. september 1928 omhandler bruk av privat planovergang som overgang for offentlig kommunal veg:

"Departementet har erklært sig enig i det av Hovedstyret således fremholdte, idet man ikke finder der er adgang til å føre en offentlig vei over jernbanelinjen i planovergang forinnen forholdet overfor jernbanen er bragt i orden."

Departementet slutter seg også til en uttalelse fra NSB's hovedstyre:

"En ordning, hvorefter en offentlig vei, som er lagt over en privat planovergang eller frem til denne, atter uten videre nedlegges, er ikke tilfredsstillende for jernbanen. Sålenge veien var privat, var nemlig vedkommende grunneier, hvem planovergangen var tilstått, ansvarlig for denne, og det kan være tvilsomt, hvorvidt grunneieren atter kan pålegges ansvar for overgangen når veien igjen nedlegges som offentlig vei. Det måtte i et hvert fall formentlig bli veivesenets, fylkets eller kommunens sak å treffe fornøden ordning med grunneieren i så henseende. Inntil sådan ordning er truffet går man ut fra, at veivesenet (fylket eller kommunen) har ansvaret for overgangen."

NSB's tjenesteskift 426 behandler de forskjellige sikringstyper og gir regler for hvordan saker angående sikring av planoverganger skal behandles.

Statens Vegvesens vegnormaler om trafikkavvikling, gir tekniske forskrifter for hvordan planoverganger skal skiltes.

Som medlem av den internasjonale jernbaneorganisasjon UIC følger Norge de tekniske bestemmelser som denne organisasjon har gitt for sikring av planoverganger. Bestemmelsene er gitt i UIC Kodex 761 VE og 760 i. Her blir alle sikringstyper og deres virkemåte beskrevet.

Norge følger også de bestemmelser som er foreslått på Wien-konvensjonen om vegtrafikk, skilter og signal av 8. november 1968 om bruk av automatiske sikringsanlegg.

1.2 Planovergangene og deres sikring

I alt fantes det i Norge pr 31/12 1968 7 711 planoverganger, hvorav 386 i kryss med offentlig veg (offentlige planoverganger) og 7 325 i kryss med privat veg (private planoverganger). Tabell 1 viser hvordan disse planoverganger er sikret (1) ^{x)}.

Tabell 1: Planoverganger fordelt på sikringstype

Sikringsart	Offentlige planoverganger		Private planoverganger		Sum	
	Antall	%	Antall	%	Antall	%
Helbom ¹⁾ automatisk	90	23,3	3	-	93	1,2
Helbom ¹⁾ betjent	13	3,4	2	-	15	0,2
Halvbom ¹⁾ automatisk	4	1,0			4	0,1
Lys- og lydsignal automatisk	176	45,5	68	1,0	244	3,1
Lys- og lydsignal betjent	17	4,5	1	-	18	0,2
Bevoktede grunder	18 ²⁾	4,7	1	-	19	0,3
Ubevoktede grunder og skilting	68 ²⁾	17,6	7 250	99,0	7 318	94,9
Sum	386	100,0	7 325	100,0	7 711	100,0

1) Bomanlegg er alltid supplert med lys- og lydsignaler.

2) Grunder forekommer hovedsakelig på Skreialinjen og Namsoslinjen.

x) Tall i parentes refererer til litteraturlisten.

1.3 Ulykker ved jernbanepanoverganger

Tabell 2 angir antall ulykker, skadede og drepte i tiårsperioden 1959-68.

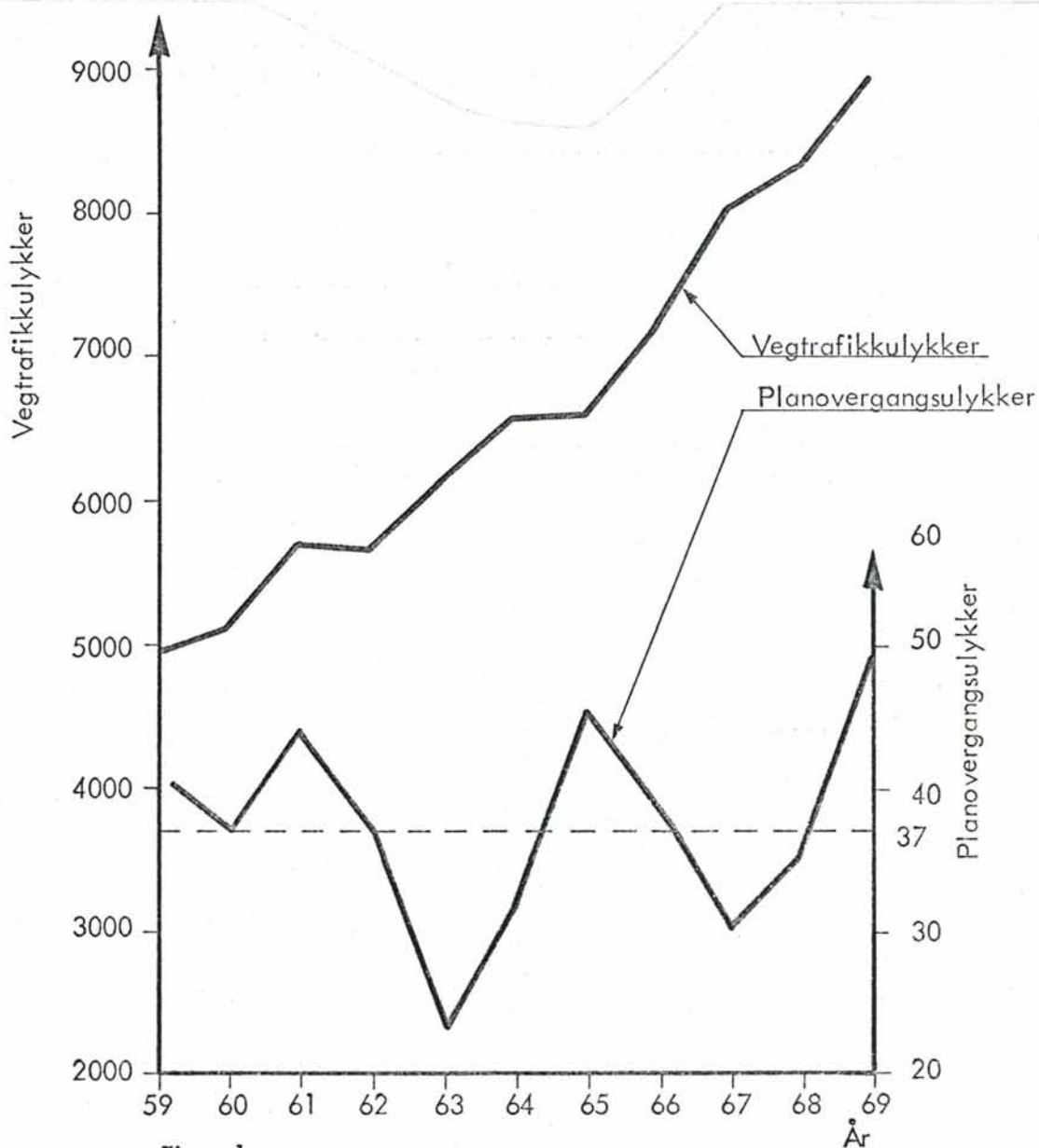
Tabell 2: Ulykker i tiårsperioden 1959-68

År	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	Sum
Ulykker	41	37	44	37	23	32	45	38	30	35	362
Skadede	9	9	8	4	4	7	11	9	12	4	77
Drepte	8	10	14	15	3	9	13	9	11	14	106

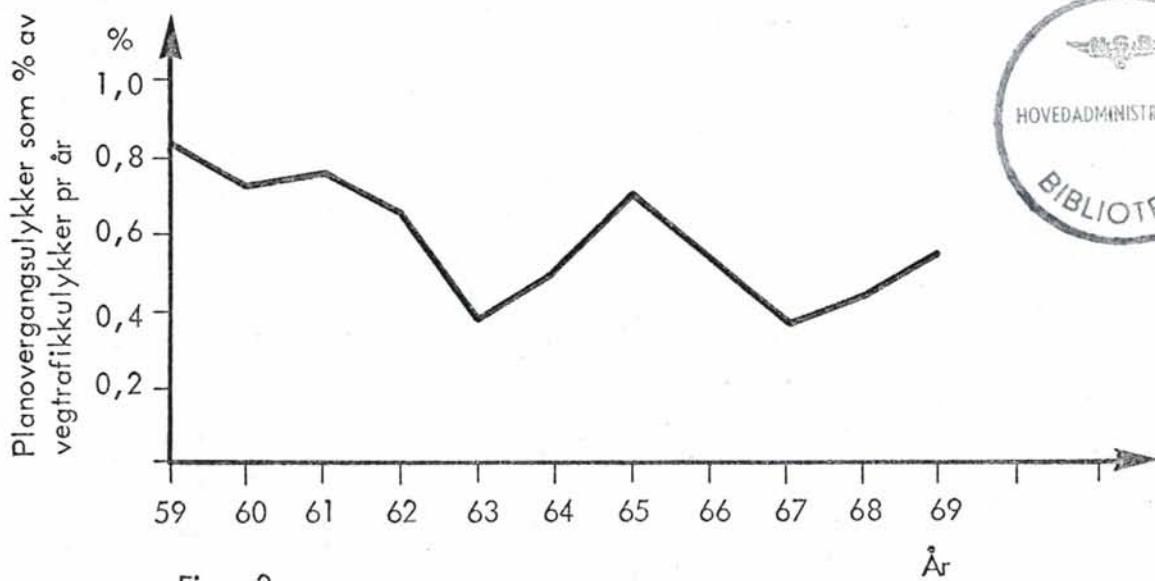
Kurvene på figur 1 viser antall vegtrafikk- og planovergangsulykker pr år i årene 1959-1969. Mens kurven for vegtrafikkulykkene er tydelig stigende, viser kurven for planovergangsulykkene tildels store svingninger omkring en gjennomsnittsverdi, men ingen markert stigende tendens i løpet av perioden.

Utviklingen av planovergangsulykkenes prosentandel av det totale antall vegtrafikkulykker er vist på figur 2. Kurven er kjennetegnet av endel mindre svingninger, men viser en klart synkende tendens. Planovergangenens andel av vegtrafikkulykkene er sunket fra 0,82 % i 1959 til 0,53 % i 1969.

Kollisjoner mellom tog og vegfarende er sjeldne i forhold til andre trafikkulykker, men til gjengjeld er skadene vanligvis langt mer alvorlige enn for vanlige trafikkulykker. For vegtrafikkulykker totalt er det én som blir drept pr 21,8 skadede, mens det for planovergangsulykker er én drept pr 0,73 skadede.



Figur 1.



Figur 2



Tabell 3 viser antall ulykker fordelt på sikringstiltak for tiårsperioden 1959-1968. Av tabellen fremgår at det skjer ulykker på planoverganger med alle former for sikring, også på overganger som er sikret med automatiske anlegg. Men for å få det rette bilde av hvilken sikringstype som gir den beste sikring, må tabell 3 sees i nøye sammenheng med hvor mange planoverganger som er sikret med de forskjellige sikringstyper (tabell 4) og trafikkmengden over de forskjellige planoverganger. Det viser seg da (tabell 8) at automatiske sikringsanlegg, da spesielt bomanlegg, gir større sikkerhet enn planoverganger sikret på andre måter.

Tabell 3: Ulykker fordelt på sikringstiltak

Sikringstiltak	Ulykker		Drepte		Skadede	
	Off	Priv	Off	Priv	Off	Priv
Helbom, automatisk	9	2	3	-	1	1
Helbom, betjent	10	-	1	-	1	-
Halvbom, automatisk	1	-	-	-	-	-
Lys- og lydsignal, automatisk	62	20	16	12	14	10
Lys- og lydsignal betjent	1	-	-	-	-	-
Grinder, bevoktet	1	-	-	-	-	-
Grinder, ubevoktet og skilting	29	227	7	67	9	41
Sum	113	249	27	79	25	52

1.4 Hovedårsak til ulykkene

NSB har gjennom lengre tid samlet inn opplysninger om forholdene omkring de enkelte ulykker som har funnet sted, for om mulig å finne ulykkens årsaker. Oversikten viser at

i perioden 1959-1968, da det i alt fant sted 362 ulykker, skyltes bare 3 ulykker feil ved sikringsanleggene. I alle tre tilfeller ble manuelle bommer feil betjent, og ikke i noen tilfelle har ulykkesårsaken vært feil ved de automatiske sikringsanlegg. Praktisk talt alle ulykker kan derfor tilskrives feil hos trafikantene. F eks fant 7 ulykker sted fordi det ble kjørt mot senket bom. Statistikken viser derimot ikke hvorfor trafikantfeilene ble begått, men det kan selvfølgelig sies at hvis trafikantene under alle forhold hadde overholdt sin plikt til å vise aktsomhet, ville ulykkene ikke ha funnet sted.

1.5 Sikringsarbeidet hittil

Den mest effektive form for sikring er å nedlegge planovergangene. Dette kan f eks gjøres ved omlegging av veger slik at trafikken ledes over andre eksisterende eller nye planskilte overganger eller til andre eksisterende planoverganger.

