



Statens vegvesen

Trafikksignalanlegg

Planlegging, drift og vedlikehold

VEILEDNING

Håndbok 142



Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok nivå 2 i Statens vegvesens håndbokserie. Det er Vegdirektoratet som har hovedansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Ansvar for grafisk tilrettelegging og produksjon har Grafisk senter i Statens vegvesen.

Denne håndboka finnes også på www.vegvesen.no

Vegvesenets håndbøker utgis på 2 nivåer:

Nivå 1 - Gul farge på omslaget - omfatter forskrifter, normaler og retningslinjer godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

Nivå 2 - Blå farge på omslaget - omfatter veiledninger, lærebøker og vegdata godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

Trafikksignalanlegg. Planlegging, drift og vedlikehold

Nr. 142 i Vegvesenets håndbokserie

Opplag: 500

Trykk:

ISBN 978-82-7207-608-4

Kopiering og gjengivelse av innholdet av håndboka skal kun skje etter avtale med utgiver.

Håndboken omfatter planlegging, drift og vedlikehold av:

- Ordinære signalanlegg for vegkryss og gangfelt
- Permanente skyttelanlegg
- Rampekontrollanlegg
- Rød stoppblink
- Gult blinksignal

Revidert Håndbok 142 er basert på tidligere **Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg"**, **Håndbok 142 "Trafikksignalanlegg – Drift og vedlikehold"** og **Håndbok 057 "Register lyssignalanlegg"**.

Tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming av signalanlegg er gitt i **Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg"**.

Håndbok 057 vil utgå og stoffet er innarbeidet dels i Håndbok 048 og dels i ny 142. Under revisjonen av Håndbok 048 er en del "planleggingsråd" fra den forrige utgaven flyttet til den nye utgaven av Håndbok 142.

På grunn av kontinuerlig arbeid med å oppgradere og ajourholde Statens vegvesens håndbøker vil den gjeldende versjonen av denne håndboken være den som ligger tilgjengelig på Vegvesenets nettsider (vegvesen.no). Ved bruk av trykte utgaver bør derfor utgivelsesdato kontrolleres.

Statens vegvesen Vegdirektoratet, desember 2007



Ole Chr. Torpp
Trafikkdirktør
Veg- og trafikkavdelingen

Innhold

1	Innledning	5
2	Planlegging av kryss og gangfelt	7
2.1	Prosess	7
2.2	Utforming og virkemåte for signalregulert kryss	8
2.2.1	Faseplan	8
2.2.2	Geometri	13
2.2.3	Signalgruppenummerering	16
2.2.4	Styringsmetode	17
2.2.5	Tidssetting	23
2.3	Utforming og virkemåte for signalregulerte gangfelt	27
2.3.1	Geometri	27
2.3.2	Styringsmetode/tidssetting	29
2.3.3	PUFFIN – utforming og virkemåte	31
2.4	Kollektivprioritering	35
2.4.1	Innledning	35
2.4.2	Viktig med fysisk tilrettelegging	35
2.4.3	Signalanleggets styringsform har betydning	39
2.4.4	Passiv signalprioritering	39
2.4.5	Aktiv signalprioritering	40
2.5	Dimensjonerende trafikk og beregningsmetoder	47
2.5.1	Dimensjonerende trafikk	47
2.5.2	Beregningsmetode avviklingsforhold	47
2.5.3	Forenklet beregningsmetode avviklingsforhold	48
2.5.4	Forenklet metode for beregning av omløpstid og grønntidsfordeling	49
2.5.5	Beregningseksempel Capcal	52
2.5.6	Beregningseksempel Sidra Intersection	57
2.6	Elektrotekniske retningslinjer	59
2.7	Kostnader	60
2.8	Elementer i signalanlegg	60
2.8.1	Rørtraseer, kanaler, kummer og fundament	60
2.8.2	Kabler	65
2.8.3	Detektorer	69
2.8.4	Styreskap/styreapparat	83
2.8.5	Stolper	84
2.8.6	Trykknapper og akustiske signaler	88
2.8.7	Lyshoder	91

2.9	Dokumentasjon	93
2.9.1	Generelt	93
2.9.2	Prosessbeskrivelse	93
2.9.3	M-tegninger	94
2.9.4	Planer for tidssetting (SK-skjema)	94
2.9.5	Som utført-tegning/innmålinger	95
3.	Planlegging av andre typer signalanlegg	97
3.1	Skyttelsignalanlegg	97
3.1.1	Generelt	97
3.1.2	Virkemåte	97
3.1.3	Tidssetting	100
3.1.4	Kryss på strekningen	102
3.2	Rampekontrollanlegg	103
3.2.1	Generelt	103
3.2.2	Virkemåte	104
3.2.3	Tidssetting	105
3.3	Rødt stoppblinksignal	106
3.3.1	Generelt	106
3.3.2	Virkemåte	106
3.4	Gult blinksignal	106
3.4.1	Generelt	106
3.4.2	Sammen med offentlig trafikkskilt	107
3.4.3	Som ledelys	107
3.4.4	Som oppmerksomhetssignal i kjørebanelen	107
4.	Drift og vedlikehold	111
4.1	Administrasjon/bemanning	111
4.1.1	Egen drift	111
4.1.2	Bruk av ekstern bistand	112
4.2	Arkiveringsrutiner	113
4.2.1	Generelt	113
4.2.2	Signalregister	113
4.2.3	Overordnet kabelregister	116
4.2.4	Sambandsregister	116
4.3	Oppstart/innkjøring	117
4.3.1	Funksjonskontroll (FAT)	117
4.3.2	Elektroinstallasjon (SAT)	118
4.3.3	Koplingskontroll (SAT)	118

4.3.4	Verifikasjon/dokumentasjon	118
4.3.5	Oppstart	119
4.3.6	Innkjøringsperiode	119
4.4	Trafikkteknisk vedlikehold	120
4.4.1	Generelt	120
4.4.2	Samfunnsøkonomi	121
4.4.3	Trafikksikkerhet	124
4.4.4	Trafikkavvikling	127
4.5	Signalteknisk vedlikehold	130
4.5.1	Generelt	130
4.5.2	Teknisk vedlikehold	131
4.5.3	Hyppighet på teknisk vedlikehold	138
4.5.4	Feilretting	139
4.6	Overvåkning	141
4.6.1	Generelt	141
4.6.2	Manuell overvåkning	142
4.6.3	Automatisk overvåkning	142
4.6.4	Feilmeldinger fra andre/vegtrafikksentral (VTS)	144
5	Definisjoner	145
	VEDLEGG A	
	Standardtegninger	153
	Vedlegg B	
	Plan for tidsetting (SK-skjema)	173
	Vedlegg C	
	Sjekkliste for oppstart av nye signalanlegg	187
	Vedlegg D	
	Sjekkliste for trafikkteknisk vedlikehold	189
	Vedlegg E	
	Sjekkliste for teknisk vedlikehold	193
	Vedlegg F	
	Eksempel på M-tegning med tegnforklaring	197
	Vedlegg G	
	Registreringer	201

1 Innledning

Signalanlegg er nødvendig i en del kryss hvor hensynet til trafiksikkerhet og avviklingsforhold, ikke kan løses med andre krysstyper. Et signalanlegg krever ofte større ressurser til drift og vedlikehold enn andre krysstyper, det er derfor viktig å avsette tilstrekkelige midler til drift og vedlikehold av signalanlegg. Signalanlegg er også nødvendig på enkelte strekninger i form av skyttelsignalanlegg og rampekontroller, for å ivareta trafiksikkerhet og avviklingsforhold. Rødt stoppblink og gult blinksignal benyttes i spesielle situasjoner av hensyn til trafiksikkerhet.

Trafiksikkerhet / 0-visjonen

Hovedfokuset på arbeid med signalanlegg skal være trafiksikkerhet. Dette skal det tas hensyn til både i planleggingsfasen og i driftsfasen. I byområder med mange fotgjengere, syklistere og kjørende, vil fotgjengerne ofte være avhengig av at signalanleggene virker etter intensjonene for å kunne krysse trafikkerte gater på en sikker måte. For å oppnå færrest mulig trafikkulykker må det settes av tilstrekkelige ressurser til dette arbeidet. Dette er spesielt viktig i forhold til det kontinuerlige vedlikeholdet av signalanleggene.

Målsetning

Ved planlegging av et signalanlegg bør man ha en målsetning for hva man ønsker å oppnå med signalreguleringen. Det bør settes mål både for den trafikktekniske virkemåten og de anleggstekniske elementene i signalanlegget. For å tydeliggjøre målsetningene bør man for eksempel vurdere følgende spørsmål:

- Trafikkteknisk
 - o Hvordan oppnås færrest mulig trafikkulykker?
 - o Hvordan bør kollektivtrafikken prioriteres?
 - o Bør alle tilfarter ha lik forsinkelse?
 - o Bør hovedretningen/hovedveien prioriteres?
 - o Er det grenser for maksimale kølengder i noen av tilfartene?
 - o Bør fotgjengertrafikken prioriteres?
 - o Hva er akseptabel ventetid for fotgjengere/syklister?

- Tekniske elementer
 - o Skal anlegget være gravefritt?
 - o Skal anlegget være tilknyttet overvåkningsentral?
 - o Ønsker man overgang fra glødelamper til LED-lamper?

Målsetningene bør være styrende for alt arbeid med signalanlegget. Endrer rammebetingelsene seg, bør også målsetningene eventuelt revurderes.

Leserveiledning

Rammebetingelsene for arbeid med signalanlegg ligger i Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg" og Håndbok 263 "Geometrisk utforming av veg- og gatekryss". Disse håndbøkene bør man ha lett tilgjengelig eller være svært godt kjent med, når man benytter Håndbok 142.

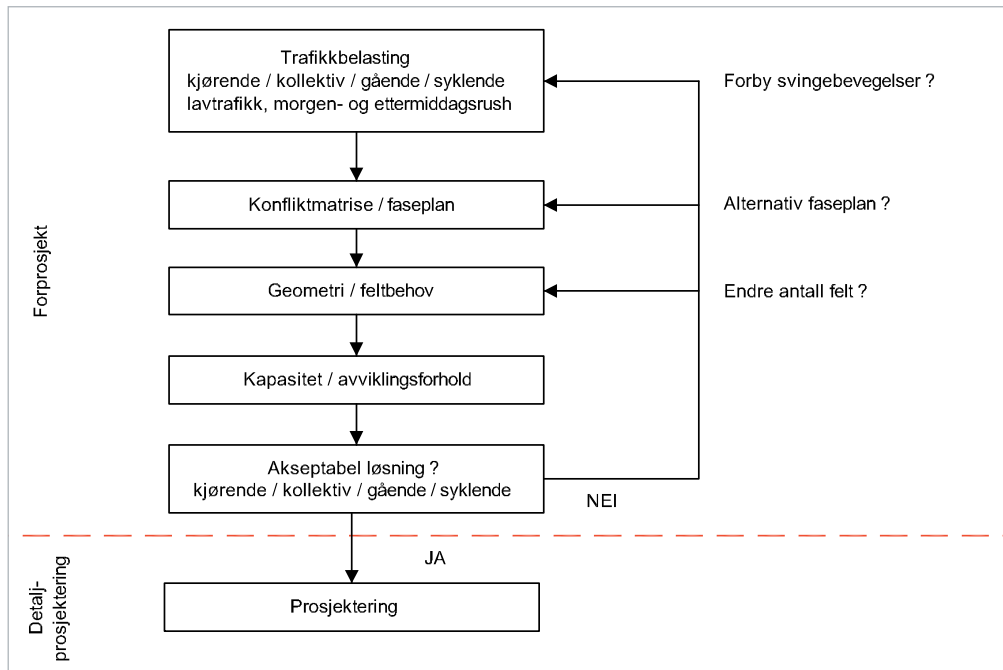
Håndboken er bygd opp med følgende hovedinndeling:

- Planlegging av kryss og gangfelt
- Planlegging av andre typer signalanlegg
- Drift og vedlikehold

2 Planlegging av kryss og gangfelt

2.1 Prosess

Proessen med planlegging av et signalanlegg bør starte med kartlegging av dagens trafikk eller utarbeidelse av prognose for fremtidig trafikk. Den ideelle prosessen fremgår av flytskjemaet under.



Figur 2-1: Flytskjema for prosess ved planlegging av et signalanlegg.

Som flytskjemaet viser, vil planlegging av et signalanlegg ofte være en iterasjonsprosess hvor man må prøve ut flere alternativer før man finner den optimale løsningen.

Hvilke forhold vedrørende signalanlegg som kan endres, vil være avhengig av beliggenheten til signalanlegget og hvilke ytre føringer som foreligger. I et eksisterende, trangt kryss i en by vil det ofte ikke være mulig med endringer av geometrien, mens det i et nytt kryss i et mindre tettbygd område ofte vil være mulig å endre geometrien/antall felt.

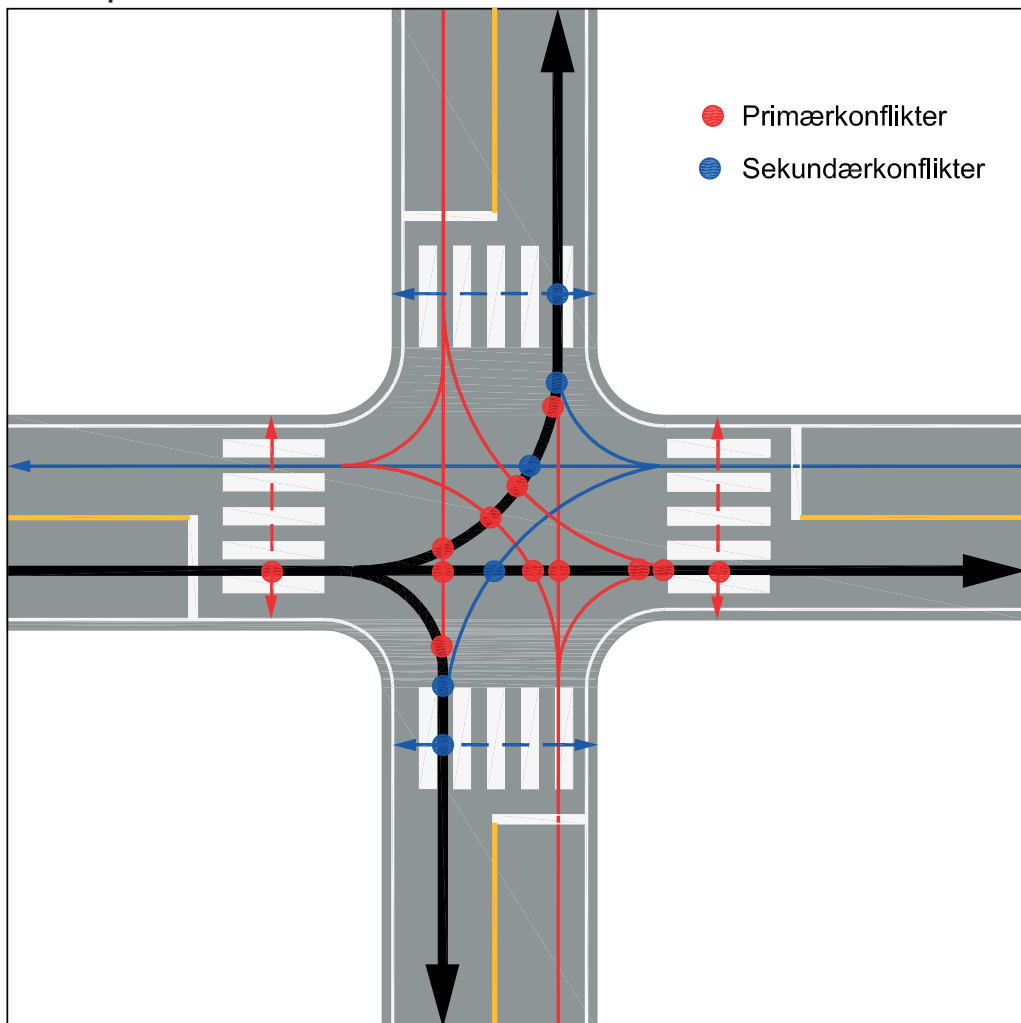
2.2 Utforming og virkemåte for signalregulert kryss

2.2.1 Faseplan

Faseplanen viser hvilke signalgrupper som kan ha grønt signal samtidig. Ved utarbeidelse av faseplaner skal sikkerheten til gående, syklende og kjørende ha høyeste prioritet. En faseplan vil bestå av ulike faser som i sum dekker alle signalgruppene i krysset.

Prinsipielt bør et omløp ha så få faser som mulig, det gir minst tapt tid på grunn av vekslinger og dermed større kapasitet. Valg av faseplan vil imidlertid være et resultat av sammensetningen av kjørefelt og hvilke sekundærkonflikter man tillater avviklet samtidig.

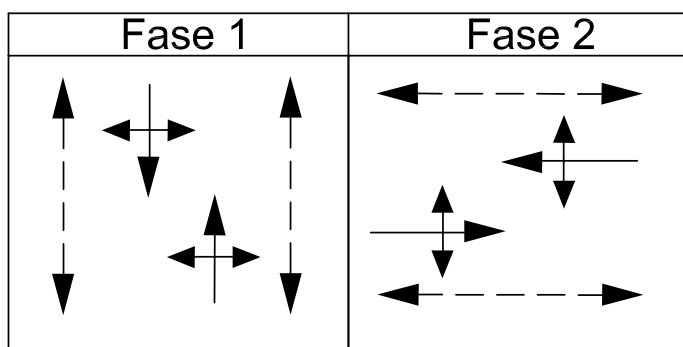
Konfliktpunkter



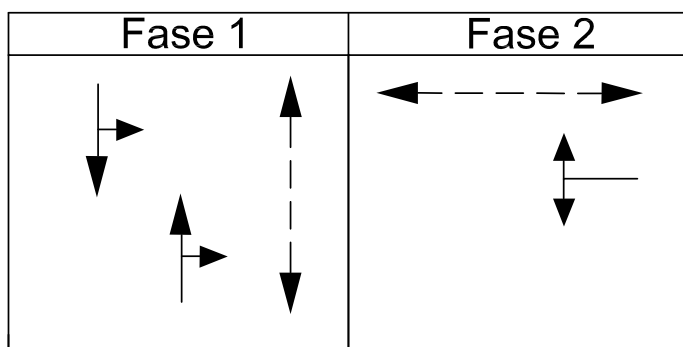
Figur 2-2: Konfliktpunkter for en tilfart.