I den siste tiårsperioden (1959-68) har 900 planoverganger blitt nedlagt. Til dette arbeidet har NSB brukt 2,72 mill kroner. Oppgaver over hva nedleggelsen av planoverganger har kostet private, kommuner eller andre statlige instanser foreligger ikke.

I den samme periode har 265 planoverganger blitt sikret med automatiske anlegg som lys- og lydsignaler og bommer. Disse sikringsanlegg koster pr stk:

Helbommer, automatiske	ca kr 80 000
Halvbommer, automatiske	ca kr 65 000
Lys- og lydsignaler, automatiske	ca kr 45 000

Med utgangspunkt i disse enhetspriser kan den samlede investering i automatiske sikringsanlegg i perioden 1959-68 beregnes til 9,025 millioner kroner. De sikringstiltak som er gjennomført år for år i tidsperioden 1959-68 er vist i tabell 4.

På bakgrunn av det store antall planoverganger og de store kostnader som er nødvendig for å få dem særskilt sikret, er det ikke økonomisk mulig hverken å eliminere alle planoverganger eller å utstyre dem med den mest effektive form for sikring. Basert på de foran gitte enhetspriser vil det koste ca 23,5 mill kroner å sikre alle offentlige planoverganger med automatiske helbommer. Tilsvarende kostnad for private planoverganger er ca 586 mill kroner.

Tabell 4: Utviklingen i antall planoverganger og deres sikring (59-68)

Sikringstype	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
OFFENTLIGE										
Helbom, automatisk	37	55	61	75	77	79	80	80	80	90
Helbom, betjent	64	48	38	24	23	15	15	12	12	13
Halvbom, automatisk	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4
Lys- og lyd, automatisk	65	75	97	124	132	133	135	137	139	176
Lys- og lyd, betjent	11	13	15	15	16	16	17	17	17	17
Bevoktede grunder				15	13	19	20	21	21	18
Ubevoktede grunder og skilting	215	198	165	73	60	58	51	51	43	68
Sum offentlige	394	391	379	330	325	324	322	322	316	386
PRIVATE										
Helbom, automatisk	3	6	4	7	8	9	9	9	9	3
Helbom, betjent	4	4	4	2	2	3	3	3	2	2
Lys- og lyd, automatisk	38	46	55	54	58	71	81	94	100	68
Lys- og lyd, betjent	5	4	5	3	3	2	2	2	2	1
Bevoktede grunder				7	7	6	4	4	3	1
Ubevoktede grunder og skilting	8116	8090	7738	7594	7553	7467	7430	7415	7305	7250
Sum private	8166	8150	7806	7667	7631	7558	7519	7527	7421	7325
Total	8560	8541	8185	7997	7956	7882	7841	7849	7737	7711

Økningen av antall offentlige planoverganger fra 1967 til 1968 er en konsekvens av at private veger ble overført til kommunene i henhold til Vegloven av 21. juni 1963.

Av de 9,025 mill kr som er brukt til anlegg av automatiske sikringsanlegg dekket Statens Vegvesen inntil 1964 50 % av anleggskostnadene når det gjaldt sikring av overganger på offentlig veg. Fra 1959 til og med 1963 utgjorde dette beløpet 2,655 mill kr. De forskjellige kommuner og private har ydet bidrag på tilsammen 1,5 mill kr, og de resterende 4,87 mill kr er betalt av NSB. NSB vedlikeholder de automatiske sikringsanlegg, hvilket utgjør 2300 kr pr anlegg pr år (1970-priser).

Tabell 5: Kostnader til sikring av planoverganger i perioden 1959 - 1968.

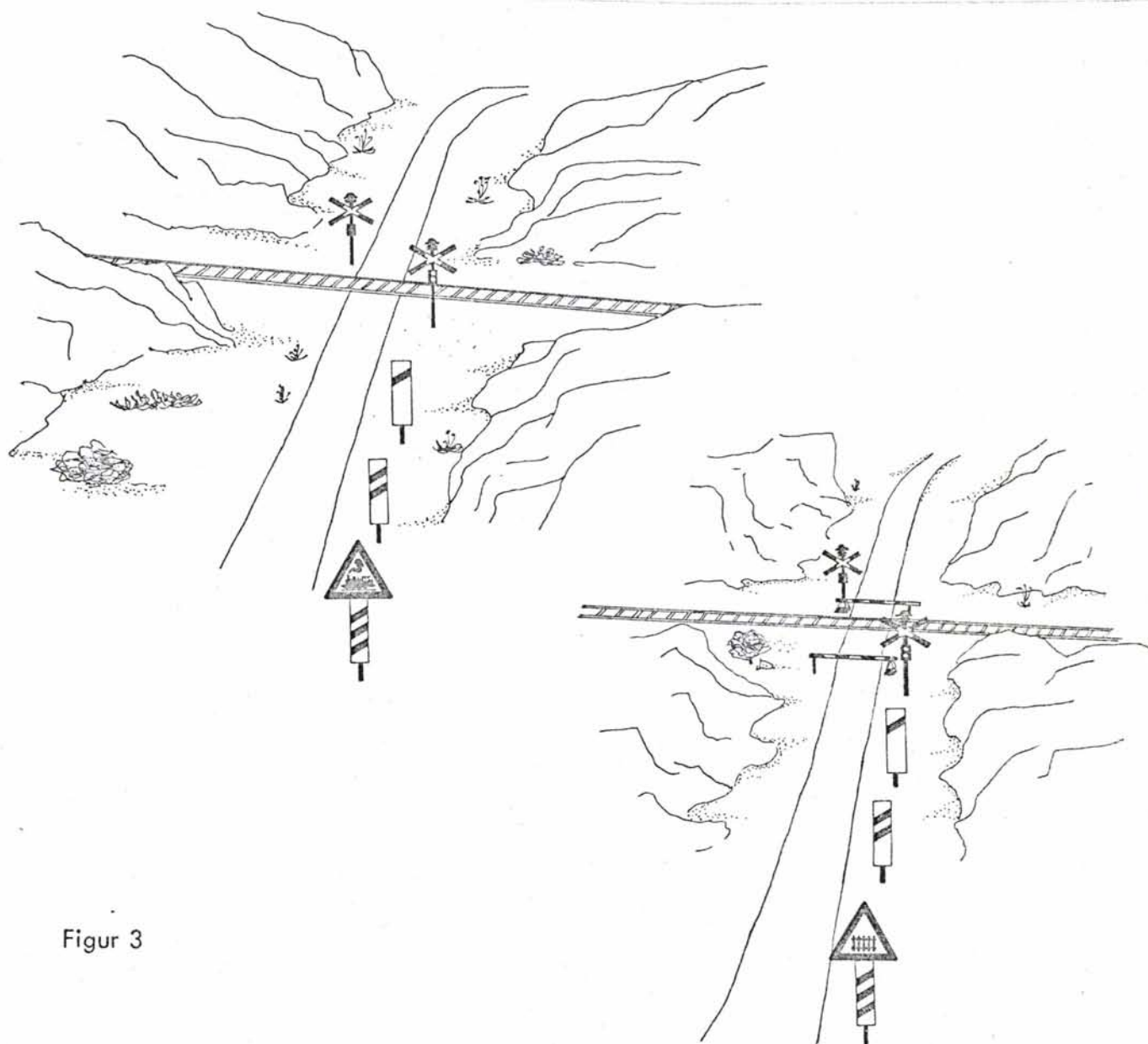
Anlegg av automatiske sikringsanlegg	kr 9 025 000
Vedlikehold av automatiske sikringsanlegg	kr 4 100 000
Nedlegging av planoverganger	kr 2 720 000
Tilsammen	kr 15 845 000

I tillegg til dette kommer Statens Vegvesens kostnader i forbindelse med nedlegging av planoverganger, bygging av broer og omkjøringsveger og tilskudd fra kommuner og private til samme formål, samt NSB's utlegg til bedring av siktforhold ved planoverganger.

2 VURDERING AV SIKRINGSMETODENE

2.1 Skilting

Ifølge Statens Vegvesens vegnormaler for anvendelse av offentlige trafikkskilt skal alle planoverganger på offentlige veger være varslet med skilt 126 "Andreaskors". Dessuten skal planovergangene forvarsles med et av skiltene 123 "Jernbanepanovergang med grind eller bom", eller 124 "Jernbaneovergang uten grind eller bom". Mellom disse skiltene og Andreaskorset kan skiltene 125a, b og c "Avstandsskilt" brukes. Riktig skilting er vist på figur 3. Regler for skilting i spesielle tilfeller er vist i bilag 1.



Figur 3

Skiltingens verdi som sikringsmiddel er avhengig av om trafikkskiltene blir forstått og sett. Vegdirektoratet har gjennom Utvalg for trafikksikkerhetsforskning fått gjennomført undersøkelser som viser at trafikantenes skiltekunnskaper gjennomgående er dårlige. Selv om de trafikkskilt som brukes i forbindelse med planoverganger stort sett er selvforklarende, må det antas at endel trafikanter ikke har den fulle forståelse av hvilke krav skiltene stiller til dem. Angående trafikantens oppmerksomhet eller evne til å se trafikkskilt, er det gjennomført undersøkelser i flere land, bl a i Sverige og Finland. Undersøkelsene viser at det er en grense for evnen til å registrere skiltene, og at skilter med et konkret innhold som ofte kan få direkte betydning for trafikanten har lettest for å bli lagt merke til. Det er derfor nærliggende å tro at skiltingen ved planoverganger kan komme i den kategori trafikkskilt som lett oversees og at skiltene derfor ikke må tillegges for stor verdi som sikringsmiddel når de står alene.

2.1.1 Stoppskilt

I tillegg til de trafikkskilt som nå er vanlig anvendt foran planoverganger, har det vært drøftet å ta i bruk et skilt som påbyr stopp foran særlig farlige planoverganger som nå bare er sikret med grind. Til å påby stopp foran planoverganger kan eventuelt skilt 217 "Stopp ved ..." anvendes.

Stoppskilt blir i dag anvendt i Sverige foran planoverganger med dårlig sikt og der krysningsvinkelen mellom veg og jernbane er slik at vegfarende vanskelig kan få full oversikt uten å stanse. I alt er det satt opp 800 stoppskilt, men det foreligger enda ikke tilstrekkelige data til en fullstendig vurdering av stoppskiltenes verdi som sikringsmiddel. Amerikanske undersøkelser viser imidlertid at stoppskiltene har bedre effekt enn deres Andreaskorslignende kryssmerke.

Respekten for stoppskiltet har vært forsøkt målt flere steder. I Lincoln, Nebraska (USA), observerte Bezkorovainy og Holsinger (2) hvordan stoppskilt ved vegkryss og planoverganger ble respektert. Resultatene er gitt i tabell 6, og viser at trafikantene hadde mindre respekt for stoppskilt ved planoverganger enn i vegkryss. Dette er i samsvar med de resultater som er nevnt foran.

Tabell 6: Observasjoner av respekt for stoppskilt

Hastighet	Kjøretøy			
	Ved vegkryss		Ved planoverganger	
	Antall	%	Antall	%
Full stopp	178	31,7	257	15,4
Nesten stopp (0 - 5 km/t)	312	55,6	1 021	61,2
Sakte fart (5 - 25 km/t)	67	12,0	329	19,7
Raskt (over 25 km/t)	4	0,7	61	3,7
Totalt	561	100,0	1 668	100,0

En lignende undersøkelse av respekten for stoppskilt i vegkryss ble foretatt i forbindelse med "Operasjon Prøvefylke" (3) og viste at 27 % ikke overholdt stoppeplikten v/Kopstad (april 1969). Tilsvarende tall for krysset E18 - Rv 305 var 21 % (april 1969). De høye prosenttall må imidlertid sees på bakgrunn av at skiltene var "for strenge" ut fra forholdene på stedet, og de er derfor senere byttet ut med vikepliktskilter.

Ved vurderinger av nytten av å bruke stoppskilt ved planoverganger er det nærliggende å trekke sammenligninger med forholdene i vegkryss. Det er imidlertid den vesentlige forskjell på de to slags kryss at det i vegkryss vanligvis er tilstrekkelig å påby vikeplikt (og derfor bare bruke skilt 121 "Vikeplikt for forkjørsvveg"), mens det ved jernbanepanoverganger som bare er sikret med grind i de aller fleste tilfeller bør stanses. Trafikkreglene pålegger derfor trafikantene betydelig aktsomhet ved planovergangene, og det synes mer nærliggende å innskjerpe trafikkreglene gjennom opplysning enn å gå til en omfattende skilting. Bruk av stoppskilt vil ikke i noen fall få nevneferdig betydning på offentlige planoverganger, fordi planoverganger med grind og skilting som eneste sikring praktisk talt bare finnes på private vegger (tabell 1). Det er ikke i noe fall aktuelt å bruke stoppskilt hvor planovergangen på forhånd er sikret med et automatisk sikringsanlegg.

2.2 Grinder

Den alt overveiende del av våre private planoverganger er sikret med grinder. Vegfarende har her plikt til å lukke grindene etter bruk. Men etterhvert som trafikken øker blir grindene ofte stående åpne, og om vinteren blir de ofte stående i brøytekanten slik at de vanskelig kan lukkes. Grindene har også den ulempe at de gir uforholdsmessig stor forsinkelse for de vegfarende.

Ut over den vanlige grind som bare stenger vegen finnes det en spesiell grindtype som vekselvis stenger veg og jernbane. Grindene stenger da normalt for jernbanen og togene må stanse slik at vegen kan bli sperret. Denne grindtype er bare brukt på meget få steder i Norge og egner seg bare i helt spesielle tilfeller hvor saktegående og få tog passerer overgangen.

2.3 Lys- og lydsignaler

Av de i dag benyttede automatiske sikringsformer er lys- og lydsignaler de mest vanlige. De internasjonale forskrifter tillater, men påbyr ikke lydsignaler. Selve lydsignalet er i Norge beregnet på fotgjengere og syklister og kan ikke alltid forventes hørt av bilførere. Det er vanskelig å si om lydsignalet har noen sikkerhetsmessig betydning uten i de tilfeller det varsler fotgjengere og syklister om at en bom vil bli senket. Det kan derfor på det nåværende tidspunkt ikke tas noe standpunkt til hvorvidt selve lydsignalet bør fjernes der lys- og lydsignalene er den eneste sikring. I alt er 244 planoverganger sikret med lys- og lydsignaler.

For å vise hvordan lys- og lydsignaler står sikkerhetsmessig sett, er tabell 7 laget. Den viser hvor stor ulykkesfrekvens, dvs ulykker pr planovergang pr år, som er observert i Norge i tidsperioden 1958-1969. En ren ulykkesfrekvens vil imidlertid ikke gi det rette bilde av hvor effektive de forskjellige sikringstyper er, fordi automatiske anlegg er montert der hvor trafikken er størst. I tabellen er det derfor også tatt med en ulykkesfrekvens som er relatert til produktet av bil- og togtrafikk pr døgn over planovergangen.

Tabell 7: Ulykkesfrekvens for forskjellige sikringstyper

Sikringstype	Ulykkesfrekvens Ulykker/pl. overg/år	Ulykkesfrekvens/ Trafikk
Automatiske helbommer	0,013	$3,55 \times 10^{-7}$
Betjente helbommer	0,033	$11,80 \times 10^{-7}$
Automatiske halvbommer ¹⁾	0,021	$7,24 \times 10^{-7}$
Automatiske lys- og lydsignaler	0,051	$24,30 \times 10^{-7}$
Grinder og skilting	0,033	$36,60 \times 10^{-7}$

1) Tallene for halvbommer er usikre fordi det bare er 4 halvbommer som inngår i disse tall, men de viser allikevel en god overensstemmelse med de tilsvarende europeiske verdier.

Den sikkerhetsmessige effekt varierer fra sikringsmiddel til sikringsmiddel. Det er derfor satt opp en tabell som viser de forskjellige sikringstiltaks effekt i forhold til den effekt en grind har som sikringsmiddel. Tabell 8 viser bl a at dersom en planovergang som i dag er sikret ved hjelp av et automatisk helbomanlegg kun hadde vært sikret med grind, ville sjansen for at det skulle hende en ulykke der vært 10 ganger så stor.

Tabell 8: Indekser for relativ fare

Sikringstiltak	Relativ fare
Grind	1,00
Lyssignal	0,60
Helbommer (betjent)	0,30
Halvbommer	0,20
Helbommer	0,10

Det kan være to årsaker til at lys- og lydsignalene gir så dårlig sikring i forhold til de andre automatiske sikringstyper:

- 1 at lyssignalene ikke respekteres eller
- 2 at lyssignalene overses.

Lyssignalene vil f eks være vanskelige å se under sterkt solskinn, og lydsignalene er vanskelige å høre når bilvindueene er igjen og bilradioen står på. Dette kan tyde på at en visuell og auditiv sikring ikke gir god nok sikkerhet for at kjøretøyer ikke kjører ut på planovergangen, og at det i tillegg er behov for et fysisk stengsel.

En årsak til at trafikantene ikke respekterer lyssignalene kan være at de synes det røde lyset står på for lenge før toget kommer. Forvarslingstiden som er tiden fra lyssignalet viser rødt lys til toget ankommer, er bestemt ut fra den tid det tar for det raskeste tog å passere strekningen fra innkoblingsfeltet til planovergangen. Ved sene tog vil da forvarslingstiden nødvendigvis bli lang. Norge følger her de internasjonale bestemmelser fastlagt av UIC, som sier at forvarslingstiden skal være minimum 20 sekunder og maksimum 90 sekunder.

Hvis lyset av en eller annen grunn ikke skulle skifte til rødt før toget kommer, vil toget få rødt lys og anledning til å bremse ned før planovergangen. Men om lyspærene skulle være utbrent i signal for veg, påvirker dette ikke signalet mot tog.

I USA og Sverige er det foretatt undersøkelser av hvor mange trafikanter som krysser planovergangen før toget ankommer. Den amerikanske undersøkelse er fra 1936 og foretatt under spesielle forhold, men viser en høy grad av kjøring mot rødt lys. For den svenske undersøkelsen om planoverganger i 1948 ble det undersøkt hvor mange av de biler som ankom til planovergangen 0-10 sek før togets ankomst, som passerte planovergangen. Ved Torestad og Grimle var det henholdsvis 24 % og 11 % som passerte i dette tidsintervallet. For å sikre seg mot ubetenksom kjøring mot rødt lys, kan det derfor være nødvendig å supplere lys- og lydsignalene med halv- eller helbomanlegg.

Det kan også være av interesse å se på en svensk undersøkelse foretatt av Statens Trafiksikkerhetsråd, tabell 9, som viser trafikantenes reaksjoner ved lyssignaler og halvbommer. Det er spesielt to ting som det er verdt å legge merke til ved tabellen: først at hele 26 % kjørte mot rødt lys hvor det var lys- og lydsignal alene, mens bare 3 % og 2 % kjørte mot rødt lys hvor lys- og lydsignalet var supplert med halvbommer.

Tabell 9: Vegtrafikanternes reaksjoner ved lyssignaler og halvbommer

	Juni - juli 1950 Lys- og lyd- signaler	Juli - aug 1951 Halvbommer	Juli 1955 Halvbommer
Antall undersøkelsesdager	29	16	7
Antall planoverganger	6 enkeltsporede	2 dobbeltsporede 4 enkeltsporede	3 enkeltsporede
Kjørte mot rødt før toget kom	26 %	3 %	2 %

2.4 Automatiske bomber

Av automatiske bomber finnes hel- og halvbommer. Helbommer stenger hele kjørebanelen, mens halvbommer bare stenger trafikken i kjøreretningen mot planovergangen. Under vanlige forhold hvor det ikke er spesiell fare for innesperring vil helbommer gi den største sikkerhet, slik det fremgår av tabellene 7 og 8. Halvbommer er imidlertid billigere enn helbommer fordi drivmotoren kan være mindre, selve bommen billigere og fordi senkning og heving kan foregå raskere. Det siste betyr mye fordi det kan brukes samme innkoblingsfelt som for lys- og lydsignaler. Avstanden mellom innkoblingsfeltet og planovergangen bestemmer hvor lang forvarsling trafikantene får. I UIC-forskriftene er det anbefalt at halvbommer skal senkes minst 5 sek etter at det røde lyset er tent, og som minimumstid for senkning av halvbommer er foreslått 7 sek.

Halvbommer har den fordel fremfor helbommer at kjøretøy som har kommet inn på skinnegangen ikke blir stengt inne. En fordel ved helbommer fremfor de andre automatiske sikringsanlegg er at en sjåfør i forbikjøringsposisjon foran planovergangen blir gjort oppmerksom på den fare han har foran seg. Faremomenter pga forbikjøring bør imidlertid kunne motvirkes ved å benytte skilt 228 "Forbikjøring forbudt" foran planovergangen, og ved bruk av røde varsellys på halvbommene.

På grunnlag av de norske data kan det ikke sies noe om halvbommernes effekt som sikringsmiddel, fordi halvbommer hittil bare er installert ved 4 planoverganger. Men den økende ut-

bredelse halvbombene har fått i flere europeiske land tyder på at erfaringene med hensyn på reduksjon av ulykker er gode. Tabell 10 viser hvilken utbredelse halvbombene har fått i noen europeiske land i fireårsperioden 1964-1967.

Tabell 10: Halvbommens utbredelse i endel europeiske land.

År	Antall halv bomber i bruk						
	Norge	Stor- britannia	Belgia	Tyskland (vest)	Italia	Sverige	Holland
1964	4	15	247	1746	241	151	262
1965	4	56	296	1905	292	161	294
1966	4	124	363	2057	343	168	329
1967	4	205	434	2213	410	174	345

3 ANDRE SIKKERHETSFREMMENDE TILTAK

3.1 Siktlengder

Av sikkerhetsmessige hensyn er det av betydning at siktforholdene ved planovergangene er slik at:

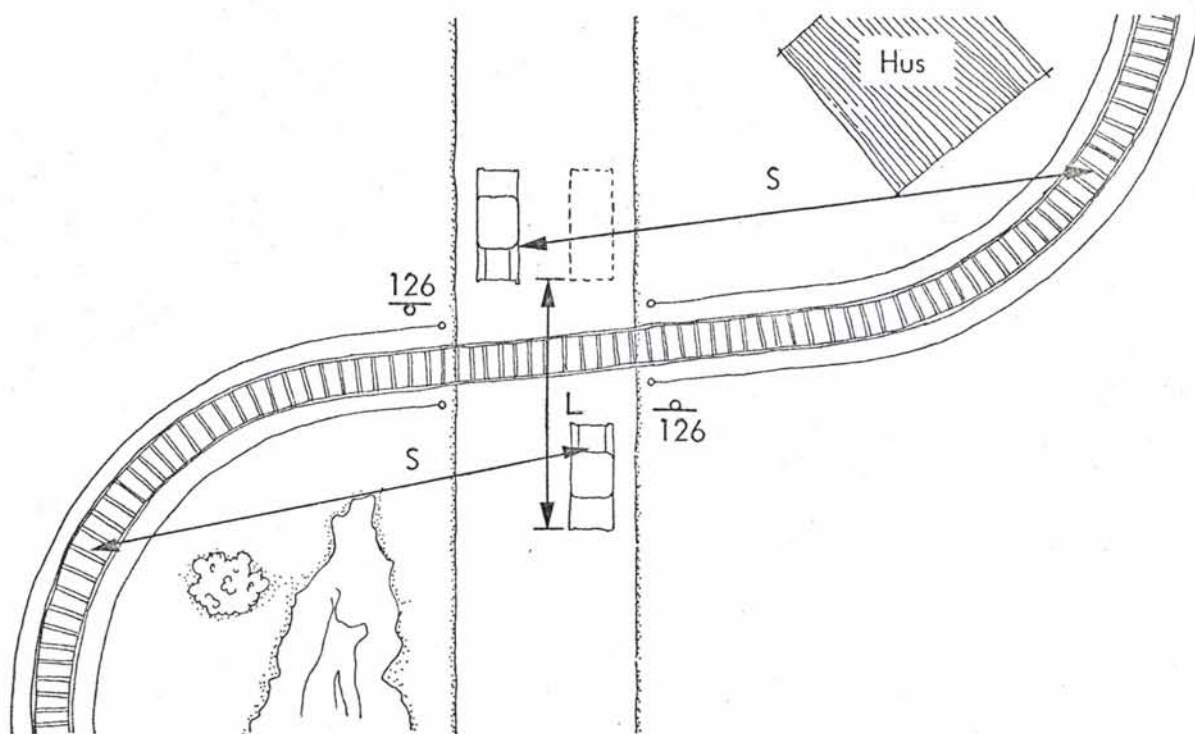
1. Bilførere som kommer på vegen mot planovergangen i god tid kan se planovergangen og stanse for ankommende tog, rødt lys og bom.
2. Bilførere som har stanset foran overgangen kan se så langt langs jernbanesporet at en kryssing kan foretas uten fare.

Det kan være vanskelig å tilfredsstille ønsket om en siktlengde som er nevnt under pkt 1 ovenfor. Denne siktlengde kan imidlertid delvis kompenseres for ved en tilstrekkelig forvarsling av planovergangen med et av fareskiltene 123 "Jernbaneplanovergang med grind eller bom", eller 124 "Jernbaneplanovergang uten grind eller bom" og avstandsskiltene 125 a, b og c, slik at den vegfarende blir forvarslet om at han nærmer seg en planovergang og bør iakta de regler som gis i Trafikkreglenes §§ 5 og 6.

Den siktlengde som er definert under pkt 2 ovenfor er bare aktuell hvor planovergangen er sikret med vanlig grind og skilt 126, dvs der trafikantene ikke får blinkende hvitt lys. På disse stedene må trafikantene selv sørge for å forvise seg om at det ikke kommer tog.