Primærkonflikter skal avvikles i forskjellige faser. Behovet for å avvikle sekundærkonflikter i forskjellige faser vil være avhengig av:

- antallet høyresvingende kjøretøy i forhold til antallet gående over gangfeltet,
- antallet venstresvingende kjøretøy i forhold til antall gående over gangfeltet, antall motgående kjøretøy og antall kjørefelt i motgående retning.



Figur 2-3: Faseplan for X-kryss hvor alle sekundærkonflikter tillates.



Figur 2-4: Faseplan for T-kryss hvor alle sekundærkonflikter tillates.

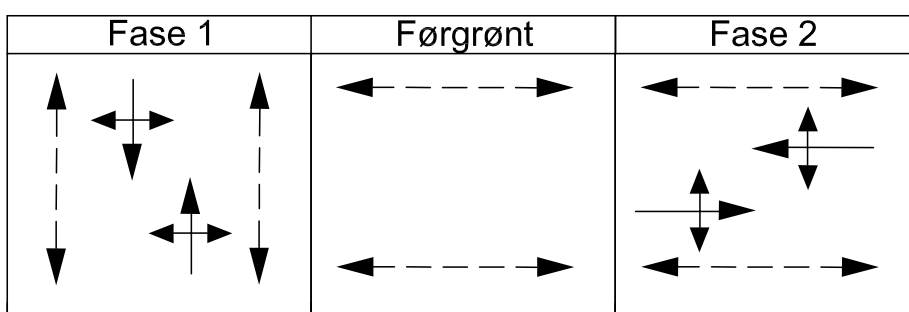
Separatregulering

Håndbok 263 angir følgende kriterier for separatregulering av svingende trafikk:

- Venstresvingende trafikk:
 - o Fartsgrensen er over 50 km/t med unntak av de tilfellene hvor venstresvingende trafikk er meget liten.
 - o Det er mer enn ett venstresvingefelt i samme tilfart.
 - o Når størrelsen på en venstresvingende trafikkstrøm er større enn 200 kjt/t, eller når motgående trafikkstrøm er større enn 500 kjt/t og venstresvingende trafikkstrøm er større enn 100 kjt/t.
 - o Motgående tilfarter har to eller flere felt for trafikk rett fram eller til høyre.
 - o Når antall politianmeldte venstresvingeulykker overskrider 6 i løpet av en 3-års periode i et eksisterende signalanlegg.
 - o Venstresvingende trafikk går i konflikt med mange fotgjengere.

- o Det er også ønskelig å regulere venstresvingende trafikk med egne signaler når venstresvingetrafikken i motgående tilfart har egne signaler.
- o Egne faser for venstresvingende trafikk bør brukes med forsiktighet når frafarten krysser langsgående sykkelveg som ikke er signalregulert.
- Høyresvingende trafikk:
 - o Høyresvingende kommer i konflikt med mange fotgjengere og syklistar.
 - o Høyresvingende trafikk er stor.
 - o Høyresvingende trafikk fra sekundærveg kan unntas fra signalreguleringen og reguleres med vikeplikt dersom det anlegges et eget høyresvingefelt bak en trekantøy. Dette skal ikke brukes når det er kryssende gang- og sykkeltrafikk i plan.

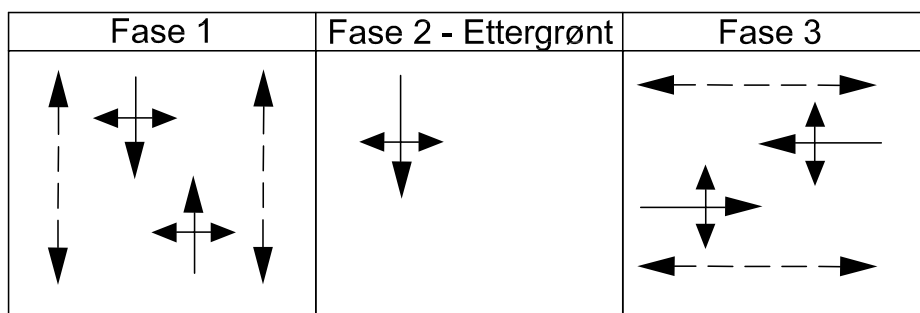
Førgrønt bør kun benyttes for fotgjengergrupper. Fotgjengergruppen gis førgrønt før paralleltgående/høyresvingende trafikk, slik at fotgjengere rekker å komme ut i gangfeltet og bli klart synlig for svingende kjøretøy før disse får grønt lys. Vanlig tidsperiode for førgrønt er 2–4 sekunder.



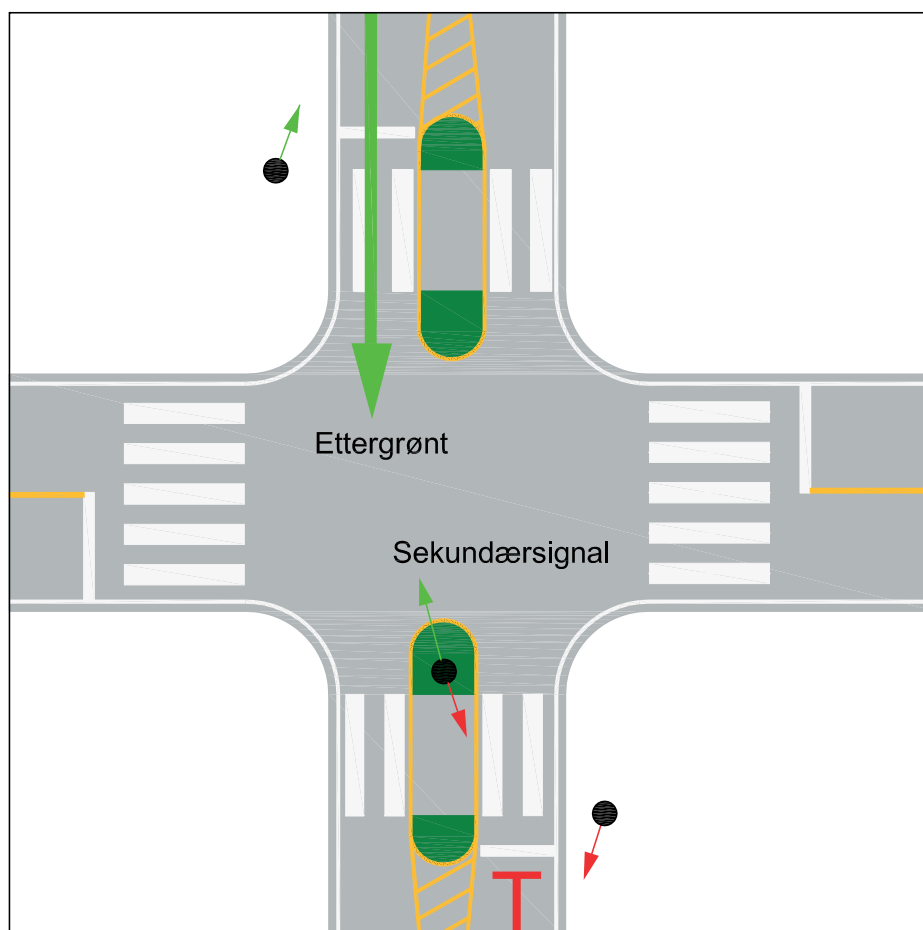
Figur 2-5: Faseplan i X-kryss med førgrønt for fotgjengere.

Ettergrønt for en kjøretøygruppe er aktuelt å benytte hvis en gruppe har stor venstresvingende trafikk. Bruk av ettergrønt i faseplanene setter spesielle krav til plassering av signalstolper.

Sekundærsignal for trafikk i den retning som får sin grøntid avsluttet tidlig, skal da plasseres på trafikkøy før krysset. Med slik plassering vil et ventende venstresvingende kjøretøy ute i kryssområdet ikke se at det gis rødt lys og tro at det samme gjelder motgående trafikk.

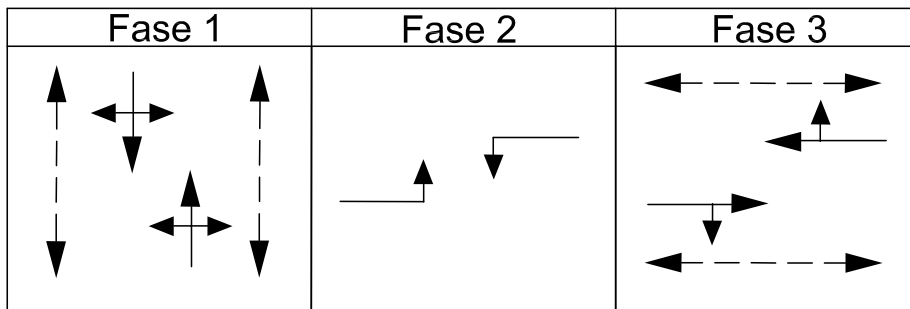


Figur 2-6: Faseplan i X-kryss med ettergrønt for en kjøretøygruppe.

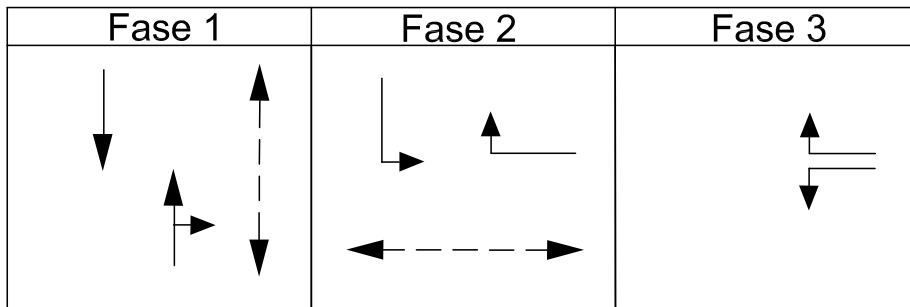


Figur 2-7: Plassering av sekundærsignal ved ettergrønt i motsatt retning.

Egen venstresvingefase kan være et alternativ til ettergrønt, hvis det er mulig å gi disse eget felt og separatregulere dette. Ved bruk av egen venstresvingefase bør venstresvingende i begge retninger separatreguleres.

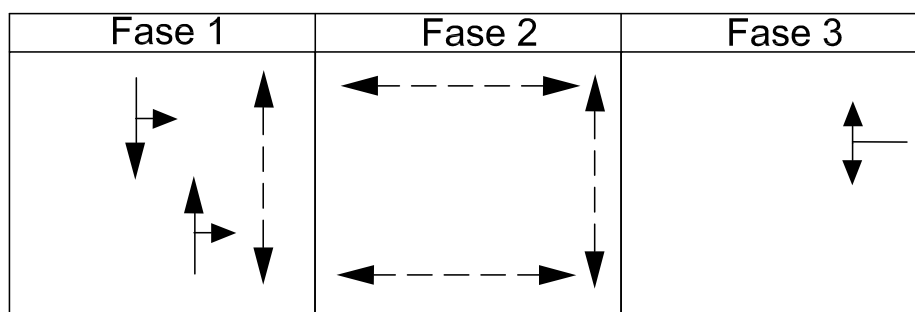


Figur 2-8: Faseplan i X-kryss med egen venstresvingefase.



Figur 2-9: Faseplan i T-kryss med egen venstresvingefase.

Vrimlefase (egen fase for alle fotgjengere) kan benyttes der det er mange gående i konflikt med svingende. Med mindre det er mange gående vil som regel en vrimlefase gi redusert kapasitet i krysset. Bruk av vrimlefase kan være spesielt aktuelt i T-kryss hvor all trafikk fra sidevegen i utgangspunktet kjører i konflikt med gående over hovedvegen. Alternativ til vrimlefase kan være egne faser for venstresvingende.



Figur 2-10: Faseplan i T-kryss med vrimlefase for fotgjengere.

Pilsignaler

Høyre- og venstresvingende kjøretøybevegelser kan som supplement til hovedsignalet reguleres med egne pilsignaler. Det skal kun benyttes følgende pilsignaler:

- Tre-lyshode.
- To-lyshode med gul og grønn pil.
- To-lyshode med rød og gul pil (bør unngås for regulering av venstresvingende).
- Ett-lyshode med grønn pil (bør unngås hvis mulig).

Ett-lyshode med grønn pil eller to-lyshode med gul og grønn pil kan benyttes for å markere at en svingebevegelse kan kjøre konfliktfritt. Aktuelt bruksområde kan for eksempel være ved ettergrønt for venstresvingende eller for å markere for høyresvingende at fotgjengergruppen har fått rødt lys og at høyresvingen kan foretas uten konflikt med fotgjengerne.

To-lyshode med rød og gul pil kan benyttes for å markere at en svingebevegelse skal stoppe. Benyttes dette lyshode skal det være eget felt for den aktuelle svingebevegelsen.

2.2.2 Geometri

Håndbok 048 og Håndbok 263 legger føringer for disse forholdene. I denne håndboken er kun hovedessensen vedrørende geometri tatt med.

Den geometriske utformingen av et kryss med hensyn til blant annet antall felt, plassering av gangfelt og mulige stolpeplasseringer, vil legge føringer for det videre arbeid-

det med signalanlegget. Det er derfor viktig å komme tidlig inn i planprosessen slik at geometrien i krysset kan optimaliseres i forhold til signalreguleringen.

Arbeidet med planlegging av signalanlegg kan deles inn i to typer:

- Nytt kryss som skal signalreguleres. Man skal komme tidlig inn i planprosessen slik at man har mulighet til å få en geometri som er godt tilpasset signalregulering.
- Eksisterende kryss som skal signalreguleres.
 - o I landlig område kan det ofte gjøres enkelte tilpasninger av geometrien (stramme opp krysset eller etablere korte svingefelt).
 - o I den tette byen vil geometrien som regel være fast, og virkemåten til signalanlegget må som regel tilpasses eksisterende geometri.

De geometriske forholdene som skal vurderes er:

- siktforholdene,
- antall kjørefelt sett i forhold til trafikkstrømmer og hvilke konflikter man aksepterer,
- bredde på kjørefelt i forhold til kjøremønster,
- lengde på feltutvidelser,
- bredden på trafikkøyer.

Det skal i tillegg tas spesielt hensyn til forholdene til fotgjengere. Av hensyn til fotgjengere bør det tilstrebes kortest mulig gangfelt og universell utforming av krysset.

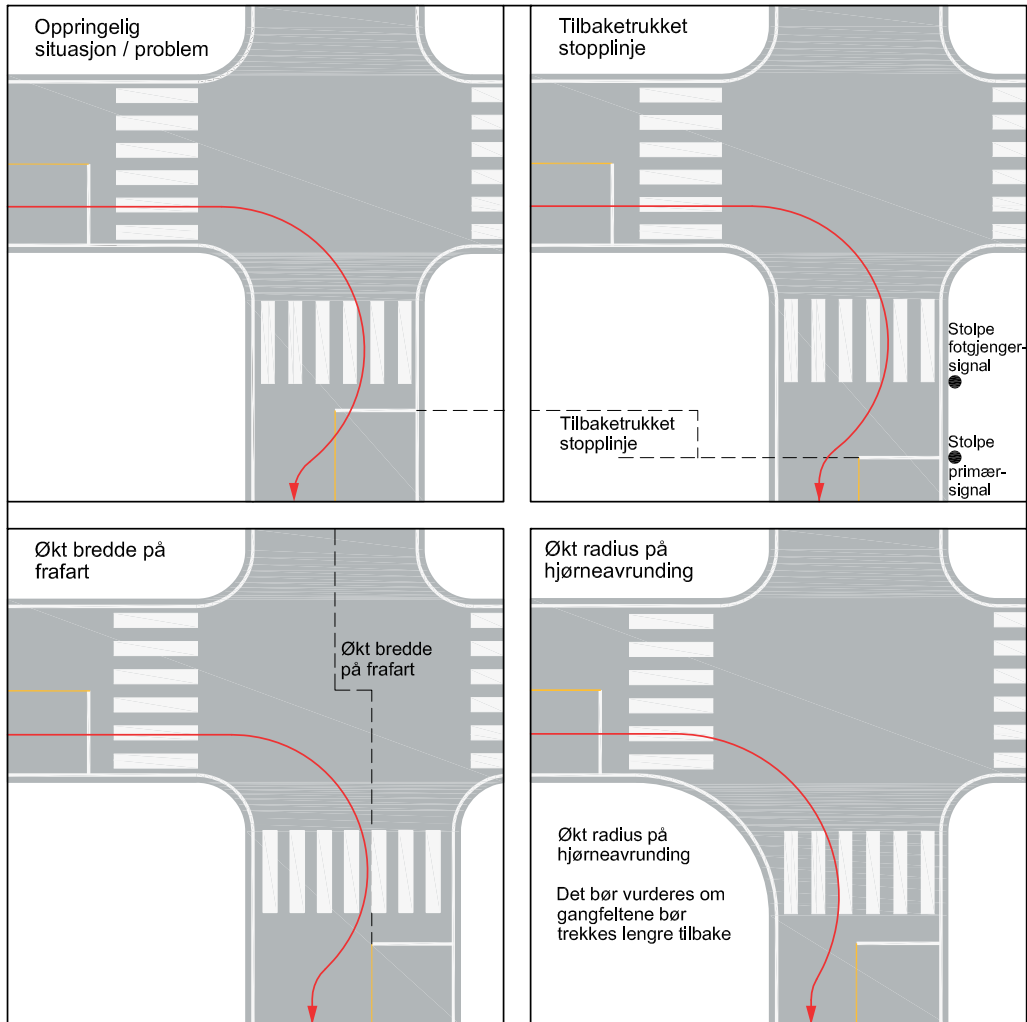
Sikt

Siktforholdene skal kontrolleres i forhold til nødvendig stoppsikt. For å redusere faren for rødlyskjøring og faren for påkjøring bakfra, skal minst ett signal være kontinuerlig synlig for trafikk inn mot krysset i en avstand på minst 1,2 ganger stoppsikten, jf Håndbok 263.