Dette kan bare skje hvis siktlengden fra overgangen langs linjen er tilstrekkelig til at bilen kan rekke over før et tog som befant seg utenfor siktavstand kan nå frem til overgangen. Det er derfor av stor sikkerhetsmessig betydning at den nødvendige siktlengde er til stede.

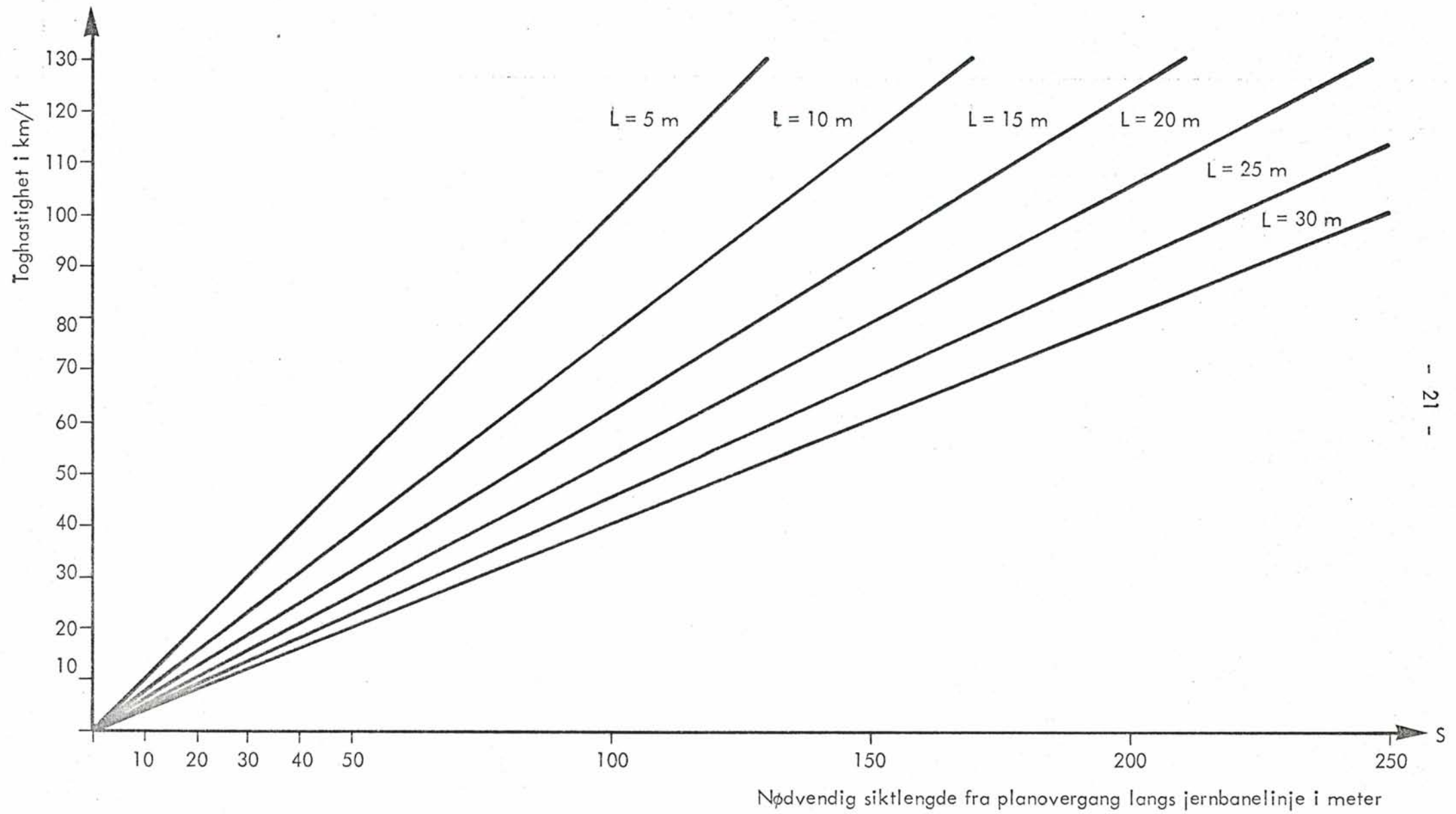
Dette siktlengdekrav er basert på togets hastighet over planoverganger, den lengde kjøretøyet må kjøre for å være i sikkerhet på den andre siden av planovergangen og en tung bils akselerasjonsevne. Hva som menes med lengden L på figur 4 er vist på figur 3. På samme figur er vist hvordan den nødvendige siktlengde måles ute i marken.



Figur 3.

Eksempel

Toghastighet 70 km/t. $L = 12$ m. Siktlengden er 95 m. S på figur 3 må være større eller lik 95 m.



Figur 4.

3.2 Bruk av lys på lokomotiv om dagen

Undersøkelser av den sikkerhetsmessige effekt av bruk av lys om dagen har hovedsakelig vært gjennomført for biler. Erfaringene tyder på at biler som kjører med lys blir bedre synlige og får en lavere ulykkesfrekvens. The Greyhound Corporation i USA mener å ha hatt en nedgang i ulykkesfrekvensen på 11 % pga lysbruk om dagen, mens den kanadiske avdeling hadde en nedgang på hele 24 %. New York havnevesen hadde modifisert sine biler slik at parkeringslyset automatisk ble slått på ved start av motoren, og dette ga ca 18 % færre uhell om dagen i perioden 1967-68. Den siste undersøkelse viste også at virkningen var størst for mørke biler, og at det ikke var noen forbedring å merke ved de gule bilene (4).

I Sverige har togenes lokomotiver kjørt med lys tent om dagen i 3 år. Man mener å ha hatt gode erfaringer fordi de tente lyktene har skapt en forbedret varselseffekt for arbeidere i og ved skinnegangen, såvel som for vegfarende ved planovergangen. Det foreligger imidlertid ikke noe bevis for redusert ulykkesfrekvens e l.

Bruk av lys på NSB's lokomotiver om dagen har vært diskutert av utvalget. På tross av at det ikke er bevist at bruk av lys på lokomotivene om dagen har noe effekt på planovergangsulykkene, kan det ikke utelukkes at slikt lysbruk kan ha sikkerhetsmessig betydning.

Utvalget foreslår derfor at bruk av lys på lokomotivene om dagen blir prøvet. Kostnadene ved å utvide bruken av lys er minimale. Nytteeffekten bør søkes registrert ved at det innrapporteres tilfeller der ulykke antas unngått - eller der ulykkens omfang antas redusert - som følge av tente frontlys om dagen.

3.3 Stigninger ved planoverganger

Stigning eller fall på vegen i forbindelse med planoverganger kan by på sikkerhetsmessige problemer. Ved fall mot linjen vil stopplengden bli lengre på glatt føre, men mest alvorlig er det antagelig om vegen stiger slik at bilen på glatt føre kan bli stående over jernbanelinjen eller bare klare å kjøre meget langsomt over. For vanlige vegkryss stilles det i Statens Vegvesens vegnormaler krav til stigningsforholdene på sekundærvegen, og tilsvarende bør søkes fulgt i forbindelse med planoverganger. Lengden av den flatere veglengde på siden av jernbanespolet bør minst tilsvare lengden av dimensjonerende kjøretøy for vegen.



3.4 Informasjon til trafikantene

Informasjon til vegfarende må antas å kunne bedre sikkerheten ved våre planoverganger fordi bl a kjennskap til sikringsanleggenes virkemåte vil gjøre trafikantene fortrolige med hva som kreves av dem ved passering av planoverganger. Den samme tankegang er uttrykt av den kommisjon som gransket Hixon-ulykken i Storbritannia (5), som også anbefaler trykt en informasjonsbrosjyre som forklarer hvorledes de automatiske sikringsanlegg virker.

3.5 Finansiering

For det videre sikringsarbeid er det av avgjørende betydning å få klarere linjer når det gjelder ansvarsforhold for finansiering. Det kan diskuteres om det er trafikken på vegen eller jernbanen som forårsaker behovet for økt sikring, og følgelig om det er vegmyndighetene eller jernbanen som burde ha hovedansvaret for sikringen. Av praktiske årsaker vil imidlertid utvalget foreslå at NSB dekker alle utgifter til anlegg og drift av sikringssystemene, mens de respektive vegmyndigheter får ansvar og utgifter på vegsiden, herunder skilting, oppmerking m v.

Denne utgiftsfordeling, som er foreslått ut fra praktiske hensyn, belaster NSB i urimelig grad. Utgiftene til sikring av planoverganger bør derfor skilles ut som egen konto på NSB's budsjett og ikke belastes det ordinære drifts- eller investeringsbudsjett.

Veger med private planoverganger vil falle utenfor dette finansieringsforslag. Utvidede sikringstiltak påhviler her normalt bruksberettigede. Hvis det på disse veger er en viss allmenn ferdsel bør de imidlertid kunne opptas som kommunale veger, som kan få sine sikringsanlegg finansiert som øvrige offentlige veger.

4 KONKLUSJONER OG FORSLAG

4.1 Innledning

Utvalget finner det riktig innledningsvis å peke på at planovergangsulykkenes prosentandel av det totale antall trafikkulykker viser synkende tendens for perioden 1959-1969. Ifølge den offisielle statistikk utgjør planovergangsulykkene en liten del av de totale vegtrafikkulykker, og utgifter til sikring av planoverganger bør sees i nøye sammenheng med utgifter til de øvrige trafiksikkerhetsfremmende tiltak. I 1969 intraff således mindre enn 0,6 % av vegtrafikkulykker i kryss mellom veg og jernbane. Planovergangsulykkene er imidlertid mer alvorlige enn vanlige vegtrafikkulykker i og med at 3 % av alle dødsulykkene i trafikken i 1969 skjedde på planoverganger.

4.2 Registrering

Et godt utbygget kartotek er av vesentlig betydning i arbeidet med nedlegging og sikring av planoverganger. NSB bør derfor søke å ajourføre og supplere sitt kartotek med de opplysninger som trengs for å benytte den prioriteringsmodell som er beskrevet i bilag 2. Av spesiell interesse i den forbindelse er den kryssende veks årsdøgntrafikk, siktlengden fra planovergangen langs jernbanelinjen og mulighetene for å bedre denne siktlengde. Videre er det av interesse å innhente opplysninger om endret bruk av planoverganger, som grunnlag for forhandlinger med brukerne om utvidet sikring eller nedlegging av planovergangen.

4.3 Nye veger og jernbanespor

Nye veger som krysser jernbane i plan, eller nye jernbanespor som krysser veg i plan bør normalt ikke bygges. Unntak kan imidlertid gjøres hvis kostnadene ved bygging av planskilt kryss blir uforholdsmessig store. Det må da være en forutsetning at nye planoverganger får en fullverdig sikring.

4.4 Nedlegging av planoverganger

Antall planoverganger bør søkes redusert mest mulig. Om nødvendig kan trafikken føres over annen planovergang som er bedre sikret. Hvis stor trafikk eller andre forhold tilsier det, bør det bygges over- eller undergang. I perioden 1959-1969 er ca 1000 planoverganger sløyfet, og dette viktige arbeid bør fortsatt ha høy prioritet. Hvor vegmyndighet foretar omlegging langs jernbanen bør planene legges opp slik at tidligere overganger på strekningen kan sløyfes.

4.5 Institusjonelle forhold

I forbindelse med godkjenning av reguleringsplaner og planer for nye veganlegg, hvor planene kan føre til større trafikk over eksisterende planovergang, er det meget viktig at planene blir forelagt NSB for en sikkerhetsmessig vurdering. Ikke bare planer som kommer i direkte kontakt med jernbanelinje, men alle planer som baseres på å føre trafikk over eksisterende planovergang bør forelegges NSB til uttalelse. Også planer om endret bruk av områder som ikke inngår i reguleringsplaner, men som gir øket trafikk over en eksisterende planovergang (eks friarealer, campingplasser), bør fremlegges for NSB:

4.6 Utvidede sikringstiltak

Utvalget mener at det ikke er noen grunn til å fremme forslag om nye typer sikringsanordninger eller nye tekniske retningslinjer for sikringsanleggene. Utvalget har således i sitt arbeide i det vesentlige lagt vekt på å vurdere de kjente sikringsanordningers effektivitet i forhold til hverandre. Det vises til tabell 8 på side 15.

4.6.1 Bedring av sikkerheten på offentlige planoverganger

Av tabell 8 fremgår det at den relative fare er minst ved automatiske hel- og halvbommer. Av undersøkelser som er foretatt er det grunn til å tro at man ved anskaffelse av bl a mindre og raskere drivmaskiner vil kunne supplere nåværende automatiske lys- og lydsignaler med halvbommer for ca kr 15 000,- pr planovergang. Automatiske helbommer vil bli betraktelig dyrere. Det foreslås derfor anordnet automatiske halvbommer ved alle offentlige planoverganger som idag er utstyrt med automatiske lys- og lydsignaler, hvis det ikke unntaksvis anses nødvendig med helbommer. Se forøvrig bilag 4 for en beregning av den forventede sikkerhetsmessige gevinst.