Dimensjonering for svingebevegelser

Bredden på kjørefelt og svingeradier vil ha betydning for kjøremønsteret i krysset. Det er viktig å påse at dimensjonerende kjøretøy kan foreta alle aktuelle svingebevegelser etter kjøremåte A, det vil si ved kun å benytte eget kjørefelt. Hvis dette ikke er mulig bør følgende vurderes:

- Tilbaketrukne stopplinjer. Signalstolpe med primærsignal bør plasseres ved stopplinjen for å markere denne. Dette kan kreve egne stolper for fotgjenger-signal/trykknapp.
- Øke bredden på frafarten hvis dette er mulig.
- Øke radien på hjørneavrunding.
- Envegsregulere vegarmer.
- Innføre svingeforbud.



Figur 2-11: Dimensjonering for svingebevegelser. Eksempler på mulige løsninger når det i utgangspunktet ikke er mulig med kjøremåte A. Alle løsningene er uheldig i forhold til en optimal signalregulering.

Kjørefeltlengde

For lengde på kjørefelt gjelder følgende:

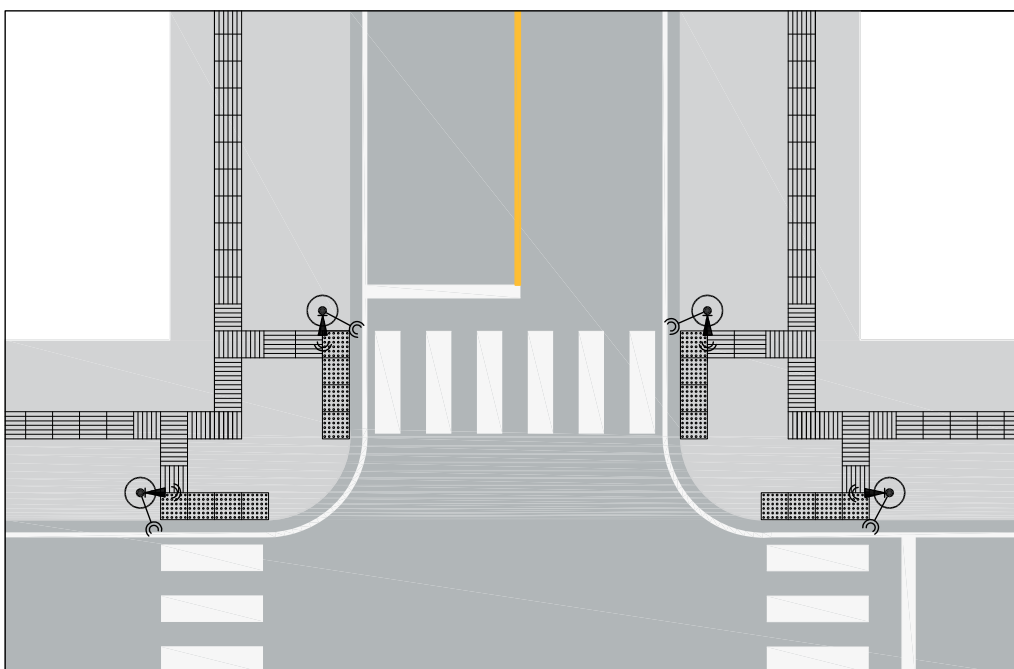
- Kølengden i svingefeltet i dimensjonerende time bør ikke overskride lengden på svingefeltet og medføre tilbakeblokkering av felt for gjennomgående trafikk. Kølengden beregnes som 90 %-fraktil, det vil si kølengden som kun overstiges i 10 % av tiden i dimensjonerende time.
- Ved økning fra ett til flere felt inn mot krysset for gjennomgående trafikk eller en svingebevegelse, bør lengden på det korte feltet være så lang at man sikrer tilstrekkelig fremming av trafikk til det korte feltet.

Trafikkøyer

Trafikkøyer skal ha en minimum bredde på 1,5 meter hvis det skal plasseres signalstolper på disse. Er det gangfelt som krysser trafikkøylene, bør bredden være minimum 2 meter av hensyn til eventuelle fotgjengere som "strander" på trafikkøya.

Takile ledelinjer på fortau

Under er det vist eksempel på bruk av taktile ledelinjer på fortauet i signalregulerte kryss. Flere detaljer vedrørende dette temaet, er beskrevet i kapittel 2.3.1.



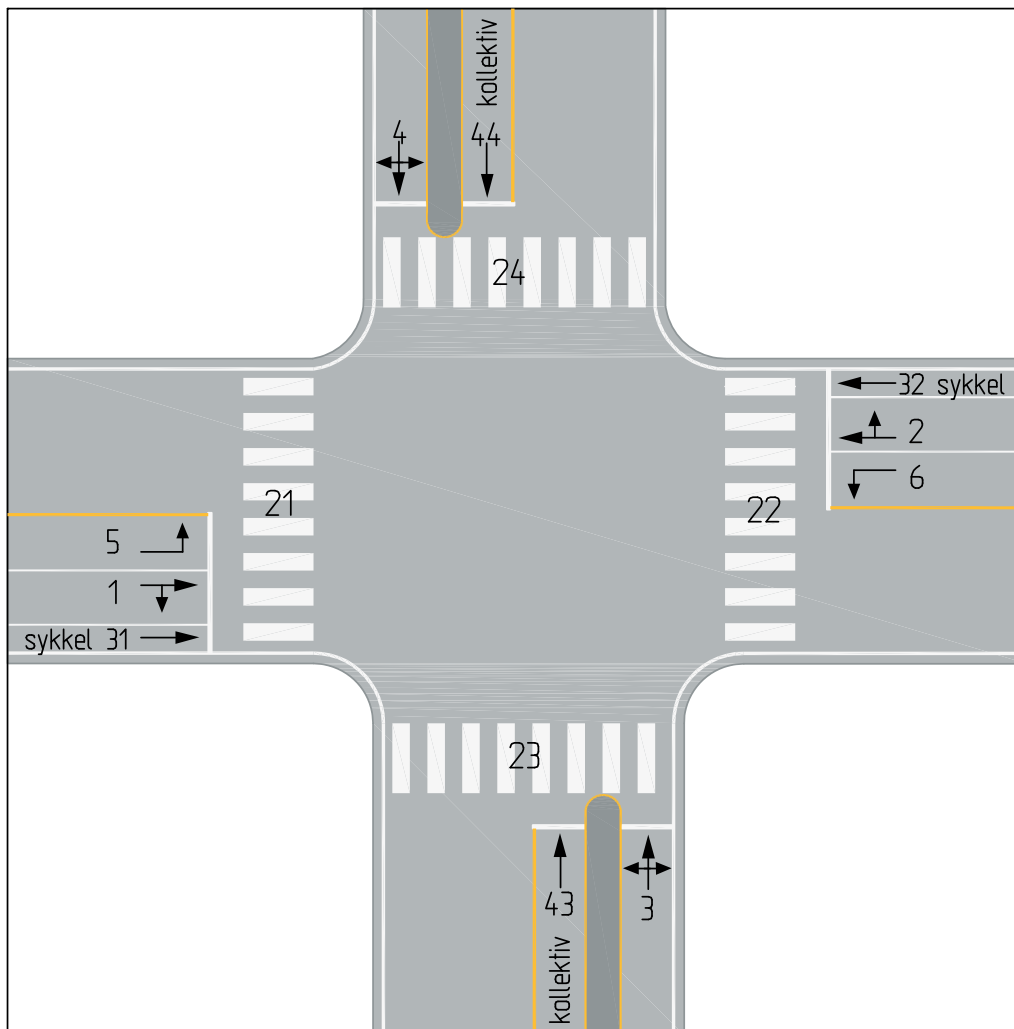
Figur 2-12: Eksempel på bruk av taktile ledelinjer på fortauet i signalregulerte kryss.

2.2.3 Signalgruppenummerering

Etter å ha avklart feltinndeling og hvilke trafikkstrømmer som kjører samtidig / benytter samme felt, bør de ulike gruppene gis entydige nummer.

Følgende nummerserier kan benyttes for signalgrupper:

Kjøretøygrupper	1	-	19	
Fotgjengergrupper	21	-	29	(Gruppe. 21 nærmest stopplinjen til gruppe. 1, osv.)
Sykelgrupper	31	-	39	(Gruppe. 31 nærmest stopplinjen til gruppe. 1, osv.)
Kollektivgrupper	41	-	49	



Figur 2-13: Eksempel på nummerering av signalgrupper

2.2.4 Styringsmetode

Signalanlegg kan styres etter ulike styringsfilosofier:

- Tidsstyring.
- Trafikkstyring (fra delvis til fullt trafikkstyring).
- Samkjøring.
- Områdeoptimalisering.
- Manuell styring.

Tidsstyring

Tidsstyrte anlegg går med en fast faseplan og faste grøntider og veksler uten påvirkning fra trafikken. Det er nødvendig med flere signalplaner med ulik grøntid og omløpstid tilpasset de ulike tidene av døgnet og uka. For eksempel:

- Morgenrush (kl 07 – 09).
- Ettermiddagsrush (kl 14.30 – 17.00).
- Døgn/lavtrafikk.

Tidsstyring skal kun benyttes i kryss som inngår i samkjøring av flere kryss.

Tidsstyring kan kombineres med elementer av trafikkstyring, for eksempel anropsavhengig fotgjengergruppe og/eller anropsavhengig svingefase. Ved anrop vil disse gruppene komme inn på et fast sted i omløpet og med fast grøntid. Tidsstyring kan også kombineres med aktiv signalprioritering av kollektivtrafikken, men muligheten til prioritering vil begrenses av valgt omløpstid. Valg av signalprogram kan også være trafikkstyrt.

Fordelen med et tidsstyrt anlegg kan være enkel drift og vedlikehold og enkel tilpassing til eventuell samkjøring med andre anlegg. Ulempene er begrenset mulighet til aktiv prioritering av kollektivtrafikk og ofte dårlig tilpassning av grøntidsfordelingen til den faktiske trafikksituasjonen i krysset. Skal man sikre optimale avviklingsforhold i tidsstyrte signalanlegg krever det kontinuerlig oppfølging med tilpassning av grøntider og omløpstid for de ulike signalplanene.

Trafikkstyring

Trafikkstyrte anlegg kan variere fra delvis til fullt trafikkstyrt. Graden av trafikkstyring er avhengig av hvor mange trafikkstrømmer man velger å detektere. Trafikkstyring skal benyttes for frittstående signalanlegg.

Siden tidsstyrte anlegg kan ha elementer av trafikkstyring i seg og trafikkstyrte anlegg kan variere fra delvis til full trafikkstyring, er det valgt å legge grenseskillet mellom tidsstyrte og trafikkstyrte anlegg til om anlegget har fast eller variabel omløpstid. **Trafikkstyrte anlegg er dermed definert som anlegg med variabel omløpstid.**

Med full trafikkstyring menes:

- Trykknapp for alle fotgjengergrupper.
- Detektering av alle trafikkstrømmer inkludert syklistene (for grupper som inngår i eventuell hvilefase er det tilstrekkelig med detektering for forlengelse av grøntiden).

Den enkleste formen for trafikkstyring kan være faste anrop til alle grupper og kun forlengelse av grøntiden for enkelte signalgrupper.

Et trafikkstyrt anlegg bør være gruppestyrt. Ved gruppestyring vil "fasene" variere fra gang til gang. Hvilke signalgrupper som kommer inn samtidig, vil være gitt av konfliktmatrisen, som viser hvilke signalgrupper som kan gå samtidig, og av detektoranropene.

I utgangspunktet vil et fullt trafikkstyrt anlegg kreve mindre trafikkteknisk vedlikehold enn tidsstyrte anlegg, da anlegget selv bør klare å tilpasse seg gjeldende trafikk-situasjon. Dette forutsetter imidlertid godt plasserte detektorer og riktig tidssetting (luketider, min- og maks-tider). Trafikkstyring er en forutsetning for god aktiv signal-prioritering av kollektivtrafikken.

Trafikkstyring krever godt teknisk vedlikehold, spesielt i forhold til detektorfeil. Ved feil/brudd på en ordinær kjøretøydetektor vil styreapparatet tolke dette som fast anrop til den aktuelle gruppen. Det vil si at denne gruppen vil komme inn og forlenge sin grøntid til maksimum i alle omløp. For grupper med liten trafikk som går i konflikt med mange andre grupper (f.eks venstresvingefelt), kan detektorfeil slå meget uheldig ut og et kryss kan få betydelig redusert kapasitet. Trafikkstyrte anlegg bør derfor være tilknyttet en overvåkingssentral. Ved feil på detektorer som ikke kan repareres omgående, bør det vurderes om detektorfeilen har så stor betydning at detektoren enten bør kobles ut, maksimum grøntid endres eller at hele anlegget kobles over til tidsstyring inntil feilen er rettet opp.

I trafikkstyrte anlegg er det nødvendig å definere en hvilefase. Hvilefase kan defineres som stillingen til de ulike lyssignalene når det ikke foreligger noen anrop til grønt fra trafikantene. I prinsippet er det 3 mulige hvilefaser:

- Grønt for hovedveg. Best egnet der det er en klart definert hovedveg i anlegget eller en viktig kollektivtrasé.
- Allrødt. Best egnet når alle tilfartene er likestilte både i forhold til trafikkvolum og vegtype. Hvile i allrødt kan utformes etter to prinsipper:
 - o Kjøretøytrafikken detekteres så tidlig at de eventuelt får grønt lys i en avstand som overstiger stoppsikten. Trafikantene vil da venne seg til at det er trafikk i andre signalgrupper når de ikke selv får grønt lys i god avstand.
 - o Innveksling av kjøretøygruppen skjer så sent at kjørende blir tvunget til å stanse helt opp før de får grønt lys. Dette gir noe unødvendig forsinkelse for trafikken, men samtidig redusert hastighetsnivå. Hvis det legges opp til et system med tidligere innveksling slik at de kjørende bare bremses litt ned, kan det være farlig hvis de kjørende venner seg til at de alltid får grønt lys og dermed ikke bremses ned i hele tatt.
- Grønt for sist brukte fase. Hviler i den fasen som sist hadde trafikk. Er best egnet der tilfartene er likeverdige i forhold til trafikkvolum og vegtype.

Generelt sett kan en hvilefase med grønt lys for en eller flere signalgrupper (hovedveg

eller siste brukte fase) være med på å drive opp hastighetsnivået noe, da enkelte kjørende vil se det grønne lyset tidlig og kjøre fort for å rekke å krysse før det eventuelt blir rødt lys.

Hviler signalene i grønt for en eller flere grupper skal hvilepunktet bestemmes. Hvilepunktet defineres som hvilket tidspunkt i grønttiden for en gruppe anlegget hviler. De vanligste hvilepunktene er:

- Hvilestilling i første sekund etter utløpt minimumstid for signalgruppene.
- Hvilestilling 5–10 sekunder før utløpt maksimum grønttid. Antallet sekunder før utløpt makstid tilpasses aktuell detektorkonfigurasjon.

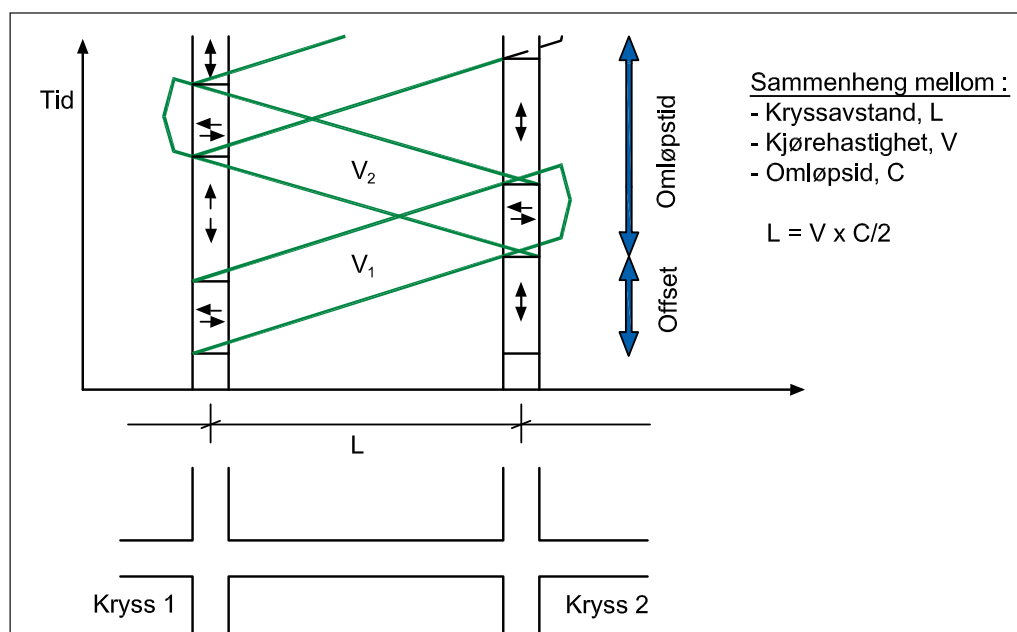
Hvilepunktet benyttes også som hvilestilling for grønttiden ved kø uten konflikterende anrop.

Samkjøring

Med samkjørte signalanlegg menes 2 eller flere anlegg der virkemåten er knyttet sammen slik at signalvekslingen i et anlegg er tilpasset signalvekslingen i nabokrysset. Samkjøring benyttes for eksempel der man har:

- En klar rushretning og man vil skape en grønn bølge for trafikken i rushretningen.
- Kort kryssavstand og ønsker å samkjøre anleggene for å hindre kø og tilbakeblokkering mellom signalanleggene.

Det er mulig å etablere grønn bølge i begge retninger. Hvor god tilpassing man kan få i begge retninger samtidig, er avhengig av kryssavstand, faseplaner og omløpstid.



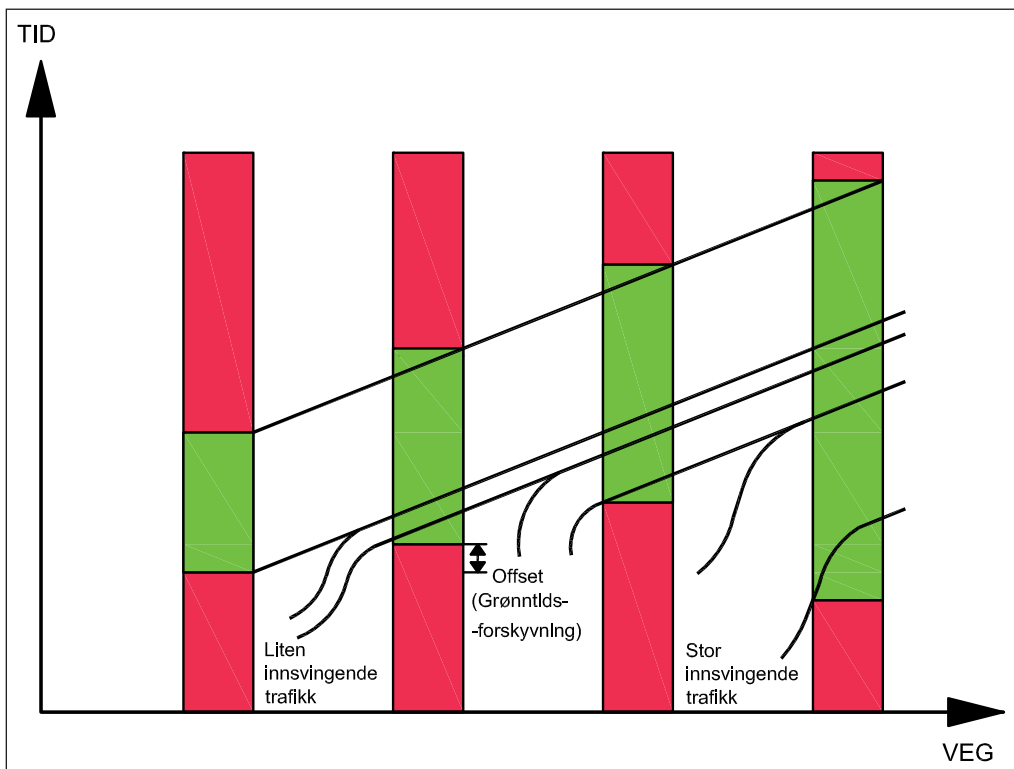
Figur 2-14: Sammenheng mellom omløpstid og kryssavstand.

Omløpstid	Hastighet			
	30 km/t	40 km/t	50 km/t	60 km/t
40 s	170 m	220 m	280 m	330 m
50 s	210 m	280 m	350 m	420 m
60 s	250 m	330 m	420 m	500 m
70 s	290 m	390 m	490 m	580 m
80 s	330 m	440 m	560 m	670 m
90 s	380 m	500 m	630 m	750 m
100 s	420 m	560 m	690 m	830 m

Figur 2-15: Forholdet mellom hastighet, omløpstid og kryssavstand.

Samkjørte anlegg skal gå med identisk omløpstid eller med halv omløpstid av de øvrige samkjørte signalanleggene. Halv omløpstid benyttes vanligvis hvis et av anleggene er et signalregulert gangfelt med kort minimum omløpstid.

Starttidspunktet for hvert anlegg defineres med "offset" (grøntidsforskyvning) i forhold til et valgt nullpunkt. Offset representerer hvor mange sekunder det skal gå fra en trafikkstrøm i et kryss får grønt til samme trafikkstrøm får grønt lys i neste kryss.



Figur 2-16: Utforming av grønn bølge.

Forkant av en grønn bølge utformes slik at kjøretøy som kjører gjennom flere kryss, får en jevn og naturlig kjørehastighet. Ved stor innsvingende trafikk fra en sideveg, bør signal-gruppen for den grønne bølgen starte noe tidligere opp i neste kryss, slik at innsvingende trafikk som har ankommet på rødt, rekker å bli avviklet før bølgen langs hovedvegen ankommer.

Hastigheten for bakkant av en grønn bølge bør være lik eller lavere enn skiltet hastighet.

Trafikken i en bølge vil ikke alltid klare å holde seg samlet. Den grønne bølgen bør derfor ideelt sett ha en suksessiv økning i grønttiden for etterfølgende kryss. Dette er umulig å få til hvis man skal ha en grønn bølge i begge retninger.

Grønn bølge gir størst fordeler hvis man skal prioritere trafikk i en retning gjennom flere signalanlegg.

En variant av en grønn bølge kan være simultant grønt i flere kryss. Det vil si at en kjøre-retning får grønt samtidig i flere kryss. Metoden egner seg ved forholdsvis få signalanlegg i samkjøringen, kort avstand mellom disse og uten markert rushretning.

Samkjøring kan baseres på tidsstyrte signalanlegg eller anleggene kan ha elementer av trafikkstyring også under samkjøring. Et eksempel kan være å la signalgrupper som ikke inngår i "bølgen", bare få grønt hvis de er anropt. Uten anrop gis da "innspart" grøntid til bølgen.

For å få god tilpassing av samkjøringen til den aktuelle trafikksituasjonen, kan det benyttes trafikkstyrt valg av samkjøringsprogram. Utstyret gjør da kontinuerlige trafikk-tellinger på noen strategiske detektorer og når trafikkintensiteten passerer definerte grenseverdier medfører dette skifte av program.

Områdeoptimalisering

Områdeoptimalisering er en form for trafikkstyrt samkjøring og er særlig egnet i gatenett. På bakgrunn av kontinuerlige trafikk-tellinger lager systemet prognoser for hvilke trafikkstrømmer de ulike signalanleggene vil avvikle de nærmeste minuttene og optimaliserer signalvekslingen i de enkelte kryssene på bakgrunn av dette.

Prioritering av spesielle trafikanter (for eksempel kollektivtrafikk, utrykningskjøretøy mm) krever egen detektering av disse. I systemet kan disse tillegges større vekt og prioritering enn ordinære kjøretøy anrop.

Det skal foretas datasimulering av områdeoptimaliserte anlegg før etablering.

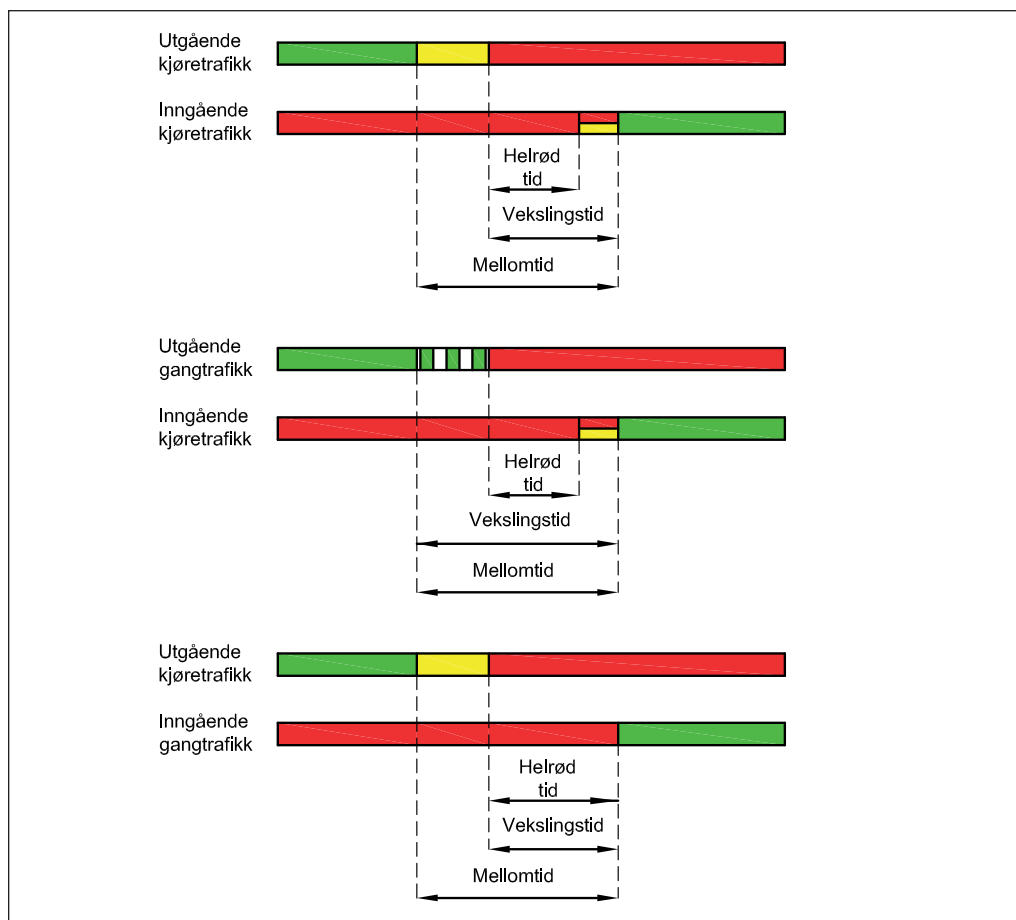
Områdeoptimaliserte anlegg har forholdsvis kostbar etablering, igangsettelse av systemet og vedlikehold. Som andre trafikkstyrte anlegg vil også områdeoptimaliserte anlegg være sårbare ovenfor detektorfeil.

Manuell styring

Manuell styring benyttes som regel kun i ekstraordinære situasjoner (for eksempel ulykker, omkjøringsruter mm) hvor det er behov for spesielle signalplaner/grønntidsfordelinger. Grønntiden for hver gruppe/fase styres manuelt direkte via betjeningspanelet.

2.2.5 Tidsetting

Det viktigste ved tidsetting i signalanlegg er å få riktig vekslingstid mellom konflikterende signalgrupper. Dette er viktig både med hensyn til trafiksikkerheten og avviklingsforholdene. For lange vekslingstider vil bety økt tapt tid og redusert kapasitet. I verste fall kan dette føre til økt rødlyskjøring når de kjørende skjønner hvordan anlegget virker. For korte vekslingstider vil medføre fare for kollisjoner ved at kjøretøy fra en fase fortsatt er i krysset når kjøretøy i neste fase får grønt lys.



Figur 2-17: Helrød tid, vekslingstid og mellomtid ved ulike signalgruppekonfigurasjoner.

Vekslingstid og gultid vil danne grunnlaget for alle signalplaner/signalprogrammer uansett om de er tids- eller trafikkstyrte. Hvordan tidene for vekslingstid og gultid beregnes/fastsettes er vist i Håndbok 048.

Vekslingstiden skal beregnes for alle konflikterende signalgrupper i krysset. Ut i fra beregnede vekslingstider skal det utarbeides en sikkerhetmatrise for hvert signalanlegg.

Ut i fra beregnede vekslingstider for fotgjengergruppene skal minimum grøntid og grønnblinktid for fotgjengergruppene beregnes som vist i Håndbok 048.

Den videre gangen i tidssettingen vil være:

- Vurdering av behovet for samtidig oppstart og avslutning av grøntiden for grupper.
For eksempel kan det være ønskelig at trafikk i to motsatte retninger som avvikles i samme fase, starter og avslutter samtidig. Hvis det er forskjell i beregnet vekslingstid for gruppene skal gruppen med lengst vekslingstid være dimensjonerende.
- Fastsettelse av eventuell førgrønt for fotgjengergrupper.
Førgrønt for fotgjengere vil som regel medfører at parallellgående kjøretøygruppe får senere oppstart enn nødvendig i henhold til beregnet vekslingstid. I de fleste tilfeller anbefales bruk av førgrønt for fotgjengere av hensyn til trafikksikkerheten.
- Fastsettelse av minimumstid for kjøretøygrupper.
Tiden bør ikke underskride 3 sekunder, vanligvis benyttes en minimumstid på mellom 5 og 10 sekunder. Valg av minimumstid vil være avhengig av valgt styremåte og detektor-konfigurasjon.

Det bør etableres en signalplan som viser et minimumsomløp. Planen beregnes ved å legge inn alle grupper med sin minimum grøntid og riktig vekslingstid i forhold til sikkerhetstider, gultid, rød/gul tid, førgrønt og samtidig oppstart/avslutning av grupper.

Tidsstyrte anlegg

Signalplanen med minimum omløpstid vil være et godt utgangspunkt for å etablere signalplaner for de ulike tidsperiodene over døgnet, da vekslingsforløpet mellom de ulike fasene vil være bestemt. I faser hvor kjøretøygrupper avvikles sammen med fotgjengergrupper vil som regel minimumstiden for fotgjengere være dimensjonerende.

For å beregne signalplaner for de ulike delene av døgnet bør det tas utgangspunkt i forventede trafikk tall for krysset og eventuelt ønske om passiv prioritering av en bestemt retning.

Kapasitetsberegning av krysset for de ulike tidsperiodene på døgnet, kan danne et

godt grunnlag for både fastsettelse av omløpstid og grønttider for de ulike gruppene i de ulike tidsperiodene.

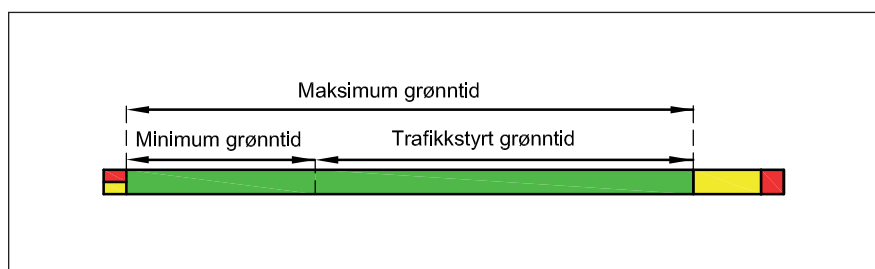
Omløpstiden bør ikke overstige 120 sekunder. I signalanlegg med mange fotgjengere bør det etterstrebes kort omløpstid av hensyn til ventetiden for fotgjengerne. Vanligvis vil det være vanskelig å oppnå omløpstider under 40 sekunder. Det er også viktig å være klar over at korte omløpstider gir flere fasevekslinger pr time og dermed mer tapt tid og redusert kapasitet.

I de faser hvor minimumstiden til fotgjengergruppene ikke er dimensjonerende for grønttiden til kjøretøygruppene, må det vurderes om fotgjengergruppene skal "henge på" kjøretøygruppene eller veksle ut etter sin minimumstid. Som hovedregel bør fotgjengergruppene tillates å henge på kjøretøygruppene av hensyn til ventetiden for fotgjengere. Er det stor andel svingetrafikk kan det være et poeng at fotgjengergruppene veksles ut etter sin minimumstid.

Trafikkstyrte anlegg

For trafikkstyrte anlegg skal følgende tider fastsettes:

- Minimum grønttid for hver gruppe. Minimum grønttid fastsettes som den minste tiden en signalgruppe kan ha grønt lys.
- Maksimum grønttid for hver gruppe. Maksimum grønttid fastsettes som den lengste tiden en signalgruppe kan ha grønt lys. Maksimum grønttid bør ikke være lengre enn 40–50 sekund, på grunn av økende luketider i en trafikkstrøm ved lang grønttid.
- Eventuelle tider knyttet til kollektivprioritering, jf. kapitel 2.4.



Figur 2-18: Minimum og maksimum grønttid.

Minimumstiden vil som tidligere nevnt være avhengig av valgt detektorkonfigurasjon.

Maksimumstider for de ulike signalprogrammene bør velges noe høyere enn beregnede grønttider basert på optimal omløpstid for å gi rom for eventuelle variasjoner i trafikkbildet. Som tommelfingerregel kan det benyttes at maksimumstidene bør

være 20 prosent høyere enn beregnet. Det bør imidlertid kontrolleres at ikke omløpstiden blir for lang hvis alle faser/grupper kommer inn med sin maksimumstid i et omløp.

Med god detektorkonfigurasjon og korrekt tilpasset luketid kan maksimumstider settes lange, siden anlegget da selv langt på veg vil tilpasse seg en optimal omløpstid. Maksimal luketid kan med fordel, spesielt i anlegg med stor trafikkbelastning, reduseres noe etter et visst antall grønnsekunder. Dette vil forhindre en lang og dårlig utnyttet grøntid.