4.6.2 Bedring av sikkerheten på private planoverganger med almen ferdsel

De private planoverganger hvor almen ferdsel er tillatt bør behandles som de offentlige planoverganger, hva sikring angår, hvis årsdøgntrafikken er av størrelsesorden 70-100 kgt/døgn. For å kunne finansieres som offentlige overganger må disse veger tas opp i det kommunale vegnett. Hvor trafikken er mindre, vil det neppe være økonomisk forsvarlig å foreta store utbedringsarbeider eller anlegge automatiske sikringstiltak uten i spesielle tilfeller.

4.6.3 Bedring av sikkerheten på andre private planoverganger

For andre private planovergangers vedkommende, hvor det kun er få bruksberettigede kan det ikke gis generelle anbefalinger om sikringstiltak. De brukere som mener at deres planovergang er ufullstendig sikret må ta dette opp med NSB i hvert enkelt tilfelle.

4.6.4 Spesielle sikringssystemer

Spesielle sikringssystemer som avviker fra det internasjonalt godkjente bør ikke anordnes, unntatt i de tilfeller hvor alternativet er ingen sikring. Utvalget er kjent med at NSB etter anmodning fra bruksberettigede i noen tilfelle har kunnet anordne et enkelt varslings-system på fjernstyrte strekninger, i tilfeller der det har vært av vesentlig interesse av hensyn til f eks driving av dyr over planovergang. Systemet bør kunne anordnes i tilfelle annen

utvidet sikring ikke kan komme på tale av økonomiske eller andre grunner når den bruksberettigede selv anmoder om det og er fullt fortrolig med systemet.

4.6.5 Stoppskilt

Utvalgets flertall går imot bruk av stoppskilt ved private planoverganger sikret med grunder. Spørsmålet bør imidlertid tas opp til ny vurdering når erfaringer fra utlandet foreligger. Et av utvalgets medlemmer, direktør Aage Borgen, går inn for at det allerede nå går til det skritt å sette opp stoppskilt ved de overganger sikret med grind hvor siktlengden skulle tilsi det. Det vises ellers til avsnitt 2.1.1.

4.7 Tente frontlys på lokomotiv

Utvalget vil anbefale at NSB's lokomotiver kjører med tent frontlys om dagen. Det vises ellers til punkt 3.2.

4.8 Stigningsforholdene på vegene

Utvalget vil anbefale at vegen søkes utflatet på begge sider av overgangen hvor det er stigning eller fall, hvis dette er økonomisk mulig. Det vises ellers til avsnitt 3.3.

4.9 Finansiering av sikringsanlegg

Bygging av sikringsanlegg samt drift og vedlikehold, bør utføres av NSB. Finansiering av offentlige planoverganger bør skje ved opprettelse av egen konto for NSB.

En oppfølging av utvalgets forslag til økt sikring vil beløpe seg til ca 6 mill kroner.

Fordelt på de forskjellige vegnett blir dette ca 0,3 mill kr på riksvegnettet, ca 2,2 mill kr på fylkesvegnettet og ca 3,5 mill kr på det kommunale vegnett.

Drift og vedlikehold av de offentlige planovergangers sikringsanlegg er etter gjennomføringen av utvalgets forslag anslått å koste ca kr 800 000 pr år.

4.10 Finansiering av planskilte kryss

I forbindelse med utbedring av vegnettet av sikkerhets- og kapasitetsmessige hensyn kan det være aktuelt å bygge planskilte kryss, slik at en eller flere planoverganger kan unngås. I så fall vil NSB spare utgifter til bygging og drift av sikringsanlegg, og det synes derfor rimelig at NSB yter bidrag for å få bygget planskilte kryss. Størrelsen av bidraget bør kunne svare til størrelsen av de utgifter NSB sparer ved nedleggelsen av overganger.

4.11 Finansiering av nye planoverganger

Ved nyanlegg av veger bør ikke vegen krysse jernbane i plan. Unntak kan imidlertid være nødvendig når bygging av planskilt kryssing krever uforholdsmessig store utgifter. I så fall er vegbyggeren ansvarlig for at planovergangen blir sikret på en tilfredsstillende måte.

4.12 Prioritering av utbyggingsarbeider

Ved utbygging av planoverganger vil det ofte bli tale om å prioritere mellom utbygging av forskjellige planoverganger. For å sette opp en prioriteringsrekkefølge som ikke bare er basert på skjønn, vil den prioriteringsmetode som er beskrevet i bilag 2 kunne benyttes.

De tiltak som er foreslått bør søkes gjennomført i løpet av en 3-års periode.

LITTERATURLISTE

1. NSB Driftsuhell 1959-1968
2. Bezkorovainy, G og Holsinger, R "The Use of Stop Signs at Railroad Crossings". Lincoln, Nebr (1966)
3. Sluttrapport Operasjon Prøvefylke
4. Schieldrup Paulsen, H "Lysbruk ved bilkjøring". Utvalg for trafikksikkerhetsforskning, nov 1969
5. Report of the Public Inquiry into the Accident at Hixon Level Crossing. HMSO July 1968
6. Peabody, L E og Dimmick, T B, "Accident Hazards at Grade Crossings". Pub Roads Vol 22 No 6, Aug 1941
7. Contra Costa County (Calif), "Conflicts at Grade Crossings, A Theoretical Analysis".
8. Alan M Voorhees Assc. "Factors Influencing Safety at Highway - Rail Grade Crossings" N C H R P R 50, 1968
9. Reinertsen, J E "Trafikkulykkenes kostnader for året 1965", Utvalg for trafikksikkerhetsforskning, mars 1967
10. Bjørnland, D, "Investeringer i riksveger totalt og fordelt på fylker", TØI-rapport 1969
11. Hansen, S, "Økonomisk vurdering av reisetid", TØI-rapport okt 1969
12. Collins, R O, "Effectiveness of Automatic Crossing Gates in Northern California" Public Utilities Comm. Mar 1965
13. SJ Plankorsningar 1968
14. Rapport fra § 4 utvalgets arbeidsgruppe vedrørende ulykker i niveaoverkjørsler okt 1969.

BILAG 1 SKILTING AV PLANOVERGANGER

Regler for hvordan planoverganger skal skiltes er i dag gitt i Statens Vegvesens vegnormaler del "Trafikkavvikling", kapitel III, avsnitt 2 "Anvendelse" side 10.

"123 Jernbanepanovergang med grind eller bom

124 Jernbanepanovergang uten grind eller bom

Skilt 123 skal brukes for å varsle jernbanepanoverganger med hel- eller halv-bommer eller grinder, som er bevoktet automatisk eller manuelt.

Skilt 124 skal brukes foran jernbanepanoverganger hvor skilt 123 ikke kommer til anvendelse.

Hvor jernbanepanovergangen nås etter avsvingning fra opprinnelig kjøreretning i et vegkryss, kan skiltene 123 og 124 plasseres etter krysset selv om avstanden til overgangen da blir kortere enn den foreskrevne avstand fra fareskilt til farested. En slik løsning bør oftest brukes hvis størstedelen av trafikantene som ville sett skiltet om det sto foran krysset ikke kjører over panovergangen. Ellers kan skiltene 123 og 124 plasseres foran krysset. Underskilt med varselpil (vinkelbøyd pil) skal da brukes (Eksempel U3). Når underskilt med varselpil er anvendt, skal skiltene 125 a, b og c sløyfes.

Hvis en jernbanepanovergang over sidespor, fabrikkspor o l i tettbygd strøk har vakt som varslar trafikantene med flagg eller signallykt om at tog nærmer seg, brukes ikke trafikkskilt. Utenfor tettbygd strøk skiltes en slik overgang som vanlige jernbanepanoverganger.

125 a, b og c. Avstandsskilt

Skiltene gir forvarsel om jernbanepanovergang varslet med skilt 123 eller 124. Skiltet med tre skråstreker (125a) er underskilt for skiltene 123 og 124. Skilt med to skråstreker (125 b) og skilt med en skråstrek (125 c) er satt opp alene på henholdsvis 2/3 og 1/3 av avstanden mellom fareskiltet og panovergangen.

Avstandsskiltene skal brukes hvor det er mulig og hensiktsmessig. Skråstrekene på avstandsskiltet skal peke skrått ned mot kjørebanelen. Skiltene for høyre side gis betegnelsene 125 ah, 125 bh og 125 ch. Skiltene for venstre side får tilsvarende betegnelsene 125 av, 125 bv og 125 cv.

126 Andreaskors

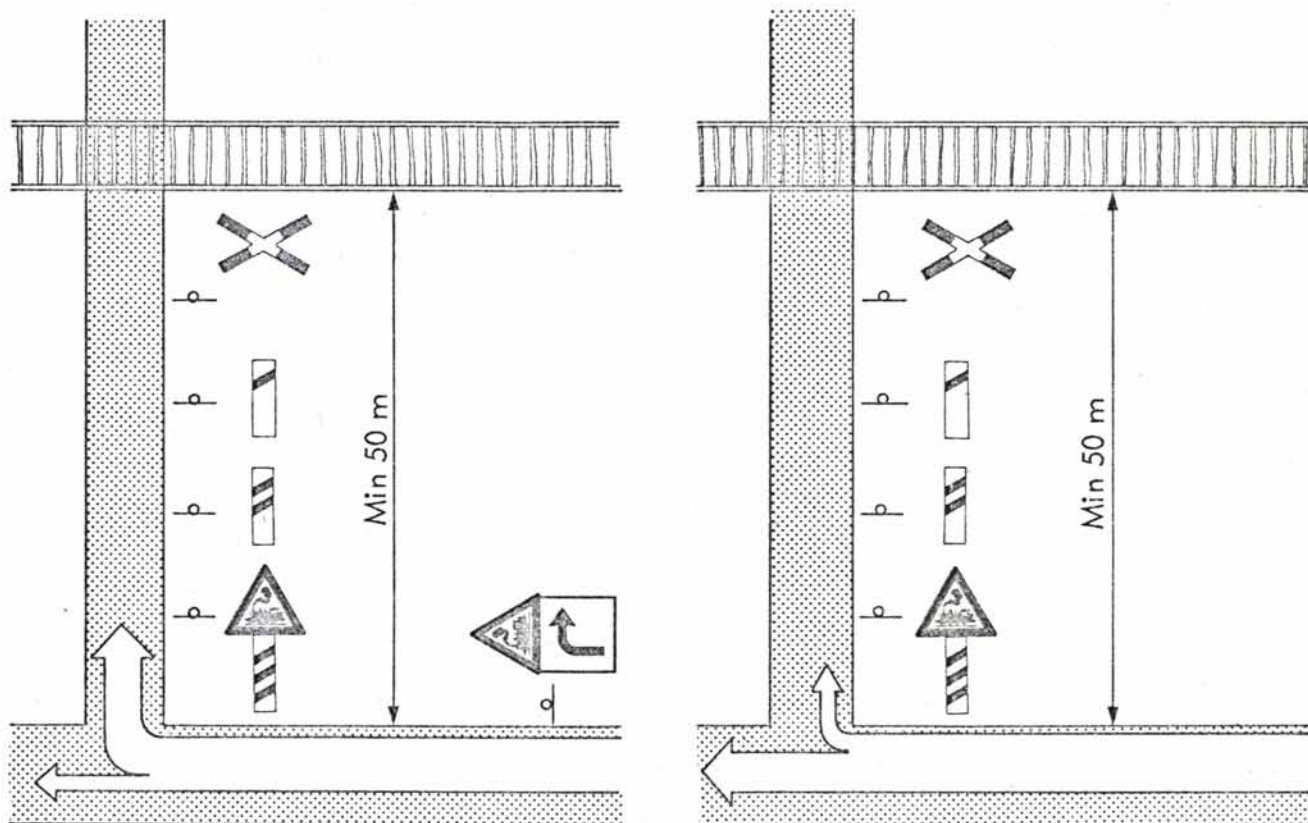
Skiltet varsler jernbaneplanovergang. Korsets under-
armer er fordoblet når jernbanen har to eller flere spor.

Skiltet skal brukes foran alle jernbaneplanoverganger på offentlig veg og
skal stå så nær overgangen som praktisk mulig. Et unntak er nevnt i forbindelse
med skiltene 123 og 124. Skilt 126 kan også brukes på privat veg."