Det må vurderes om de ulike kjøretøygruppene skal henge på hverandre. Det vil si at en trafikkstrøm fortsatt får grønt lys selv om det ikke er kjøretøy i tilfarten, som følge av trafikk i motsatt retning. Det er vanlig at en kjøretøygruppe som ikke lenger har grønnbehov, blir liggende grønn til en konflikterende gruppe med anrop som ellers kan få grønt, tvinger gruppen ut.

For fotgjengergrupper skal det vurderes om disse skal følge med parallellgående kjøretøygrupper eller ikke. I gruppestyrte anlegg er det vanlig at anropsavhengige gangfelt veksler ut etter minimumstiden. Gangfelt som inngår i hvilefasen (uten trykknapper) starter vanligvis utveksling når konflikterende gruppe anroper. Har kjøretøygruppene vanligvis stor trafikk med lange grøntider, vil det være fordelaktig at fotgjengergruppene følger med av hensyn til ventetiden for fotgjengere. I forhold til tidsstyrte anlegg bør man imidlertid være litt mer forsiktig med å la fotgjengergrupper følge med, da dette medfører tregere vekslinger til neste fase. Et alternativ kan være å la fotgjengergruppene bare følge med en viss tid i forlengelsen av grøntiden, slik at det er mindre sannsynlighet for at fotgjengergruppen fortsatt er inne når maksimum luketid overstiges og veksling til konflikterende signalgrupper påbegynnes.

Har fotgjengergruppene trykknapper må det også vurderes om fotgjengerne skal ha privilegietid. Privilegietiden sier hvor langt ut i grøntiden for parallellgående kjøretøygruppe et anrop fra trykknapp skal gi umiddelbar innveksling av fotgjengergruppen. Generelt sett anbefales ikke bruk av privilegietid hvis det er sekundærkonflikt mellom fotgjengere og kjøretøy. Bruk av privilegietid vil da være uheldig sett i forhold til trafiksikkerheten, da fotgjengerne mister sin førststart og førere av svingende kjøretøy som allerede har startet, blir overrasket over at fotgjengerne plutselig begynner å gå.

2.3 Utforming og virkemåte for signalregulerte gangfelt

2.3.1 Geometri

For å oppnå et funksjonelt og trafiksikkert signalregulert kryssingspunkt er det viktig med en god lokalisering av gangfeltet. Gangfeltet bør legges på rettstrekning med tilstrekkelig sikt for de kjørende inn mot signalanlegget og gode siktforhold for fotgjengerne i tilfelle driftsstans i anlegget.

Gangfelt skal ligge logisk plassert i forhold til naturlige gangruter.

I henhold til Håndbok 048 skal stopplinje for kjøretøy minimum trekkes 2 meter tilbake fra enkeltstående gangfelt. Behovet for lengre avstand (opptil 5 meter) bør vurderes i hvert enkelt tilfelle. Lengre avstand mellom stopplinje og gangfelt kan gi redusert blindsoner spesielt foran store kjøretøy, og dermed bedre sikt for sjåførene mot gangfeltet. Ved lang avstand mellom stopplinje og gangfelt bør det vurderes om det er nødvendig med egen stolpe for primærsignalet til kjøretøyene ved stopplinjen, dette bør spesielt vurderes i forhold til synligheten av stopplinjen ved for eksempel snøføre. Hvis stopplinjen ikke er synlig kan lang avstand medføre problemer vedrørende detektering av kjøretøy som kjører helt frem til gangfeltet mens detekteringssonen slutter ved stopplinjen.

Etablering av ledegjerder for å hindre kryssing av vegen utenfor det signalregulerte gangfeltet er mulig. Behov for dette er imidlertid et tegn på en dårlig løsning og plasseringen/behovet for gangfeltet bør vurderes på nytt. Bruk av ledegjerde er spesielt uheldig ut i fra muligheten til å kunne vedlikeholde fortauet (f.eks snøbrøyting).

Hvis gangfeltet krysser mer enn to felt bør det etableres trafikkøy med minimum bredde på 2 meter. Det kan også være behov for trafikkøy for plassering av sekundær-signal for kjøretøytrafikken innenfor tillatt siktsektor (45° for gangfelt). Ved vegbredde over 8 meter kan det være nødvendig å etablere trafikkøy dersom feltinndelingen forøvrig gir rom for dette.



Figur 2-19: Etableres det trafikkøyer skal det ikke settes opp skilt som blokkerer sikten for fotgjengere.

Et gangfelt over en trafikkøy kan saksnes. Saksning av gangfelt muliggjør kortere grøntid og uttømmingstid for fotgjengere, da dette beregnes ut i fra lengden fra kantstein til trafikkøy. Saksning av gangfelt er uheldig for fotgjengerne både med hensyn til lengre gangavstand og økt forsinkelse, og bør derfor unngås. Saksning av gangfelt kan imidlertid vurderes benyttet når man har behov for så lang grøntid som mulig for kjøretøytrafikken eller man ønsker forskjøvet grøntid for kjøretøytrafikken i de to ulike retningene for å optimalisere en samkjøring av flere signalanlegg. Saksning av gangfelt krever imidlertid at det er liten gangtrafikk i det aktuelle gangfeltet. Utforming av saksnet gangfelt er vist i Håndbok 048.

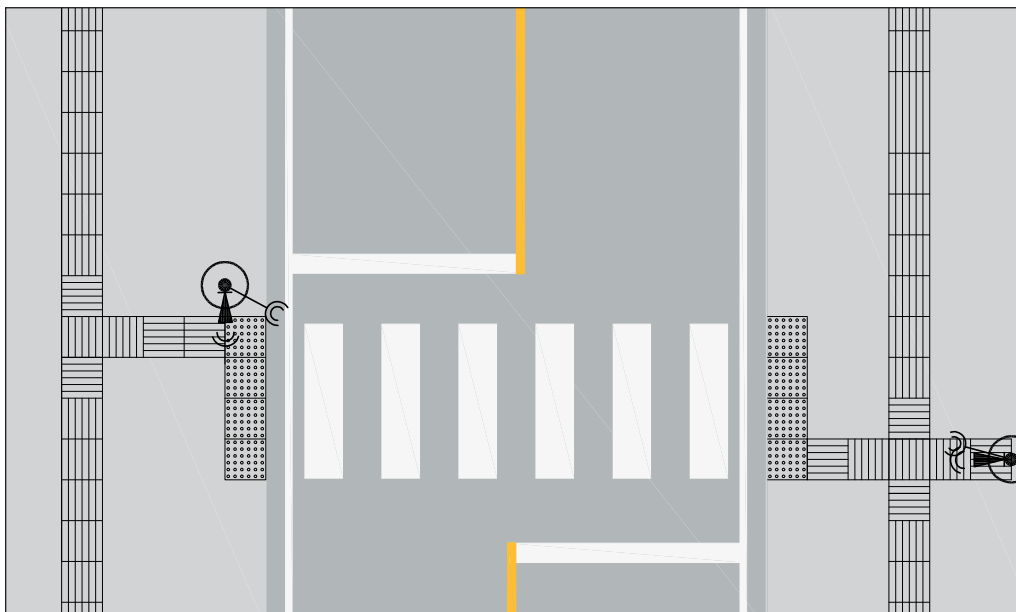
Størrelsen på venteareal for fotgjengere og bredden på gangfeltet bør vurderes når det er stor gangtrafikk. Kapasiteten for fotgjengere i et gangfelt kan påvirkes både med økt grøntidsandel og bredden på gangfeltet. Grøntidsandelen og bredden bør tilpasses slik at alle fotgjengere som ankommer på rødt lys rekker å komme ut i gangfeltet i løpet av grønttiden. I de aller fleste gangfelt i Norge vil en standard bredde (3–4 meter) være tilstrekkelig. Ved stor gangtrafikk kan imidlertid et bredere gangfelt gi høyere standard og større mulighet for hver enkelt gående til å velge sin egen ganghastighet.

Signalregulerte gangfelt bør plasseres på rettstrekning med gangfeltet vinkelrett på kantsteinen. Dette gjør det enklere for synshemmede å orientere seg. Kantsteinen ved gangfelt skal nedsenkes til en høyde 0–20 mm over asfalten. Dette er spesielt viktig for å øke fremkommeligheten til bevegelseshemmede og folk med barnevogn, sykler og lignende. Skillet mellom vegbane og fortau må imidlertid være markert nok, slik at skillet kan oppfattes av synshemmede.

Ved etablering av gangfelt bør det tas hensyn til universell utforming/tilgjengelighet for alle. Prinsippet er at flest mulig mennesker har mulighet til å ferdes i vegnettet.

Viktige momenter for å oppnå dette kan være:

- Taktile ledelinjer i gangareal.
- Riktig plassering av stolper.
- Riktig nedsenk på kantstein ved gangfelt.



Figur 2-20: Eksempel på taktile ledelinjer på fortauet for enkeltstående signalregulerte gangfelt.

Figur 2-20 viser utforming av taktile ledelinjer både ved plassering av stolpe i forkant og i bakkant av fortauet. Ytterligere eksempler på universell utforming i kryss er vist i Håndbok 017 "Veg- og gateutforming".

Mer informasjon om dette temaet kan fås hos Deltasenteret www.shdir.no/deltasenteret/www.shdir.no/publikasjoner/veiledere/ledelinjer_i_gategrunn_29608.

2.3.2 Styringsmetode/tidssetting

Et signalregulert gangfelt kan være tidsstyrt eller trafikkstyrt.

Tidsstyring

Tidsstyrt anlegg uten detektering av verken fotgjenger eller kjøretøy, kan være aktuelt i by-sentra hvor det er så mye fotgjengere at det som regel alltid vil være ventende fotgjengere. I slike anlegg vil det være ønskelig med så kort omløpstid som mulig for å redusere ventetiden for de gående.

Trafikkstyring

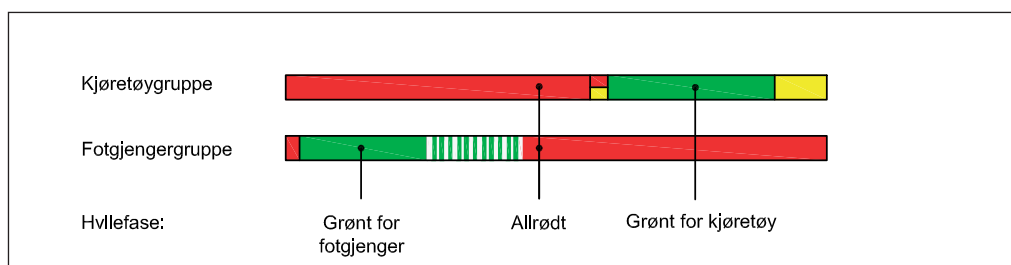
Trafikkstyrte anlegg kan fungere med kun detektering av fotgjengere (trykknapp) eller med detektering av både fotgjengere og kjøretøy. Det er vanlig å etablere anlegg med full detektering.

I anlegg med både detektering av fotgjengere og kjøretøy, kan minimumstiden for

kjøretøy settes lav da luketidskravet til detektorene vil sørge for forlengelse av grøntiden.

I trafikkstyrte anlegg skal hvilefase og hvilepunkt defineres. Det er mulig med hvilefase:

- Ved grønt for kjøretøygruppene.
- Ved rødt for alle grupper (allrødt).
- Ved grønt for fotgjengere, uten trykknapp og full detektering av kjøretøy- og sykkeltrafikk.



Figur 2-21: Mulige hvilefaser i gangfeltanlegg.

Hvilefase ved grønt for kjøretøygruppene anbefales. Hvilepunktet kan være 1 sekund etter utløpt minimum grøntid for kjøretøygruppene. Ønsker man en sterkere prioritering av de gående kan hvilepunktet settes til for eksempel 10 sekunder før utløp av maksimumstiden. Hvilepunktet bør imidlertid være så lenge før utløp av maksimumstiden at et ankommende kjøretøy ikke risikerer å få rødt lys rett før gangfeltet som følge av et anrop til trykknapp.

Generelt sett kan en hvilefase med grønt lys for kjøretøytrafikken være med på å drive opp hastighetsnivået noe, da enkelte kjørende vil se det grønne lyset tidlig og kjøre fort for å rekke og krysse før det blir rødt lys.

Hvilefase ved allrødt krever detektering av kjøretøygruppene samt eventuelt syklende i kjørebanelen. En slik løsning kan imidlertid være problematisk hvis det er liten gangtrafikk slik at kjøretøy som ankommer på rødt nesten alltid vil få grønt når det nærmer seg gangfeltet. Dette kan medføre at de kjørende venner seg til at de får grønt lys og ikke reduserer hastigheten. Dette kan skape trafikkfarlige situasjoner de gangene det faktisk er en fotgjenger som vil krysse. Detekteringen av de kjørende bør derfor legges opp slik at:

- Kjørende detekteres så tidlig at de får grønt lys i en avstand fra gangfeltet som overstiger stopplengden. Kjørende vil da venne seg til at det er en fotgjenger som skal krysse når de ikke får grønt lys i denne avstanden.

- Innveksling av kjøretøyfasen skjer så sent at de kjørende blir tvunget til å stanse helt opp før de får grønt lys. Dette vil gi unødvendig forsinkelse for kjøretøytrafikken, men samtidig redusert hastighetsnivå.

Samkjøring

Signalregulerte gangfelt som inngår i samkjøring av flere signalregulerte kryss kan være rent tidsstyrte eller trafikkstyrte. Av hensyn til ventetiden for fotgjengerne vil det være ønskelig med kort omløpstid. Dette kan oppnås ved å sette omløpstiden i gangfeltanlegget lik halve omløpstiden i de øvrige kryssene i samkjøringen, dette gir imidlertid redusert kapasitet for kjøretøygruppene.

For å opprettholde samkjøring ved bruk av trykknapper bør det ligge en fast signalplan i bunn som viser til hvilken tid en fotgjengergruppe kan veksles inn. Trykknappen for fotgjengere kan da benyttes til å velge om fotgjengergruppen skal tas inn (ved trykknappanrop) eller hoppes over (ikke trykknappanrop).

2.3.3 PUFFIN – utforming og virkemåte

PUFFIN-konseptet for utforming av gangfeltanlegg stammer opprinnelig fra Storbritannia. Her ble konseptet introdusert i 1993. PUFFIN står for "Pedestrian User-Friendly Intelligent". Konseptet er i utgangspunktet tilrettelagt for rene signalregulerte gangfelt (ikke kryss).

I forhold til et tradisjonelt signalregulert gangfelt består PUFFIN-konseptet av flere ulike "moduler" som til sammen beskriver konseptet:

- Lyssignalene for fotgjengere skal stå på samme side som fotgjengerne og plasseres slik at fotgjengerne har blikket vendt mot kjøretøytrafikken i nærmeste felt.
- Detektering av fotgjengere i gangfeltet forlenger rødtiden for kjøretøyene.
- Detektering av fotgjengere på fortauet muliggjør kansellering av "falske" fotgjengeranrop.

PUFFIN-anlegg bør kun etableres i gangfelt med liten og moderat fotgjengertrafikk. Etablering av PUFFIN-anlegg skal kun skje etter samråd med Vegdirektoratet. I gangfelt med stor fotgjengertrafikk vil PUFFIN-konseptet ofte føre til lange rødtider for kjøretøygruppene med tilsvarende redusert kapasitet.

Et PUFFIN-anlegg krever en viss innkjøringstid før alle brukerne har vent seg til denne type anlegg. Dette gjelder spesielt ved eventuell ombygging av eksisterende tradisjonelle anlegg. Ved etablering av PUFFIN-anlegg skal det gis god lokal informasjon til brukerne, i form av midlertidige skilt på stedet og produksjon og utdeling av brosjyrer. Ofte vil det være en stor andel faste brukere av et gangfelt, som slik vil lære seg å bruke anlegget korrekt.

PUFFIN kan også benyttes der det er trafikkøy. Hvis det er behov for trykknapp på trafikkøya skal gangfeltet saksnes. Inntil videre bør slike anlegg unngås, og andre utføringer vurderes.

Lyssignalene for fotgjengere

Lyssignalene for fotgjengere flyttes fra stolpe på motsatt side av vegen til stolpe på den siden av vegen man ankommer gangfeltet. Lyssignalene monteres lavt på stolpen og vinkles slik at når fotgjengerne ser på lyssignalet står han/hun med blikket vendt mot innkjørende kjøretøytrafikk i nærmeste felt.



Figur 2-22: Siktretning for fotgjenger i ordinært anlegg og i Puffin-anlegg.

Flytting av lyssignalet gjør det lettere for svaksynte å se gangsignalene.

Den "blinkende grønne mannen" i et tradisjonelt anlegg utgår. Fotgjengersignalet i PUFFIN-konseptet viser enten rød eller grønn mann. Lyssignalet er også montert slik at en fotgjenger ikke skal se lyssignalet når han/hun er i gangfeltet. Tanken bak dette er at fotgjengere ikke skal bli stresset av å se blinkende grønn mann/rød mann når de er i gangfeltet.

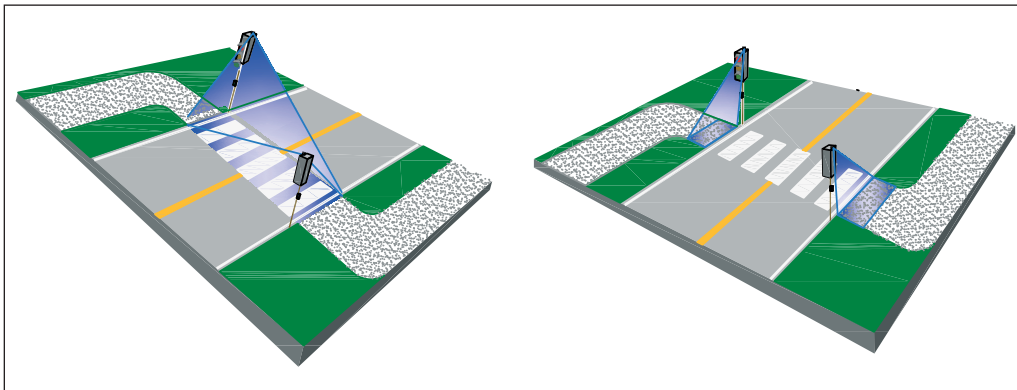
Lengden for "grønn mann" kan reduseres i forhold til et tradisjonelt anlegg. Den "grønne mannen" skal først og fremst være et signal til fotgjengerne om at de kan starte kryssingen og ikke være så lang at fotgjengerne nødvendigvis klarer å krysse hele vegen på "grønn mann". Siden det kun er akustisk signal når det er "grønn mann" må lengden være så lang at svaksynte rekker å lokalisere retningen på det akustiske signalet og finne riktig gangretning før det akustiske signalet/ "grønn mann" tar slutt. Som utgangspunkt kan lengden på "grønn mann" settes til 5 sekunder.

Detektering av fotgjengere

PUFFIN-konseptet detekterer fotgjengerne på to steder/måter.

Detektorer rettet mot gangfeltet benyttes til å forlenge rødtiden for kjøretøyene til de gående har krysset veien. Rødtiden for kjøretøyene kan dermed tilpasses den tiden fotgjengerne faktisk bruker på å krysse veien. En jogger/syklist som krysser veien raskt, gir derfor kort rødtid for kjøretøyene. En person som bruker lengre tid, for eksempel en bevegelseshemmet, gir lengre rødtid for de kjørende.

Fordi gjennomsnittet av befolkningen går fortere enn hva som ligger i dimensjoneringsgrunnlaget for signalanlegg (1,2 m/s), vil detekteringsprinsippet i PUFFIN medføre redusert rødtid og dermed redusert forsinkelse for de kjørende.



Figur 2-23: Prinsipp for detektering av fotgjengere.

Detektorer rettet mot fortauet, skal gjøre det mulig å annullere trykknappanrop fra fotgjenger i de tilfellene en fotgjenger ikke venter på grønt lys. Det kan for eksempel gjelde:

- Fotgjengere som trykker, men krysser veien på rødt lys i en tidsluke i kjøretøytrafikken.
- Fotgjengere som trykker, men ombestemmer seg og går videre uten å krysse.

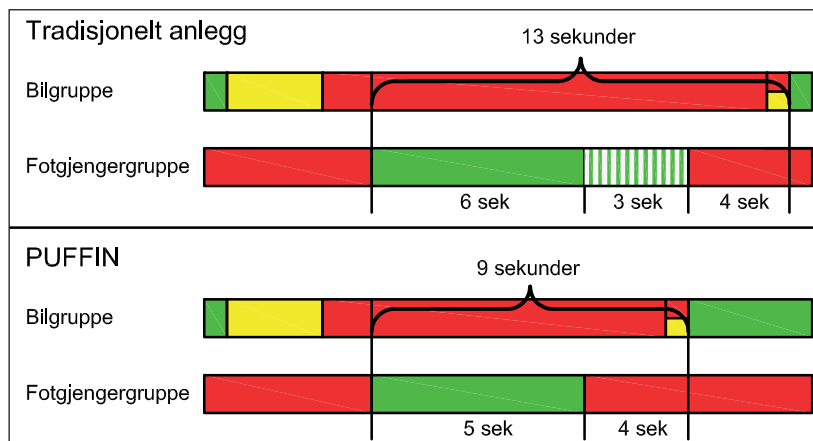
Fjerning av trykknappanrop vil gi redusert forsinkelse for kjøretøytrafikken da man unngår en unødvendig innveksling av fotgjengerfasen. Dette vil også være med på å øke respekten for lyssignalene da systemet vil virke mer fornuftig for de kjørende.

Detektering av kjøretøy

Detektering av kjøretøytrafikken kan skje etter samme prinsipp som i et tradisjonelt gangfeltanlegg.

Tidssetting

Av hensyn til trafiksikkerheten og usikkerhet knyttet til påliteligheten til detektorstyret, skal det opereres med sikkerhetstid også i PUFFIN-anlegg. I PUFFIN-anlegg skal minimum tømningstid for gående beregnes ut i fra en ganghastighet på 2,0 m/s.



Figur 2-24: Tidssetting PUFFIN-anlegg. Eksempel som viser forskjell i minimumstider mellom tradisjonelt anlegg og PUFFIN-anlegg (8 meter vegbredde).

Siden tiden med allrødt er variabel, skal det i tillegg defineres en maksimumstid for tiden med allrødt. Maksimumstiden bør settes relativt høyt (for eksempel gatebredde i meter x 3 sekunder) slik at det meget sjelden er gående ute i gangfeltet når kjøretøyene får grønt lys.

2.4 Kollektivprioritering

2.4.1 Innledning

Det skal tas spesielt hensyn til kollektivtrafikk (buss og sporvogn) ved planlegging og drift av signalanlegg. Foreliggende kapittel beskriver hvordan kollektivtrafikken kan prioriteres i signalanlegg med hovedvekt på den signaltekniske prioriteringen. (For enkelthets skyld er det i den videre teksten vanligvis brukt uttrykket "buss" som betegnelse for kollektivtrafikk, men dette gjelder i stor grad også for sporvogn der slike finnes).

Ytterligere hjelp for tilrettelegging for kollektivtrafikk kan finnes i Håndbok 232 "Tilrettelegging for kollektivtransport på veg".

2.4.2 Viktig med fysisk tilrettelegging

Kollektivfremkommeligheten er best der kollektivtrafikken går i kollektivfelt eller i kollektivgater, fordi dette gir forutsigbare ankomsttidspunkter og effektiv signalprioritering. Mange steder går imidlertid kollektivtrafikken i kjørefelt med blandet trafikk i overbelastede gater med kø og generelt dårlig avvikling, og der blir signalprioritering lite effektiv.

Signalprioritering kan ikke alene sikre kollektivtrafikken god fremkommelighet, men er et viktig hjelpemiddel. For å danne gode vilkår for signalprioritering og oppnå god fremkommelighet for kollektivtrafikken, er det derfor viktig å vurdere om det kan gjøres endringer i selve trafikksystemet gjennom å for eksempel:

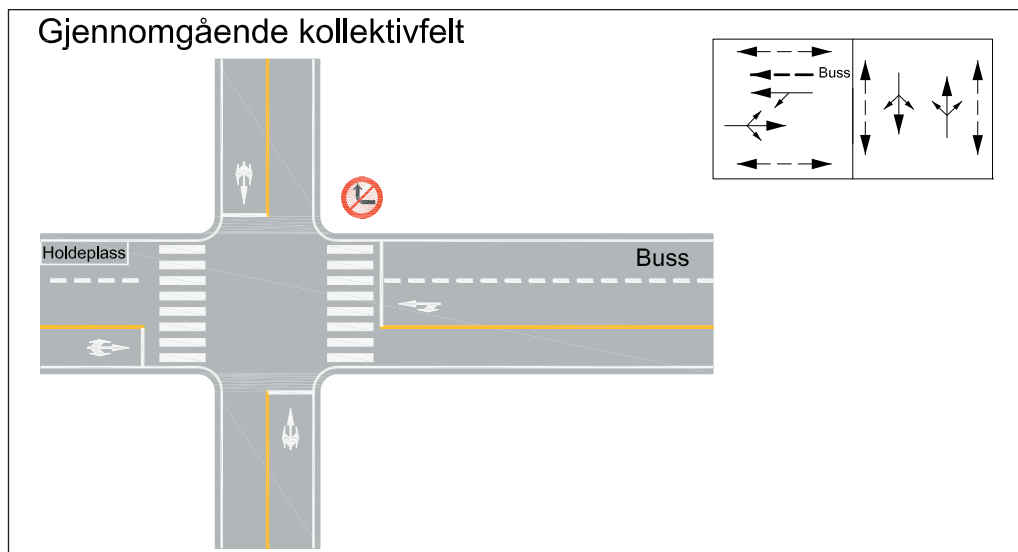
- legge kollektivlinjene i de gater hvor det er mulig å oppnå god fremkommelighet,
- etablere egne kollektivfelt der det er mulig,
- etablere svingeforbud,
- forkjørregulere gater med kollektivlinjer,
- begrense kjøretøytrafikken i områder med blandet trafikk,
- flytte holdeplasser,
- endre kryssutforming for å sikre at høyresvingende busser ikke hindres av kjøretøy som står på rødt lys i sidegaten.



Figur 2-25: Kø gir dårlige vilkår for signalprioritering.

Eksempel – Gjennomgående kollektivfelt

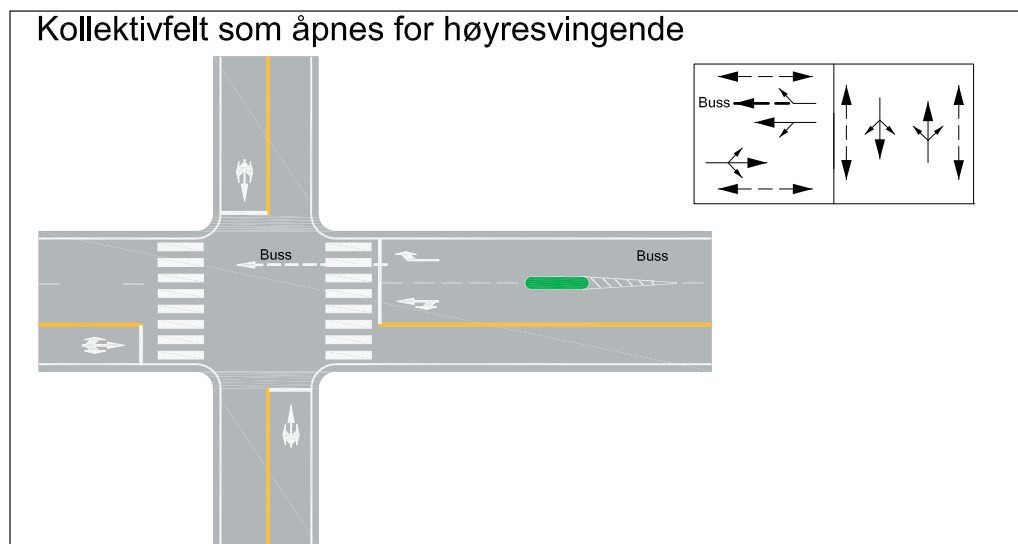
Hvis det ikke er behov for å tillate høyresvingende trafikk, kan kollektivfeltet føres helt frem til stopplinjen. Når høyre felt videreføres etter krysset enten i form av kollektivfelt eller vanlig kjørefelt, kan kollektivtrafikken avvikles samtidig med kjøretøytrafikken. Hvis en eventuell holdeplass kan plasseres **etter** krysset er utgangspunktet bra for å etablere en god signalprioritering i krysset.



Figur 2-26: Eksempel på gjennomgående kollektivfelt.

Eksempel – Kollektivfelt som åpnes for høyresvingende trafikk

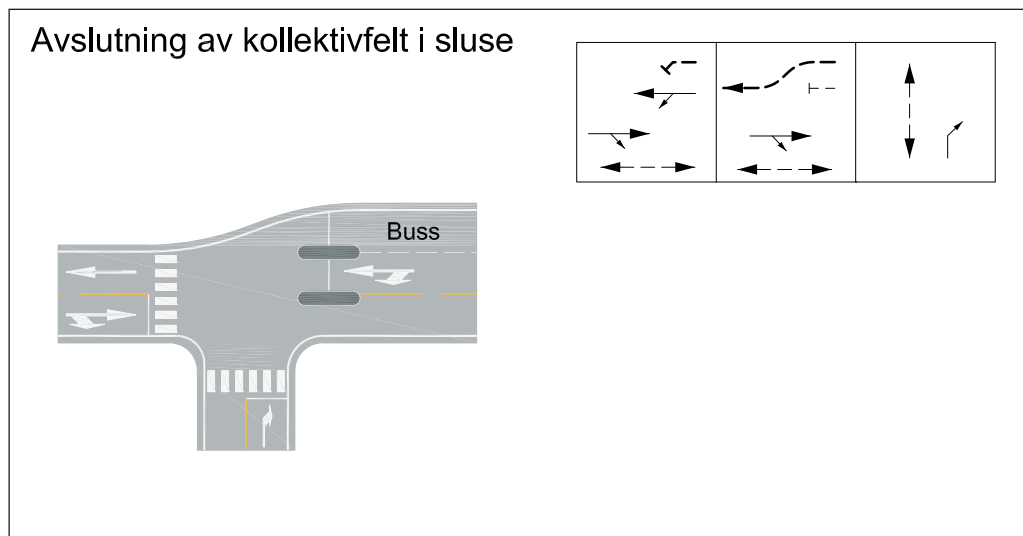
Hvis det er behov for å avvikle høyresvingende trafikk i krysset kan kollektivfeltet avsluttes i et høyresvingefelt der bussen unntas fra svingepåbudet. Hvis det er fare for kødannelse i høyresvingefeltet bør starten av feltet markeres med en trafikkøy for å hindre at køen vokser bakover i kollektivfeltet. Når høyre felt videreføres etter krysset enten i form av kollektivfelt eller vanlig kjørefelt, kan kollektivtrafikken avvikles samtidig med kjøretøytrafikken. Hvis en eventuell holdeplass kan plasseres etter krysset er utgangspunktet bra for å etablere en god signalprioritering i krysset også i denne løsningen.



Figur 2-27: Eksempel på kollektivfelt som åpnes for høyresvingende.

Eksempel – Avslutning av kollektivfeltet i en sluse

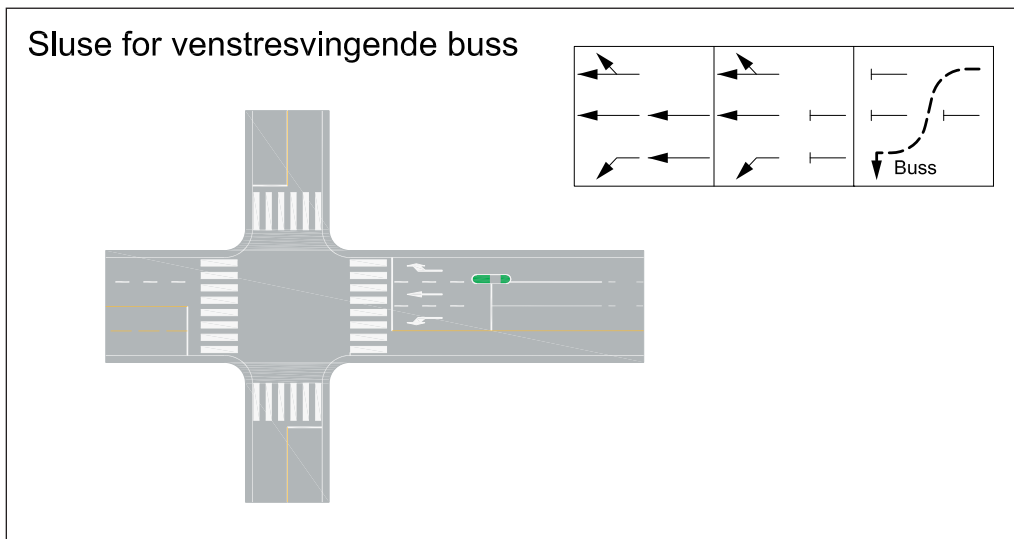
Hvis høyre felt ikke kan videreføres etter krysset kan kollektivfeltet avsluttes i en signalregulert sluse. Formålet med slusen er å stoppe trafikken i det parallellgående kjøretøfeltet når bussen kommer, slik at bussen kan fortsette uhindret fra kollektivfeltet og inn i på strekningen med blandet trafikk. Løsningen kan også benyttes til å begrense antall kjøretøy som slippes inn på strekningen med blandet trafikk for å sikre god avvikling på denne strekningen (tilfartskontroll).



Figur 2-28: Eksempel på avslutning av kollektivfelt i sluse.

Eksempel – Sluse for venstresvingende buss

Hvis et høyreplassert kollektivfelt skal benyttes av både rettframkjørende og venstresvingende busslinjer kan man benytte en løsning med to stopplinjer. Prinsippet er at kø-magasinet mellom stopplinjene skal være tomt når tilfarten har rødt lys slik at en buss som skal til venstre, uhindret kan veksle fra kollektivfeltet og over til svingefeltet og avvikles som første kjøretøy, når svingefeltet får grønt signal. Løsningen hjelper venstresvingende buss uten å introdusere egen kollektivfase som reduserer avviklingskapasiteten i krysset. Ordinær biltrafikk bør få grønt lys i slusen før eller minimum samtidig, som det blir grønt lys for disse i hovedkrysset.



Figur 2-29: Eksempel på sluse for venstresvingende buss.