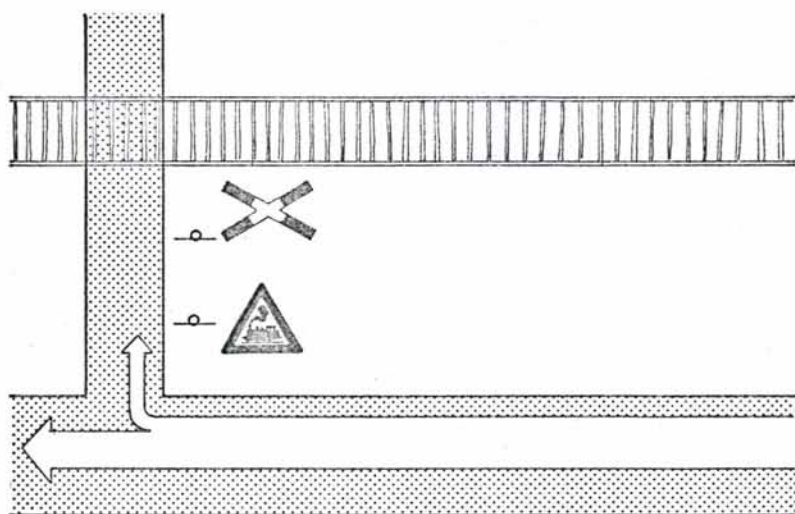
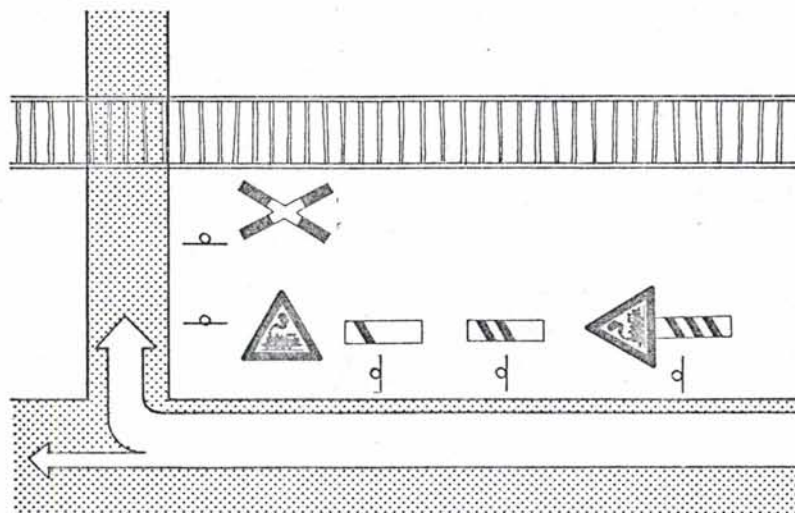
Disse reglene bør suppleres med eksakte bestemmelser om minimumsavstand mellom jern-
bane og parallell veg for når avstandsskiltene (125 a, b og c) kommer til anvendelse.

Det foreslås derfor inntatt i vegnormalene 4 eksempler for hvordan skilting ved jernbaneplan-
overganger bør utføres.

Hvis avstanden fra parallell veg til jernbane er 50 m eller mer, skal avstandsskiltene
(125 a, b og c og 123 eventuelt 124) brukes som vist på figurene. Hvis hoveddelen av
trafikken skal over planovergangen, skal den forvarsles på parallellvegen.



Hvis avstanden mellom parallell veg og jernbane er under 50 m, skal avstandsskiltene sløyfes mellom veg og jernbane, men hvis hoveddelen av trafikken på parallellvegen skal krysse planovergangen plaseres avstandsskiltene langs parallellvegen.



BILAG 2. PRIORITERING AV UTBYGNINGSARBEIDER

2.1 Generelt

Forskningen i Norge og resten av Europa angående sikkerheten ved planoverganger har til i dag hovedsakelig gått ut på å bedre de tekniske bestemmelser, mens USA i flere år også har drevet systematisk forskning for å finne metoder for prioritering av sikringstiltakene. Prioriteringsmetodene er nødvendige for å kunne fordele de midler som er til rådighet for trafiksikkerhetsarbeidet mellom investeringer i bedret sikkerhet på vegnettet og på planoverganger. De brukes også til å fordele midlene mellom de planoverganger som bør sikres bedre på en slik måte at den sikkerhetsmessige effekt blir størst mulig. De viktigste resultater av denne forskning er gjennomgått i det følgende, gruppert i fire hovedgrupper:

1. Utarbeidelse av fare-indekser

Formålet er å finne en formel til beregning av den relative farlighetsgrad ved kryssing av planoverganger med ulike kombinasjoner av variable faktorer, som sikt lengder, stigninger o l. Fare-indeksen kan kun brukes til å angi hvilke av flere planoverganger som har størst faremoment, men gir ikke noe uttrykk for hvor høy ulykkesfrekvens planovergangen har.

2. Utarbeidelse av ulykkesmodeller

Formålet er her å finne en formel som kan forutsi antall ulykker for en kommende tidsperiode, slik at utbedringskostnader og innsparte ulykkeskostnader kan sammenlignes for å se om utbedringen er rentabel.

3. Før- og etterstudier

Formålet med disse studier er å undersøke hvilken effekt en utbedring av planovergangen eller innføring av et annet sikringsanlegg har på ulykkesantallet.

4. Andre studier

Under dette punkt hører økonomiske studier, studier av vegfarendes reaksjoner ved planoverganger, synbarhet av forskjellige skilt og lyssignalkombinasjoner og studier av nødvendig sikt lengde.

2.2 Ulykkesmodeller

Prioriteringsmetodene med fareindeks har den ulempe at kostnadene ikke inngår i modellen. I USA er det derfor også utarbeidet formler for beregning av forventet ulykkestall for de enkelte planoverganger. Ved å sette kostnaden ved utbygging opp mot de innsparte ulykkeskostnader, finnes den planovergang som gir den største avkastning og som derfor bør utbygges først. Det er også av interesse å kunne sammenligne investeringer til å fremme sikkerheten på planoverganger med investeringer for å fremme sikkerheten på vegnettet ellers. I dette regnestykket ville det også være relevant å trekke inn innsparte ventetidskostnader for bil-trafikken, men dette er ikke gjort i de amerikanske formler.

Den første modell ble utarbeidet av Peabody-Dimmick (6) i 1941. Den er basert på 5 års ulykkesdata fra 3563 planoverganger utenfor tettbygde strøk. Bare de planoverganger hvor ulykker hadde forekommet ble brukt i undersøkelsen, og følgende opplysninger om disse planoverganger ble samlet:

1. Sikt lengde langs skinnegangen (målt fra vegen, 100 m foran overgangen)
2. Vegens stigningsforhold på begge sider av overgangen
3. Vegens tverrfall
4. Vegens dekketype
5. Antall spor
6. Vinkel mellom spor og veg
7. Sikringstype
8. Årsdøgntrafikk
 - a Personbiler
 - b Tunge biler
9. Tog-trafikk
 - a Med høy hastighet
 - b Middels hastighet
 - c Stående

10. Antall ulykker
- a Personer drept
 - b Personer skadet
 - c Ulykkesårsaker
11. Spesielle forhold

Etter å ha analysert datamengden ble følgende modell satt opp:

$$U_5 = 1,28 \left(\frac{V_D^{0,170} + T_D^{0,15}}{S^{0,171}} \right) + C$$

hvor

- U_5 = antatte ulykker i en 5-års periode
- V_D = daglig vegtrafikk (kjøretøyer pr dag)
- T_D = er daglig togtrafikk
- S = er sikringskoeffisienten
- C = er en tilleggsparameter

Sikringskoeffisienten kan finnes fra følgende formel:

$$S = \frac{1}{P} \sum \frac{\text{ÅDT} \times T}{100 \times U}$$

hvor

- P = antall planoverganger i gruppen
- ÅDT = årsdøgntrafikk (kjøretøyer pr døgn)
- T = togtrafikk pr døgn
- U = ulykkesantallet for gruppen av planoverganger

Modellen har vist seg å være unøyaktig ved lave trafikkmengder. Dette kan skyldes at bare planoverganger med ulykker er medtatt.

Peabody og Dimmick vurderte også andre faktorer som dårlig sikt o l, men konkluderte med at bilførerene automatisk ville kompensere for disse negative forhold. I en annen undersøkelse foretatt av Contra Costa County i California (7) ble modellen basert på at bilenes ankomster er Poisson-fordelt, og sannsynligheten for at en bil og et tog skal møtes på planovergangen samtidig. Dette synes å være en meget logisk måte å angripe problemet på. Metoden som egentlig går ut på å bestemme fareindeks for planovergangen, er på formen:

$$F_1 = T Z \left(1 - e^{-\frac{\text{ÅDT} \cdot t}{1400 Z}} \right)$$

hvor

- T = Antall tog pr døgn
- Z = Antall kjørefelter
- ÅDT = Årsdøgntrafikk (kjøretøyer pr døgn)
- t = Tid i minutter pr døgn som planovergangen er stengt

Denne modellen legger ikke så mye vekt på biltrafikkens størrelse som de fleste andre formler, fordi de data som ble lagt til grunn viste at ulykkesfrekvensen ikke økte proporsjonalt med biltrafikken.

Etter oppdrag fra American Assosiation of State Highway Afficials og Bureau of Public Roads arbeidet konsulentfirmaet Alan M Voorhees Associates (8) med denne modellen. Det første de gjorde var å prøve å finne hvor ofte en ulykke skjedde når bil og tog kom samtidig til planovergangen. De benyttet ligningen:

$$P = R (K + M)$$

hvor

- P = Sannsynligheten for en ulykke
- R = Risikoen for at en sjåfør ikke er klar over at et tog ankommer (totalt uvitende R = 1, fullt klar over R = 0)
- K = Sannsynligheten for at en bil skal nærme seg planovergangen mens et tog er der.
- M = Sannsynligheten for at et tog skal nærme seg planovergangen mens en bil er der.



Peabody-Dimmick modellen, denne modell for sannsynlighet for at ulykke skal opptre og data fra 7820 planoverganger ble brukt til å komme frem til følgende modeller for å forutsi ulykkesantallet ved planoverganger med ulike former for sikring:

Crossbuck

Crossbucken tilsvarer vårt Andreaskors, men den har hvit farge og ordene "RAILROAD CROSSING" påmalt med sort farge.

$$\text{ÅDT under 500 kjt/døgn} \quad x_1 = 38,90 \times_{10}$$

$$\text{ÅDT over 500 kjt/døgn} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{I tettbebyggelse} \quad x_1 = 30,57 \times_{10} \\ \text{Utenfor tettbebyggelse} \quad x_1 = 30,35 \times_{10} \end{array} \right.$$

Stoppskilt

Det amerikanske stoppskilt er åttekantet, rødt og har ordet "STOP" påmalt med hvite bokstaver.

$$\text{ÅDT under 500 kjt/døgn} \quad x_1 = x_{10} (45,13 + 2,51 x_7 + 13,5 x_6)$$

$$\text{ÅDT over 500 kjt/døgn} \quad x_1 = 11,44 \times_{10}$$

Wig wag

Wig wag'en kan være en plate med rødt lys som begynner å svinge når tog ankommer, eller et rødt lys som svinger med en pendlende bevegelse.

$$x_1 = x_{10} (6,06 + 0,02 x_5 + 0,4 x_7)$$

Blinkende lyssignal

Det amerikanske lyssignal består av to røde lys som blinker avvekslende. Det har ikke hvitt lys for å tilkjenne at overgangen er klar.

I tettbebyggelse $x_1 = 3,23 x_{10}$

Utenfor tettbebyggelse $x_1 = 9,30 x_{10}$

Helbommer

I tettbebyggelse $x_1 = x_{10} (3,23)$

Utenfor tettbebyggelse $x_1 = x_{10} (1,93)$

hvor

x_1 = Ulykker pr år i hundre deler

x_2 = Årsdøgntrafikk (ÅDT)

x_3 = Antall tog pr døgn

x_5 = Vinkel mellom veg og jernbane (stump vinkel i grader)

x_6 = Antall kjørefelter

x_7 = Største stigningsgrad ved planovergangen (i %)

x_{10} = Sannsynligheten for at tog og bil skal ankomme samtidig, som er gitt ved ligningen:

$$x_{10} = x_{13} \left(\frac{1 - e^{-x_2/86400}}{86400} \right)$$

Rapporten er utgitt i 1968, så noe erfaring ved bruk av modeller har ingen fått. Oppbyggingen av modellen synes imidlertid logisk og den er blitt omarbeidet slik at den skulle passe til den ulykkesituasjon som har vært i Norge de siste 10 år.

2.3 Prioriteringsmetoden

For å oppnå en mest mulig effektiv utnyttelse av de disponible midler, bør utbedring av planovergangene baseres på en objektiv vurdering og ikke på skjønn. Det er for å finne en objektiv vurderingsmetode at den amerikanske litteratur er gjennomgått.

Den prioriteringsmetode som er valgt er utarbeidet av konsulentfirmaet Alan M Voorhees Associates (8). Den er omarbeidet til norske forhold med de data NSB sitter inne med, og da datamengden er meget begrenset har metoden flere svakheter fordi det er stor spredning i de konstantverdier metoden opererer med. De norske konstantverdier viser imidlertid ganske god overensstemmelse med de amerikanske. Selv om ikke metoden er fullkommen i dag vil den med fordel kunne benyttes og etter som mer data foreligger vil den stadig kunne justeres.