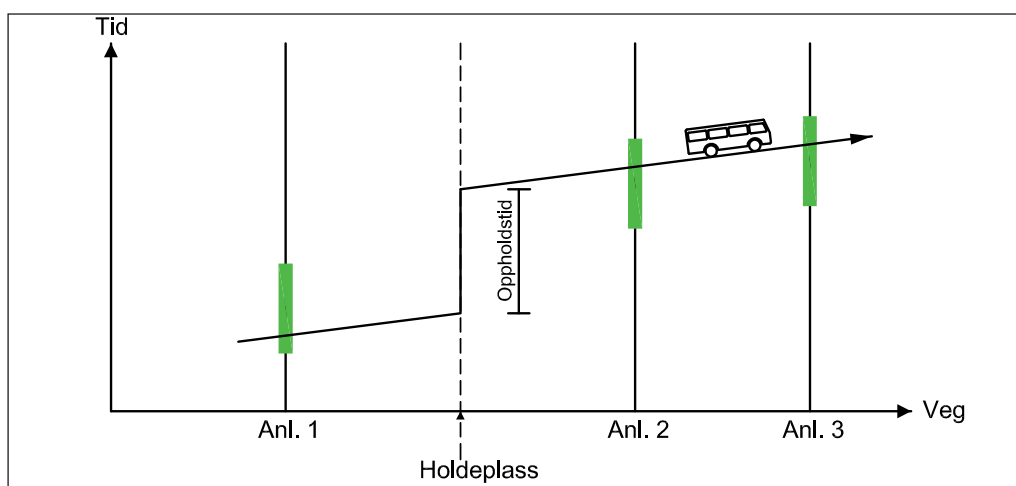
2.4.3 Signalanleggets styringsform har betydning

Styringsformen i signalanlegget er bestemmende for hvor effektiv signalprioriteringen kan bli. Tidsstyrte anlegg har begrenset mulighet til å prioritere kollektivtrafikken fordi omløpstiden er fast og signalanlegget må tilbake til fast omløp etter prioriteringen. Trafikkstyrte anlegg har ikke slike bindinger i omløpstiden og har dermed større frihet i valg av prioriteringsform.

2.4.4 Passiv signalprioritering

I anlegg med passiv signalprioritering er fordelene for kollektivtrafikken fast programmert i anlegget og anlegget tar ikke hensyn til den faktiske ankomsten til den enkelte buss (Ingen detektering av kollektivtrafikken). Prioriteringsformen benyttes primært i tidsstyrte signalanlegg. Passiv prioritering i signalanlegg gis for eksempel ved at fasen med kollektivtrafikk gis lengre grøntid på bekostning av andre faser, enn det kjøretøytrafikken i "kollektivfasen" skulle tilsi ut i fra lastfaktorer.

I samkjørte signalanlegg der det er lagt vekt på å etablere "grønn bølge" for kjøretøytrafikken, får noen ganger bussen "rød bølge" som følge av stopp på holdeplass mellom kryssene. Tilpassing av samkjøringen til bussens kjøremønster vil være et tiltak innenfor kategorien passiv prioritering.



Figur 2-30: Samkjøring tilpasset bussens kjøremønster.

2.4.5 Aktiv signalprioritering

Aktiv prioritering vil si prioritering basert på selektiv detektering av kollektivtrafikken slik at kollektivenhetene kan påvirke signalvekslingen, for eksempel gjennom å øke grønttiden slik at bussen rekker igjennom før anlegget veksler til rødt.

Detektering

Grunnlaget for aktiv prioritering er kunnskap om når bussen har behov for grønt signal. Det er derfor behov for å kunne detektere bussen. Hvis bussen kjører i kollektivfelt eller i bussgate kan dette gjøres ved hjelp av vanlige kjøretøydetektorer hvis det ikke er andre trafikanter i feltet.

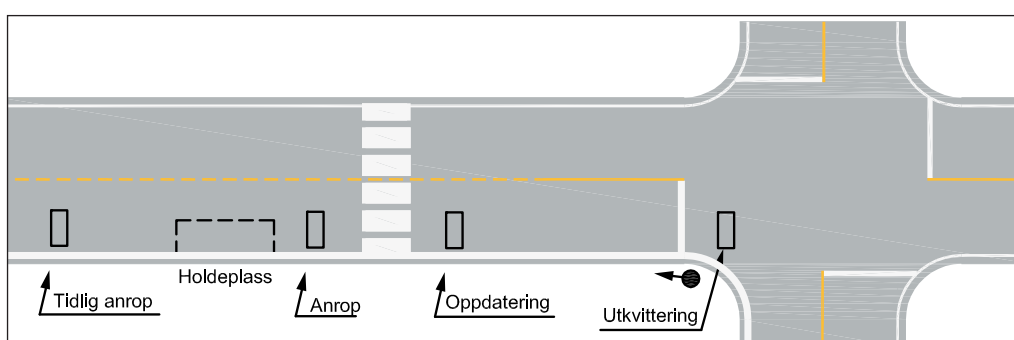
Hvis derimot bussen deler kjørefelt med annen trafikk er det behov for selektiv detektering av bussen slik at det kan skilles mellom kollektivtrafikk og annen trafikk. Det finnes ulike systemer for selektiv detektering, blant annet:

- radiodetektering,
- induktiv kommunikasjon,
- induktive sløyfer.

Se kapittel 2.8.3 for utfyllende informasjon om detektortyper.

Detektorsystemene kan (i varierende grad) brukes til å etablere følgende typer anrop:

- Tidlig anrop når bussen er i passende avstand til for eksempel å blokkere innveksling av andre signalgrupper/faser.
- Anrop når bussen er i passende avstand til å starte for eksempel innveksling av bussfasen.
- Oppdatering av anropet hvis bussen har holdt annen hastighet enn antatt.
- Utkvittering av grøntbehovet når bussen passerer stopplinjen.



Figur 2-31: Prinsipp for lokalisering av kollektivanrop.

For å få en mest mulig presis prioritering er det fordelaktig at detektorene plasseres slik at tidsforbruket mellom detektorpassering og stopplinjen er forutsigbar. På grunn av varierende tidsforbruk på holdeplasser bør disse derfor plasseres nedstrøms krysset eller i god avstand oppstrøms krysset slik at detektorene kan ligge nedstrøms holdeplassen.

Radiodetektering kan åpne for mer presis detektering på holdeplasser, ved for eksempel "dør lukker".

Virkemåte

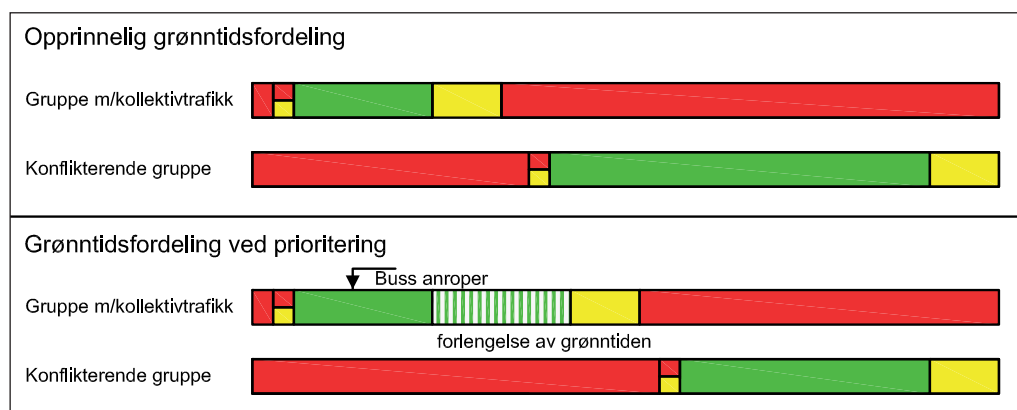
Signalteknisk prioritering i et signalanlegg er vanligvis bygget opp av en eller flere av følgende funksjoner:

- Forlengelse. Hvis bussen ankommer på grønt signal forlenges grøntiden til bussen har krysset stopplinjen.
- Avkorting. Hvis bussen ankommer på rødt signal avkortes grøntiden for de konflikterende gruppene som har grønt, eller som skal ha grønt før bussen, slik at bussen får grønt så fort som mulig.
- Hopp i faserekkefølgen. Hvis bussen ankommer på rødt signal endres faserekkefølgen slik at fasen med busstrafikk veksler tidligere inn enn den ellers ville ha gjort.
- Allrød vending. Hvis bussen ankommer når gruppen har begynt å veksle ut, men før konflikterende grupper har begynt sin innveksling, kan bussens signalgruppe gå til rødt og deretter veksle tilbake grønt via rød/gult.

Målet med prioriteringen er å gi kollektivtrafikken en kort og forutsigbar reisetid gjennom signalanlegget. Hva som faktisk kan oppnås i det enkelte anlegg er avhengig av en rekke forhold som detektoravstand, faseplan, forekomst av konflikterende kollektivtrafikk, samt hensyn til trafikksikkerhet og generell trafikkavvikling.

Forlengelse

I denne funksjonen medfører anrop fra buss som ankommer på grønt signal, forlengelse av grønttiden eventuelt ut over ordinær maksimal grønttid for signalgruppen.



Figur 2-32: Prinsipp for forlengelse av grønttiden for kollektivtrafikk.

Dette er et effektivt prioriteringstiltak som kan hindre at bussen får stopp i krysset og må vente til neste omløp.

Grøntidstillegget kan gis på ulike måter:

1. I form av "reservering" av lang grøntid ved innmelding og etterfølgende utkvittering av grønnbehov ved passering av stopplinjen. Prinsippet krever 2 detektorer og entydig detekteringssystem som gir sikkerhet for at utkvittering faktisk vil skje.
2. I form av "luketid" der det gis et fast påslag i grønttiden i forhold til anropstidspunktet som er tilpasset antatt kjøretid fra detektoren til stopplinjen. Enkelt prinsipp som styres av en detektor, men upresist siden det gir samme påslag uavhengig av om det er kø i tilfarten eller ikke.
3. I form av "fast påslag" til maksimum grøntid. Enkelt prinsipp som styres av en detektor, men upresist siden det gir samme forlengelse av maksimum grøntid uavhengig av behovet til den enkelte buss. Ved lite kø i tilfarten kan gruppen bli liggende grønn etter at bussen har passert.

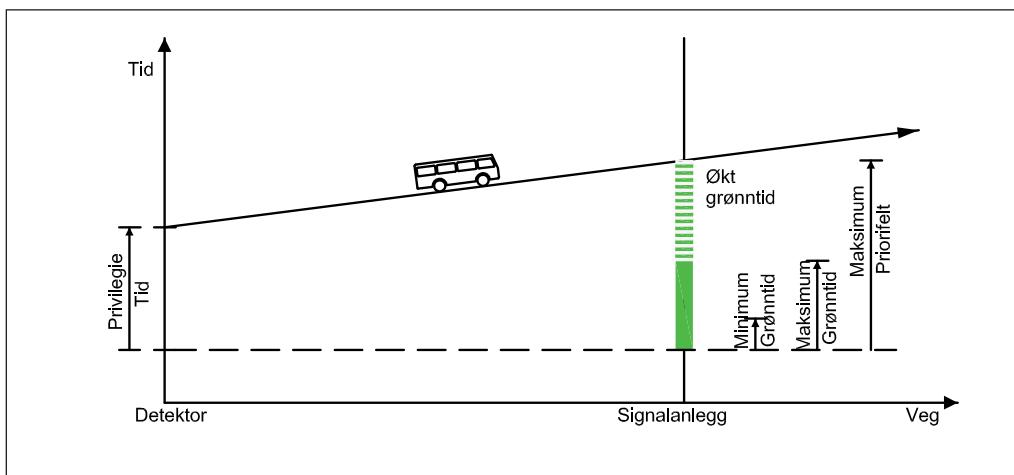
Metode 1 gir den sikreste prioriteringen av kollektivenhetene og den mest entydige utmålingen av grønttiden i signalanlegget og anbefales benyttet, særlig der bussen går i kjørefelt sammen med annen kjøretøytrafikk. Den tiden gruppen kan være grønn

ved kollektivanrop kalles "maksimumsprioritet", og den er vanligvis lengre enn gruppens ordinære maksimum grønttid.

Ved fastsettelse av maksimumsprioritet bør man i tillegg til å ta hensyn til kollektivtrafikken, også ta hensyn til ventetiden man påfører fotgjengere og andre trafikanter i de konflikterende signalgruppene.

Innenfor en fase kan det være ønskelig å kunne forlenge grønttid for flere kollektivenheter på rad (etterfølgende eller i motsatt retning) innenfor maksimumsprioritet, men det er ikke ønskelig å forlenge grønttid for en trikk eller buss som ikke har mulighet til å nå fram til stopplinjen før maksimumsprioritet utløper. Dette unngås gjennom å benytte "privilegietid for kollektivtrafikk". Privilegietid for kollektivtrafikk tilpasses i forhold til maksimumsprioritet slik at forskjellen mellom de to tidene er normal kjøretid (uten forsinkelser) fra meldepunktet til stopplinjen.

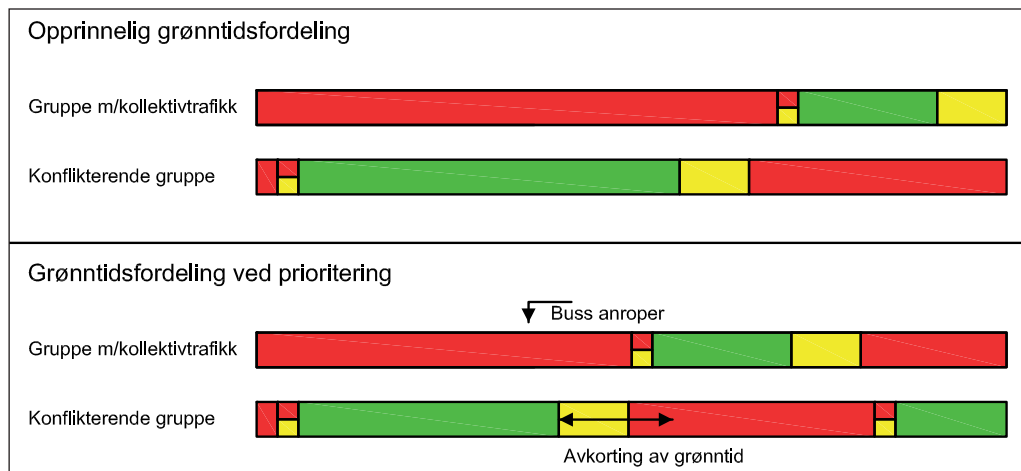
Det bør imidlertid vurderes særskilt om det er ønskelig å prioritere etterfølgende enheter (f.eks. ved 2 enheter i samme linje eller ved liten holdeplasskapasitet nedstrøms krysset).



Figur 2-33: Aktiv signalprioritering - forlengelse.

Avkorting

I denne funksjonen medfører anrop fra buss som ankommer på rødt signal, at grønttiden for de konflikterende gruppene som har grønt, eller som skal ha grønt før bussen, avkortes.



Figur 2-34: Prinsipp for avkorting av grøntid for konflikterende trafikk.

Ved avkorting skal kravet til gruppenes minimum grøntid overholdes. Ofte er det fotgjengergruppene som er dimensjonerende, fordi disse ofte har lengre minimumstid og lengre uttømmingstid enn kjøretøygruppene.

Kjøretøygrupper har vanligvis kort minimumstid, 4-10 sekunder. Når det er kjøretøy i tilfarten kan det være uheldig å avkorte gruppen ned til minimumstid både ut i fra hensynet til avviklingskapasitet og trafiksikkerhet. Det kan da defineres en nedre grense for avkorting som er lengre enn minimumstiden, såkalt "Garantert tid".

Hvis det også er kollektivtrafikk i den gruppen som skal avkortes, bør det tas hensyn til dette ved utforming av systemet fordi avkorting kan:

- Stoppe buss som ellers ville passert krysset på grønt signal.
- Gi økt kødannelse i denne tilfarten som kan ramme senere busser.

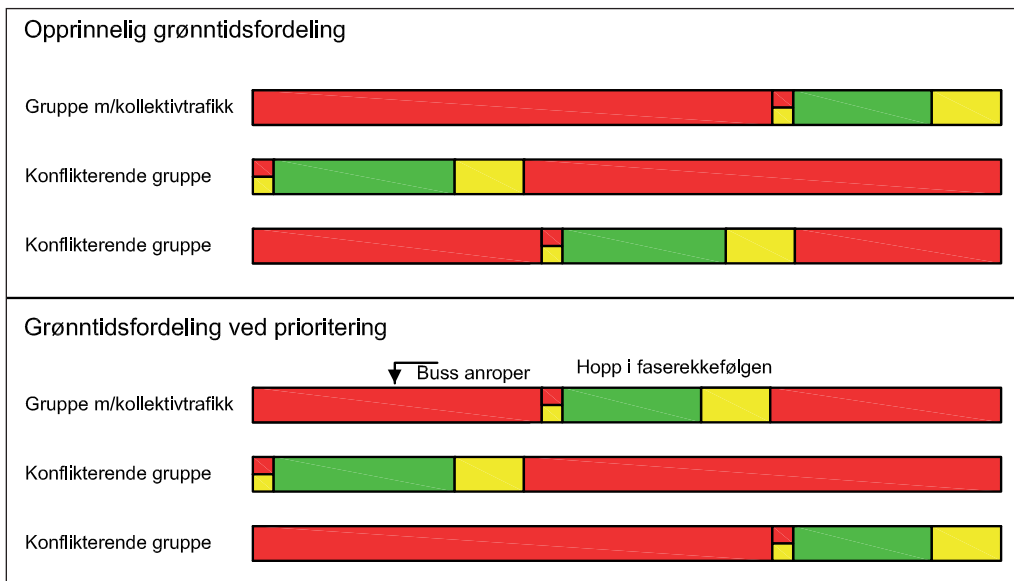
Avbøtende tiltak kan være:

- Å detektere bussene også i denne tilfarten og bare tillate avkorting hvis det ikke er registrert buss på veg inn mot krysset.
- Å gi tilfarten økt maksimum grøntid som kompensasjon for redusert kapasitet i omløp med avkorting.

I kryss med konflikterende kollektivtrafikk må busslinjenes avgangsfrekvens og relative viktighet inngå i vurderingen av bruk av avkorting som prioriteringsform.

Hopp i faserekkefølgen

I denne funksjonen medfører anrop fra buss som ankommer på rødt signal, at faserekkefølgen endres slik at fasen med busstrafikk veksler tidligere inn enn den ellers ville ha gjort.