Selve prioriteringsmetoden består av 3 ledd:

1. En metode til å forutsi antall ulykker i en kommende tidsperiode
2. På grunnlag av dette tall bestemmes planovergangens ulykkeskostnader
3. Foreta prioritering av flere alternativer til utbedring

2.3.1 Beregning av antall ulykker

For å kunne foreta en beregning av det forventede antall ulykker på en planovergang med den amerikanske metode, som er beskrevet i punkt 2.2, er det nødvendig å kjenne døgntrafikken av kjøretøyer og tog. Metoden vil da bli på formen:

$$U = EAB$$

der

- U = Antatt antall ulykker pr år
- E = Faktor avhengig av sikringstype
- A = Døgntrafikk av tog
- B = Faktor som angir døgntrafikk av kjøretøyer

På grunnlag av data fra NSB om ulykker i de siste 10 år er E regnet ut fra de forskjellige sikringstiltak. Tabell 11 viser E-verdier for de forskjellige sikringstiltak:

Tabell 11: E-verdier

Sikringstype	E
Grinder	7,30
Lys- og lydsignal	4,60
Halvbom	0,55
Helbom	0,20

For A brukes rutegående døgntrafikk av tog. For å kunne ta ekstratog og skiftninger i betraktning multipliseres tallet med 1,5 hvis planovergangen ligger innenfor stasjonsområde og 1,25 hvis den ligger utenfor stasjonsområde.

Da det er vist at ikke ulykkestallet øker proporsjonalt med vegtrafikken og at kjøretøyenes ankomster til planoverganger er tilnærmet Poisson-fordelt, vil B bli gitt som en eksponential funksjon av vegtrafikken på formen:

$$B = \left(\frac{1 - e^{-\frac{\text{ÅDT}}{86\,400}}}{86,4} \right)$$

Tabell 12: Forholdet mellom B og årsdøgntrafikken

Årsdøgntrafikk	B	Årsdøgntrafikk	B
50	0,000067	1 000	0,0013
100	0,000140	2 000	0,0027
200	0,000270	3 000	0,0040
300	0,000410	4 000	0,0052
400	0,000530	5 000	0,0065
500	0,000670	6 000	0,0078,
600	0,000800	7 000	0,0090
700	0,000940	8 000	0,0103
800	0,001070	9 000	0,0115
900	0,001200	10 000	0,0127

2.3.2 Ulykkeskostnader

Metoden forutsetter kjennskap til ulykkeskostnadene. En beregning er her foretatt av Utvalg for trafikksikkerhetsforskning (9) for året 1965. Fremskrevet til 1970 skulle ulykkeskostnadene kunne fastsettes til:

Dødsulykke	kr 600 000,-
Skadet person	kr 20 000,-
Materiell skade	kr 3 000,-

I disse tall er ikke medtatt NSB's kostnader ved ulykkene. De materielle skader på NSB's utstyr er ikke medtatt fordi de synes å være meget små, og tidsforsinkelser pga ulykker er ikke medtatt, fordi oppgaver over hvilke kostnader som påløper NSB ikke foreligger. På bakgrunn av forholdet mellom ulykker, drepte og skadede i siste 10 års-periode kan det antas at en ulykke vil medføre 0,30 dødsfall og 0,20 skadede personer.

2.4 Prioritering av utbyggingsarbeider

Skal det foretas en enkel beregning av hvilken av flere forskjellige sikringsformer som bør brukes ved en spesiell planovergang, kan nåverdi-kriteriet benyttes. Det betyr at den utbygging som gir samfunnet den laveste totale kostnaden prioriteres først. Denne kostnad beregnes etter følgende formel:

$$N_i = A_i + (V_i + U_i) \left(\sum_{t=1}^T (1+r)^{-t} \right)$$

der

- N_i = Nåverdi for alternativ j
- A_i = Anleggskostnad for alternativ j
- V_i = Årlig vedlikeholdskostnad for alternativ j
- U_i = Årlig ulykkeskostnad for alternativ j
- T = Tidshorisont
- r = Diskonteringsrente

Ved å velge en tidshorisont på 20 år og en diskonteringsrente på 10 % som i Norsk Vegplan, vil $\sum_{t=1}^{20} (1+0,1)^{-t}$ bli tilnærmet lik 8,6. I det tilfelle det her er snakk om, er ikke størrelsen det viktigste, men at de samme verdier benyttes hele tiden. Utrykket for N_i vil derfor reduseres til:

$$N_i = A_i + 8,6 (V_i + U_i)$$

Hvis ventetidskostnader ønskes medtatt, vil dette komme inn i parentesen således:

$$N_i = A_i + 8,6 (V_i + U_i + T_i)$$

hvor

- T_i = Årlige ventetidskostnader for alternativ j

Når alternativet er planskilt krysning, blir $T_i = 0$. Hvis årsdøgntrafikken er lavere enn ca 5000 kjt/døgn, behøver ikke ventetider medtas fordi de vil utgjøre et lite årlig beløp.

På denne måten vil det alternativ som gir den laveste nåverdi bli prioritert først. Et eksempel på hvorledes prioriteringsmetoden benyttes er vist i neste punkt.

Eksempel

Det skal undersøkes hvordan en privat planovergang hvor trafikken er ca 200 kjt pr døgn og 44 tog pr døgn bør være sikret. I dag er planovergangen sikret med grinder.

Mulige utbedringsalternativer er lys- og lydsignaler, halvbommer og helbommer.

Ulykker (grinder)	=	$7,30 \times 55 \times 0,00027$	=	0,109 ulykker/år
Ulykker (lys- og lyd)	=	$4,60 \times 55 \times 0,00027$	=	0,068 ulykker/år
Ulykker (halvbommer)	=	$0,55 \times 55 \times 0,00027$	=	0,008 ulykker/år
Ulykker (helbommer)	=	$0,20 \times 55 \times 0,00027$	=	0,003 ulykker/år

Nåverdi

a	N_{grinder}	=	$0 + (0 + 20400) 8,6$	=	175 500 kr
b	$N_{\text{lys og lyd}}$	=	$45000 + (2300 + 12700) 8,6$	=	174 000 kr
c	N_{halvbom}	=	$60000 + (2300 + 1500) 8,6$	=	92 600 kr
d	N_{helbom}	=	$80000 + (2300 + 560) 8,6$	=	104 600 kr

Halvbomanlegg bør installeres hvis planovergangen skal utbedres.

2.5 Testing av prioriteringsmetodikken

Er det derimot snakk om å fordele et visst beløp mellom utbygging av forskjellige planoverganger, og samtidig velge mellom forskjellige utbyggingsalternativer på hvert sted, kan dette gjøres ved å betrakte den marginale investeringseffekt. Metoden går altså ut på å finne frem til de varianter av investeringstiltak som gir størst utbytte pr investert krone og å stille opp en prioritetsrekke på dette grunnlag. Selve metoden er skissert av Den Internasjonale Jernbaneunion (UIC) i Doc 13-1 av 1/4 1965, og anbefales anvendt av jernbaneforvaltningene. For å vise hvordan metoden virker skal det foretas en prioritering av utbyggingen av 7 planoverganger. Arbeidet foregår i følgende faser:

- a. Beregne kapitalbehov og utbytte for alle varianter.
- b. For hver planovergang ordnes variantene etter stigende kapitalbehov.
- c. Alle varianter som ikke gir større utbytte enn den foregående elimineres.
- d. Den marginale investeringseffekt beregnes.

$$E_{i,j} = \frac{U_{i,j} - U_{(i,j-1)}}{I_{i,j} - I_{(i,j-1)}}$$

hvor

E	=	Marginal investeringseffekt
U	=	Neddiskontert utbytte
I	=	Investeringsmengde
i	=	Planovergangens nummer
j	=	Sikringsvariantens nummer

- e. De varianter som har en lavere marginal investeringseffekt enn de nærmeste etterfølgende på listen, elimineres.
- f. De foregående punkter gjentas til det er igjen en liste bestående av varianter med en synkende marginal investeringseffekt.

- g. Alle disse varianter ordnes i en rekke etter synkende marginal investeringseffekt. For den første variant på hver planovergang tas det totale kapitalbehov med mens bare ekstra kapitalbehov tas med for etterfølgende varianter.
- h. Dersom det er ønskelig kan den kapitalmengde som er til rådighet sammenlignes med de kumulerte summer av kapitalbehov på prioritetslisten. For den variant hvor kapitalbehovet overstiger ressursene settes strek. Alle investeringstiltak som er med på listen over streken skal komme til utførelse og den variant skal anvendes som er nevnt sist for vedkommende tiltak på denne del av listen.

For prioriteringen tenkes brukt følgende anleggskostnader:

Lys- og lydsignalanlegg	kr	45 000
Halvbom (hvor det før var lys- og lyd)	"	15 000
Helbom (hvor det før var lys- og lyd)	"	50 000
Halvbom + lys og lyd	"	60 000
Helbom + lys og lyd	"	80 000
Planskilt (kun eksempel)	"	200 000

Drifts- og vedlikeholdskostnadene pr år for de forskjellige automatiske anlegg er i gjennomsnitt kr 2 300.

- A. Holmestrand $\text{ÅDT}_{1970} = 7000 \text{ kjt/døgn}$. Antall tog = 31.
Utstyrt med helbomanlegg, mulig forbedring planskilt kryssing.
Antatte ulykker pr år med helbomanlegg = $0,2 \times 46,5 \times 0,009 = 0,084$ ulykker/år
Ulykkeskostnader pr år = $0,084 \times 187\,000 = 15\,690$ kr pr år
Ventetidskostnader pr år = kr 7020
Kostnad (ingen utbedring) = $(15690 + 7020 + 2300) \times 8,6 = \text{kr } 215\,000$
Kostnad planskilt = kr 200 000
1. Utbygges til planskilt
Kapitalbehov = kr 200 000
Utbytte = kr 15 000

B. Askim ÅDT₁₉₇₀ = 4000 kjt/døgn. Antall tog = 21.

Utstyrt med helbomanlegg, mulig forbedring planskilt kryssing.

Antatte ulykker pr år med helbomanlegg = $0,2 \times 31,5 \times 0,005 = 0,033$ ulykker/år.

Ulykkeskostnader pr år = $0,033 \times 187\ 000 = 6170$ kr/år

Ventetidskostnader pr år = kr 2000.

1. Utbygges til planskilt

Kapitalbehov = kr 200 000

Utbytte = ÷ kr 110 000

C. Eina (kommunal veg) ÅDT ca 200. Antall tog 26.

Utstyrt med helbomanlegg, mulig forbedring planskilt kryssing.

Antatte ulykker pr år med helbomanlegg = $0,2 \times 0,00027 = 0,002$ ulykker/år

Ulykkeskostnader = $0,002 \times 187\ 000 = 190$ kr/år

Ubetydelige ventetidskostnader

1. Utbygges til planskilt

Kapitalbehov = kr 200 000

Utbytte = ÷ kr 179 000

D. Rånåsfoss (fylkesveg) ÅDT ca 300 kjt/døgn. Antall tog = 46.

Utstyrt med lys- og lydsignaler. Mulige utbedringsalternativer er halvmanlegg, helbomanlegg og planskilt.

Ulykker (lys- og lyd) = $4,6 \times 46 \times 0,0004 = 0,085$ ulykker/år

Ulykker (halvbom) = $0,55 \times 46 \times 0,0004 = 0,010$ ulykker/år

Ulykker (helbom) = $0,20 \times 46 \times 0,0004 = 0,004$ ulykker/år

Kostnad (ingen utbedring) = $(0,085 \times 187000 + 2300) \times 8,6 =$ kr 157 000

Kostnad (halvbom) = $15000 + (0,010 \times 187000 + 2300) \times 8,6 =$ kr 51 000

Kostnad (helbom) = $50000 + (0,004 \times 187000 + 2300) \times 8,6 =$ kr 71 000

Kostnad (planskilt) = kr 200 000

1. Utbygging med halvbommer

Kostnader = kr 15 000

Utbytte = kr 106 000

2. Utbygging med helbommer

Kostnader = kr 50 000

Utbytte = kr 86 000

3. Utbygging til planskilt

Kostnader = kr 200 000

Utbytte = ÷ kr 43 000

E. Feste (kommunal veg) ÅDT ca 300. Antall tog = 44.

Utstyrt med lys- og lydsignalanlegg.

Mulige utbedringsalternativer er halvbom- og helbomanlegg.

Ulykker (lys- og lyd) = $4,6 \times 55 \times 0,0004$ = 0,101 ulykker/år

Ulykker (halvbom) = $0,55 \times 55 \times 0,0004$ = 0,012 ulykker/år

Ulykker (helbom) = $0,20 \times 55 \times 0,0004$ = 0,0044 ulykker/år

1. Utbygging med halvbommer

Kostnader = kr 15 000

Utbytte = kr 128 000

2. Utbygging med helbommer

Kostnader = kr 50 000

Utbytte = kr 114 000

3. Utbygging til planskilt

Kostnader = kr 200 000

Utbytte = ÷ kr 18 000

F. Disenå (privat veg) ÅDT ca 100. Antall tog = 33.

Utstyrt med grinder. Mulige utbyggingsalternativer er lys- og lydsignaler, halvbommer og helbommer.

Ulykker (grinder)	=	$7,30 \times 41 \times 0,00014$	=	0,042 ulykker/år
Ulykker (lys- og lyd)	=	$4,60 \times 41 \times 0,00014$	=	0,026 ulykker/år
Ulykker (halvbommer)	=	$0,55 \times 41 \times 0,00014$	=	0,003 ulykker/år
Ulykker (helbommer)	=	$0,20 \times 41 \times 0,00014$	=	0,001 ulykker/år

1. Utbygging med lys- og lydsignaler

Kostnader = kr 45 000

Utbytte = ÷ kr 39 000

2. Utbygging med halvbom

Kostnader = kr 60 000

Utbytte = ÷ kr 16 000

3. Utbygging med helbom

Kostnader = kr 80 000

Utbytte = kr 33 000

Drifts- og vedlikeholdskostnader for grind er antatt å være ubetydelige.

G. Nes (privat veg) ÅDT ca 200 kjt. Antall tog = 44. Utstyrt med grinder.

Mulige utbedringsalternativer er lys- og lydsignaler, halvbommer og helbommer.

Ulykker (grinder)	=	$7,30 \times 55 \times 0,00027$	=	0,109 ulykker/år
Ulykker (lys- og lyd)	=	$4,60 \times 55 \times 0,00027$	=	0,068 ulykker/år
Ulykker (halvbommer)	=	$0,55 \times 55 \times 0,00027$	=	0,008 ulykker/år
Ulykker (helbommer)	=	$0,20 \times 55 \times 0,00027$	=	0,003 ulykker/år

1. Utbygging med lys- og lydsignaler

Kostnader = kr 45 000

Utbytte = kr 1 000

2. Utbygging med halvbommer

Kostnader = kr 60 000

Utbytte = kr 82 000

3. Utbygging med helbommer

Kostnader = kr 80 000

Utbytte = kr 71 000

Tabell 13: Oppstilling av utbyggingsalternativer

Planovergang	Anleggstype	Kapitalbehov i 1000 kr	Neddiskontert utbytte i 1000 kr
A	1	200	15
B	1	200	- 110
C	1	200	- 179
D	1	15	106
	2	50	86
	3	200	- 43
E	1	15	128
	2	50	114
	3	200	- 18
F	1	45	- 39
	2	60	- 16
	3	80	- 33
G	1	45	1
	2	60	82
	3	80	71

De to første punkter i løsningsrutinen er hermed gjennomført. Sikringsalternativer som gir negativt utbytte kan uten videre sløyfes (B1, C1, D3, E3, F1, F2 og F3).

Tabell 14: Marginal investeringseffekt

Planovergang	Anleggstype	Kapitalbehov	Neddisk. utbytte	Marg. inv. eff
A	1	200	15	0,075
D	1	15	106	7,070
	2	50	86	- 0,571
E	1	15	128	8,525
	2	50	114	- 0,400
G	1	45	1	0,022
	2	60	82	5,400
	3	80	71	- 0,550

Ifølge punkt e i løsningsrutinen kan alternativ G1 sløyfes. Dessuten kan forbedringer av sikringen som gir negativ marginal investeringseffekt sløyfes.

Tabell 15: En revidert liste med justerte investeringseffekt-verdier lages

Planovergang	Sikr. anl	Kap. beh.	Neddisk. utsl.	Inst. marg. inv. eff
A	1	200	15	0,075
D	1	15	106	7,070
E	1	15	128	8,525
G	2	60	82	1,370

På grunnlag av denne tabell kan den endelige prioriteringsrekkefølge settes opp.

Tabell 16: Prioriteringsliste

Overgang og anlegg	Marg. inv eff	Marg kap beh	Marg utbytte	Kum kapbeh	Kum utbytte
E1	8,525	15	128	15	128
D1	7,070	15	106	30	234
G2	1,370	60	82	90	316
A1	0,075	200	15	290	331

Står det kr 100 000 til rådighet for utbygging av planoverganger benyttes disse pengene på alternativene E1, D1 og G2. Står det derimot kr 300 000 til rådighet bygges alle fire planovergangene ut.

Den utregning som her er foretatt må kun sees på som et eksempel, fordi det er gjort visse antagelser hva gjelder kostnad for bygging av en planskilt kryssing og for vedlikehold av grunder. Utvalget av planoverganger i eksemplet er helt vilkårlig, og vil neppe by på noen interessant sammenligning i det praktiske liv. Når det gjelder de kostnader som brukes på ulykker vil disse komme meget sterkt inn i prioriteringen. Høyere kostnader ville ført til flere alternativer å prioritere mellom.

En konklusjon kan imidlertid trekkes fra eksemplet og det er at sikring med halvbommer er en god investering. Det er også interessant å legge merke til at planovergangene B, C og F ikke kom med på prioriteringslisten. Innsparte ulykkes- og kjørekostnader gir for lite utbytte og andre kriterier må legges til grunn hvis planovergangene skal utbygges videre (f eks trafikkavviklingskvaliteten).

BILAG 3. KJØREKOSTNADER

3.1 Innledning

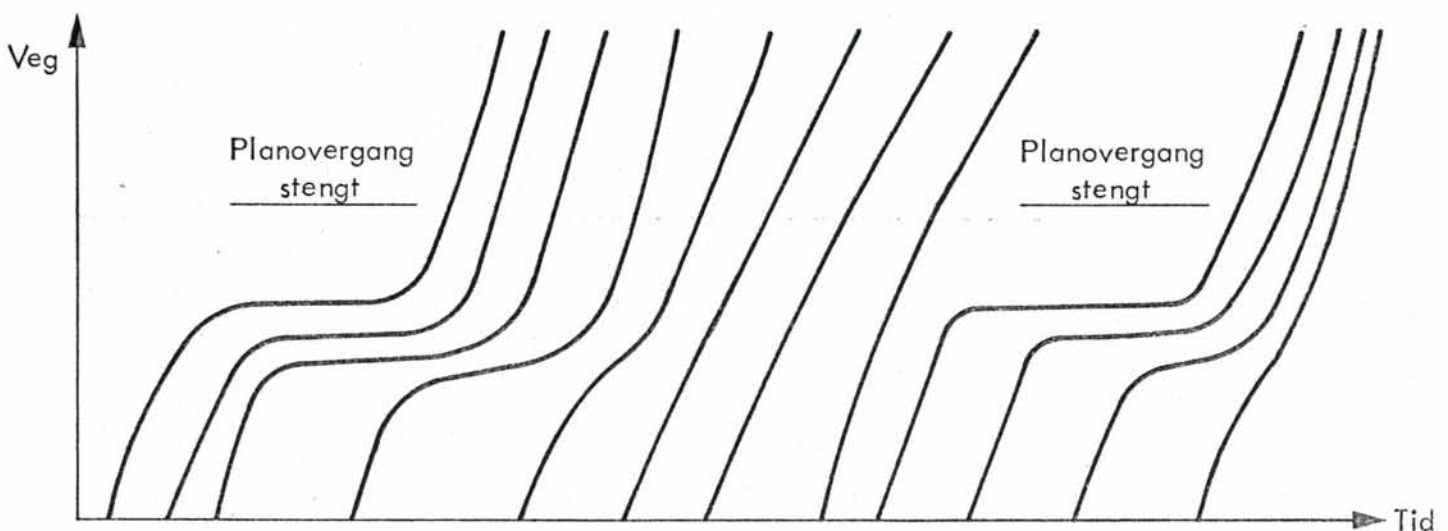
Når det skal vurderes hvordan en planovergang bør sikres er det tre kostnader som spiller inn, ulykkeskostnader som spares, anleggs- og vedlikeholdskostnader for sikringstiltaket og de kjørekostnader som påløper trafikantene. Den siste kostnadspost er kun av interesse når det gjelder å vurdere om planskilt kryss bør bygges.

Når det gjelder kjørekostnader er her bare tidskostnader vurdert, fordi de ekstra kostnader ved nedbremsing og akselerasjon og gummislitasje ol er små i forhold til tidskostnadene. Som eksempel kan nevnes at nedbremsing fra 50 km/t til 0 og akselerasjon opp til 50 km/t igjen gir en ekstra kostnad på 0,02 liter brennstoff/kjørt km. Gummislitasjen utgjør en enda lavere økonomisk belastning.

Før tidskostnadene kan bestemmes må pris på ventetid og ventetidens størrelse bestemmes.

3.2 Ventetid

For å vise hvordan trafikken blir betjent ved en planovergang som er sikret med lys- og lydsignal eller bommer er nedenstående figur tegnet. Strekene på figuren representerer kjøretøy, og de horisontale linjer forteller når planovergangen er stengt.



Problemet med å finne den samlede ventetid pr togankomst består i å få et uttrykk for bilenes ankomstfordeling, og betjeningsforhold etter at toget er passert.

Det er bevist at Poisson-fordelingen gir en god beskrivelse av hvordan kjøretøyer ankommer til et punkt på vegen, for trafikkmengder under 500 kjt/t. Det er derfor antatt at kjøretøyenes ankomster til en planovergang kan beskrives ved denne fordeling, og et uttrykk for ventetider på årsbasis for den enkelte planovergang er utledet. Den gjennomsnittlige ventetid pr togankomst kan uttrykkes ved:

$$\text{Ventetid} = \frac{t_s^2 \cdot a}{2} + \frac{(t_s \cdot a)^2}{2 \cdot (0,4 - a)}$$

hvor

a = Gjennomsnittlig ankomstintervall

t_s = Tidslengde planovergangen er stengt (i sekunder)

Den samlede ventetid kan deles i to deler, ventetiden for de biler som ankommer mens planovergangen er stengt, og ventetid som oppstår under betjening av kø og for de kjøretøyer som ankommer mens køen betjenes. En forenkling som er gjort er å bruke en gjennomsnittlig betjeningstid på 2,5 sekunder pr bil i kø. Dette er et gjennomsnittstall som er basert på norske og utenlandske forskningsresultater. Derav fås samlede ventetider for dag og natt:

$$\text{Ventetid dag} = T_D \left(\frac{t_s^2 a_D}{2} + \frac{(t_s \cdot a_D)^2}{2(0,4 - a_D)} \right)$$

$$\text{Ventetid natt} = T_N \left(\frac{t_s^2 a_N}{2} + \frac{(t_s \cdot a_N)^2}{2(0,4 - a_N)} \right)$$

hvor

T = Døgnetrafikk av tog, N og D refererer seg til dag (kl 0600 - 1800)
og natt (kl 1800 - 0600).



To eksempler viser hvordan formlene brukes:

Eksempel 1.

Kryss mellom veg og jernbane på stasjonsområde. Bommen er gjennomsnittlig lukket 40 sekunder pr tog. Vegens årsdøgntrafikk er 10 000 kjt/døgn, og det kommer 15 rute-gående tog om natten og 15 om dagen. Innsatt i formelen gir dette følgende samlet ventetid pr år: 839 timer.

Eksempel 2.

Utenfor stasjonsområde. Bomm nede 40 sekunder. ÅDT = 1 000 kjt/døgn. Rutegående tog er 10 om dagen og 5 om natten. Dette gir for samlet årlig ventetid 23,2 timer.

En forenkling er her gjort ved å anta at toget alltid bruker 40 sekunder på å passere. En mer nøyaktig regning kan utføres ved å bestemme t_s for hvert tog eller som en gjennomsnitt for alle tog i løpet av et døgn.

3.3 Ventetidskostnader

De priser på tid som her er tenkt benyttet er tatt fra Norsk Vegplan og to andre referanser (10, 11). Følgende priser oppskrevet til 1970 verdier vil bli benyttet:

Personbil	7,25 kr/t
Buss med 15 pass	64,15 kr/t
Tung bil	25,00 kr/t

Dette utgjør for eksempel 1 følgende kostnader:

Av årsdøgntrafikken var 80 % personbiler, 5 % busser og 15 % lastebiler.

Samlet timepris = $0,80 \times 7,25 + 0,05 \times 64,15 + 0,15 \times 25 = 5,80 + 3,20 + 3,75 = 12,75$ kr/t.

Årlig kostnad = $839 \times 12,75 = \underline{10\,700}$ kr/år.

BILAG 4: ØKONOMISK SIKKERHETSGEVINST VED Å SUPPLERE LYS- OG LYDSIGNALER MED HALVBOMMER

Som før nevnt fantes det 176 offentlige planoverganger som var sikret med lys- og lyd-signaler. I årene 1959-1969 fant det sted 62 ulykker på disse planoverganger. Hvis alle planovergangene i tillegg til lys- og lydsignaler hadde vært sikret med halvboanlegg ville det ha skjedd langt færre ulykker her, amerikanske undersøkelser viser at ulykkestallet reduseres med ca 60 % ved installering av halvboanlegg.

På de steder hvor det i dag er lys- og lydsignaler vil halvboanlegg kunne installeres for ca kr 15 000,- pr anlegg. Sikring av alle våre offentlige planoverganger som i dag har lys- og lydsignaler ville dermed koste:

$$15\ 000 \times 176 = \underline{\underline{2,64\ \text{mill kr}}}$$

På grunnlag av de utregnede ulykkeskostnader kan det fastslås at en planovergangsulykke koster samfunnet 187 000 kr heri er ikke iberegnet noen av NSB's kostnader ved ulykkene. Da ulykkesantallet synes å være mer eller mindre konstant vil ulykkesantallet for de neste 10 år kunne reduseres med ca 60 %, dette utgjør i kostnader:

$$62 \times 0,6 \times 187\ 000 = \underline{\underline{6,120\ \text{mill kr}}}$$

JERNBANEVERKET
BIBLIOTEKET



10TU00636