Figur 2-35: Prinsipp for hopp i faserekkefølge

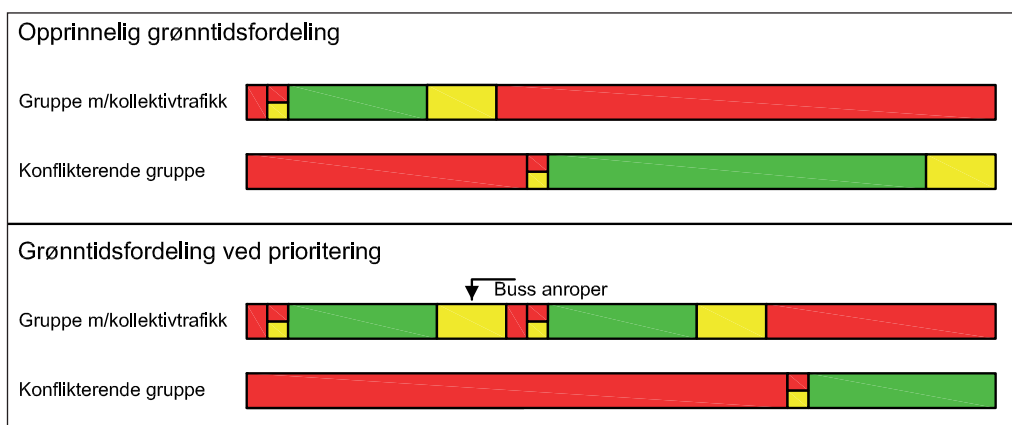
“Faste” trafikanter i et anlegg som mener å kjenne vekslingsforløpet i krysset, kan agere ut i fra forventet vekslings og ikke ut i fra hva signalet viser. Hopp i faserekkefølgen og allrød vending er derfor tiltak som kan medføre redusert sikkerhet, og bør derfor ikke brukes i alle situasjoner.

Bruk av ekstra innveksling av en fase utenfor “normal rekkefølge” kan vurderes i anlegg med 3 eller flere faser med bakgrunn i følgende retningslinjer:

- Trafikkstyrt anlegg
 - o Hvis fasen normalt bare har kollektivgrupper – ekstra innveksling tillatt.
 - o Hvis fasen normalt ikke har fotgjengere – ekstra innveksling tillatt.
 - o Hvis fasen normalt har fotgjengere og disse har anrop – ekstra innveksling tillatt hvis fotgjengerne også kommer inn.
 - o Hvis fasen inneholder kollektivgrupper med egne kollektivsignal – ekstra innveksling av bare kollektivgrupper kan vurderes.
- Tidsstyrte anlegg
 - o Hvis fasen ikke har fotgjengergrupper – ekstra innveksling kan vurderes.
 - o Hvis fasen har fotgjengergrupper – ekstra innveksling kan kun vurderes hvis fotgjengergrupper også tas inn.

Vending gjennom rødt

I denne funksjonen medfører anrop fra buss som ankommer når gruppen har begynt å veksle ut, men før konflikterende grupper har begynt sin innveksling, at bussens signalgruppe går til rødt og deretter veksler tilbake til grønt via rød/gult.



Figur 2-36: Prinsipp for vending gjennom rødt.

Bruk av vending gjennom rødt kan vurderes med bakgrunn i følgende retningslinjer:

- Trafikkstyrt anlegg:
 - o 2 faser med anrop til fotgjenger – vending ikke tillatt.
 - o 2 faser uten anrop til fotgjenger – vending kan vurderes.
 - o 3 eller flere faser – vending tillatt.
- Tidsstyrte anlegg:
 - o 2 faser – vending ikke tillatt.
 - o 3 eller flere faser m/blandingsfaser – vending ikke tillatt.
 - o 3 eller flere faser m/ egen vrimlefase – vending tillatt.

Maksimal ventetid

Ved prioritering av enkelte grupper skal det ikke være mulig å hoppe over en anropt fase 2 ganger på rad. Etter 150 sekunders rødtid etter anrop for en gruppe, skal tvangsinnveksling igangsettes. Dette vil også hindre at anlegget faller i gulblink pga. omløpsovervåking (maks 250 sekunder).

Maksimumsprioritet for en gruppe bør ikke overstige 70 sekunder.

2.5 Dimensjonerende trafikk og beregningsmetoder

2.5.1 Dimensjonerende trafikk

For å kunne planlegge et signalanlegg trenger man kunnskap om trafikkbelastningen. Ideelt sett bør man ha trafikk tall for alle vegarmene inn mot krysset som viser variasjon i timetrafikken over en hel uke. Vurdering av disse vil vise behovet for hvor mange ulike signalplaner / signalprogrammer krysset bør ha. For hver signalplan/ signalprogram bør man ha et representativt trafikkgrunnlag som består av:

- Antall kjøretøy i de ulike trafikkstrømmene med tungtrafikkandeler.
- Antall kollektivkjøretøy i de ulike trafikkstrømmene.
- Antall fotgjengere over de ulike gangfeltene.
- Antall syklistene i de ulike trafikkstrømmene.

Dimensjonerende trafikk defineres som timetrafikken i den eller de timene som har størst trafikk. Dimensjonerende time(r) oppstår som regel i morgen- eller ettermiddagsrushet. En vanlig metode for bestemmelse av dimensjonerende trafikk er å telle trafikken i 2 timer for både morgenrushet (7-9) og ettermiddagsrushet (15-17) og benytte de 4 etterfølgende kvarter som gir størst total trafikk, som dimensjonerende time.

Registrering av trafikk i kortere tidsperioder vil gi større usikkerhet i trafikk tallene.

Ved bestemmelse av dimensjonerende trafikkgrunnlag er det viktig å huske på at gang- og spesielt sykkeltrafikken i de fleste situasjoner er størst i sommerhalvåret. Antallet gående og syklende kan også være mer væravhengig enn antallet kjørende.

Kort avstand til skole kan gi veldig mange gående og syklende skoleelever. Denne trafikken er som regel klart størst og mest konsentrert i morgenrushet før skolestart.

2.5.2 Beregningsmetode avviklingsforhold

En fullstendig kapasitetsberegning av et signalanlegg er komplisert på grunn av de mange sekundærkonfliktene og er vanskelig å utføre manuelt. Det anbefales derfor å benytte egne programmer laget for dette formålet. Det finnes flere programmer (f.eks Capcal eller Sidra Intersection) og de fleste tar hensyn til:

- Tungtrafikkandeler
- Stigningsforhold i tilfarten
- Kjørefeltbredder
- Lengden på korte kjørefelt
- Sekundærkonflikter i forhold til motgående trafikk og fotgjengere.

De fleste metodene beregner metningsvolum ut i fra disse forholdene. På grunn av kompleksiteten i beregningene er det fornuftig å kontrollere at de beregnede metningsvolumene er fornuftig.

En fullstendig kapasitetsberegning vil gi resultater i form av blant annet optimal omløpstid, grøntidsandeler, belastningsgrad, forsinkelse og kølengde i hver tilfart/felt.

For å få mest mulig riktige resultater er det viktig å legge inn riktige minimumstider for fotgjengergruppene. I tilfarter med liten trafikk vil det ofte være lengden på parallellgående fotgjengergruppe som er dimensjonerende for grønttiden. Er det liten fotgjengertrafikk og trykknapper slik at fotgjengergruppen sjelden innveksles, bør det vurderes hvilken minimumstid som skal benyttes i beregningene (kjøretøygruppens, fotgjengergruppens eller en "gjennomsnittstid").

2.5.3 Forenklet beregningsmetode avviklingsforhold

På grunn av kompleksiteten i en kapasitetsberegning for et signalanlegg er det vanskelig å lage en fullgod forenklet metode. En forenklet metode ser på den totale kapasiteten i krysset sammenlignet med summen av dimensjonerende trafikk i hver fase. På en overordnet måte kan krysskapasiteten beregnes som:

$$\text{Kapasitet} = 1800 - 100 \times (\text{antall faser})$$

"Metningsvolumet" (1800 kjt/t) tilsvarer maksimal kapasitet for et felt for en time. Tilsvarer tapt tid i signalanlegget på grunn av fasevekslingene.

Dimensjonerende trafikk for hver fase beregnes som største kjøretøytrafikk i et av feltene som inngår i hver fase.

I noen faser kan gangfelt være dimensjonerende og dette bør kontrolleres. Gangfelt omregnes da til kjøretøytrafikk ved at 1 meter gangfeltlengde tilsvarer 25 kjt/t. Dette vil til en viss grad ta hensyn til minimum grønttid for fotgjengergruppene, men metoden tar ikke hensyn til eventuelle sekundærkonflikter mellom svingende kjøretøy og fotgjengere.

Ut i fra dette kan kryssets belastningsgrad, B, beregnes som:

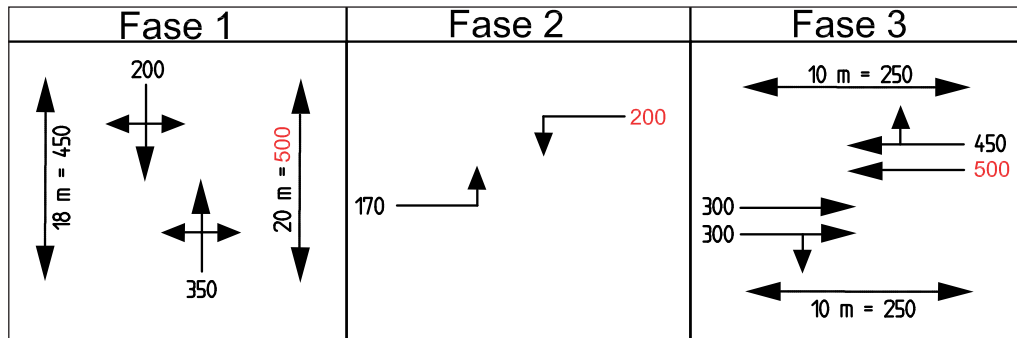
$$B = \frac{\text{"Dimensjonerende trafikk"}}{1800 - 100 \times (\text{antall faser})}$$

Den forenklete metoden forutsetter en optimal grøntidsfordeling. Er det faser hvor gangfeltene er dimensjonerende for grønttiden, kan metoden gi for høy kapasitet for krysset.

Måten tapt tid håndteres på medfører at signalanlegg med kort omløpstid får beregnet for lav kapasitet, mens kryss med lang omløpstid får beregnet for høy kapasitet.

Beregningseksempel

Den forenklete metoden kan best illustreres ved hjelp av et eksempel. Eksempellet viser et signalanlegg med 3 faser.



Figur 2-37: Forenkelt beregningsmetode avviklingsforhold. Faseplan med kjøretøytrafikk fordelt på feltene og omregnet for gangfeltene, kjt/t. "Dimensjonerende trafikk" for hver fase er vist med røde tall.

Eksempellet gir:

- Kapasitet = 1800 – (3 x 100) = 1500 kjt/time
- Dimensjonerende trafikk = 500 + 200 + 500 = 1200 kjt/time
- Belastningsgrad = 1200 / 1500 = 0,80

2.5.4 Forenklet metode for beregning av omløpstid og grøntidsfordeling

Optimal omløpstid og grøntidsfordeling kan beregnes ut i fra prinsippene i "Traffic Signals" (Webster and Cobbe, 1966). Metoden gir en optimal omløpstid, som tilsvarer belastningsgrad på om lag 0,80 i krysset, som gir lav forsinkelse for trafikantene.

Metoden tar utgangspunkt i metningsvolum på tilfartene i krysset. Mange forhold kan gi utslag på metningsvolumet, blant annet:

- tungtrafikk,
- stigningsforhold,
- feltbredde,
- motgående kjøretøytrafikk i forhold til svingetrafikk,
- fotgjengertrafikk i forhold til svingetrafikk.

Det finnes manuelle metoder for beregning av korrekt metningsvolum, men for en forenklet metode kan følgende metningsvolum benyttes:

- Kun trafikk rett frem i feltet: 1 800 kjt/t
- Rett fram samt alle svingebevegelser, liten svingeandel (<20%): 1 700 kjt/t
- Rett fram samt alle svingebevegelser og middels svingeandel (20-40%): 1 500 kjt/t

- Rett fram samt alle svingebevegelser og stor svingeandel (>40%): 1 000 kjt/t
- Separatregulerte svingefelt: 1 500 kjt/t

Lastfaktoren, y_i , for hvert felt beregnes. Lastfaktoren tilsvarer kjørefeltets relative belastning og beregnes som:

$$y_i = \frac{q_i}{s_i} = \frac{\text{trafikkvolum}}{\text{metningsvolum}}$$

Summen av største lastfaktor for hver fase summeres, og betegnes Y .

$$Y = y_{\text{maks(fase 1)}} + y_{\text{maks(fase 2)}} + \dots$$

Summen av all tapt tid i anlegget, L , beregnes som summen av allrød og rød/gul tid i omløpet. Denne forenklingen tilsier at hele gultiden tillegges den effektive kjøretiden / grønttiden.

Formelen for optimal omløpstid, C_o er da gitt ved:

$$C_o = \frac{1,5L + 5}{1 - Y}$$

Effektiv grøntid (grønt + gult) for de ulike fasene beregnes deretter ut fra formelen:

$$g_{\text{fase N}} = \frac{y_{\text{maks(fase N)}}}{Y} (C - L), \text{ der N er fasen.}$$

Til slutt skal det kontrolleres at de beregnede grøntidene oppfyller kravene til minimumstider, dette gjelder spesielt faser med fotgjengergrupper.

Den forenklete metoden gir stor usikkerhet spesielt for svingefelt med store konflikterende trafikkstrømmer. Ønskes større sikkerhet i beregningene, bør det gjennomføres fullstendige kapasitetsberegninger, for eksempel med bruk av Capcal eller Sidra Intersection.

$$C = \frac{1,5 \times 9 + 5}{1 - 0,78} = 85 \text{ sekunder}$$

$$g_1 = \frac{0,35}{0,78} \times (85 - 9) = 34 \text{ sekunder}$$

$$g_2 = \frac{0,13}{0,78} \times (85 - 9) = 13 \text{ sekunder}$$

$$g_3 = \frac{0,30}{0,78} \times (85 - 9) = 29 \text{ sekunder}$$

Beregningseksempel

Den forenklete metoden kan best illustreres ved hjelp av et eksempel. Eksempelet viser et signalanlegg med 3 faser (samme eksempel som tidligere).

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Trafikk			
Metningsvolum			
Lastfaktor			

Figur 2-38: Beregningseksempel omløpstid og grøntidsfordeling. "Faseplan" med kjøretøytrafikk, metningsvolum og lastfaktor for hvert felt.

Dette gir sum største lastfaktorer, $Y = 0,35 + 0,13 + 0,30 = 0,78$

Tapt tid antas 3 sekunder pr veksling, dette gir sum tapt tid, $L = 9$ sekunder

Dette gir optimal omløpstid,

- Fase 1,
- Fase 2,
- Fase 3,

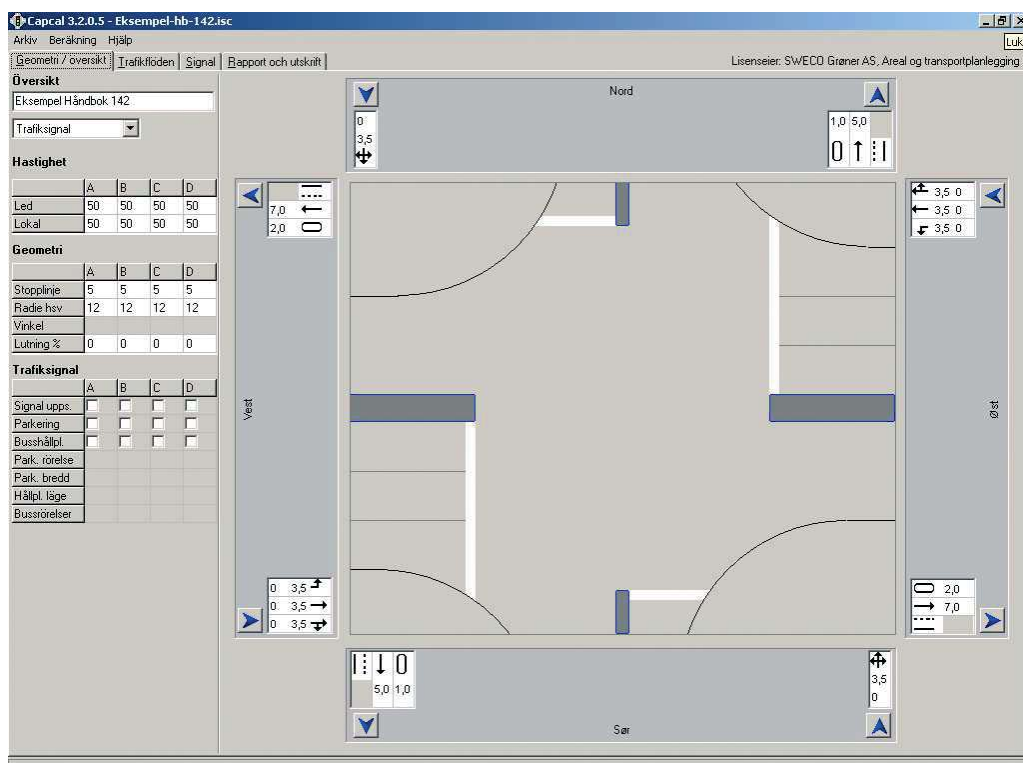
Dette gir største belastningsgrad for hver fase på om lag 0,88.

2.5.5 Beregningseksempel Capcal

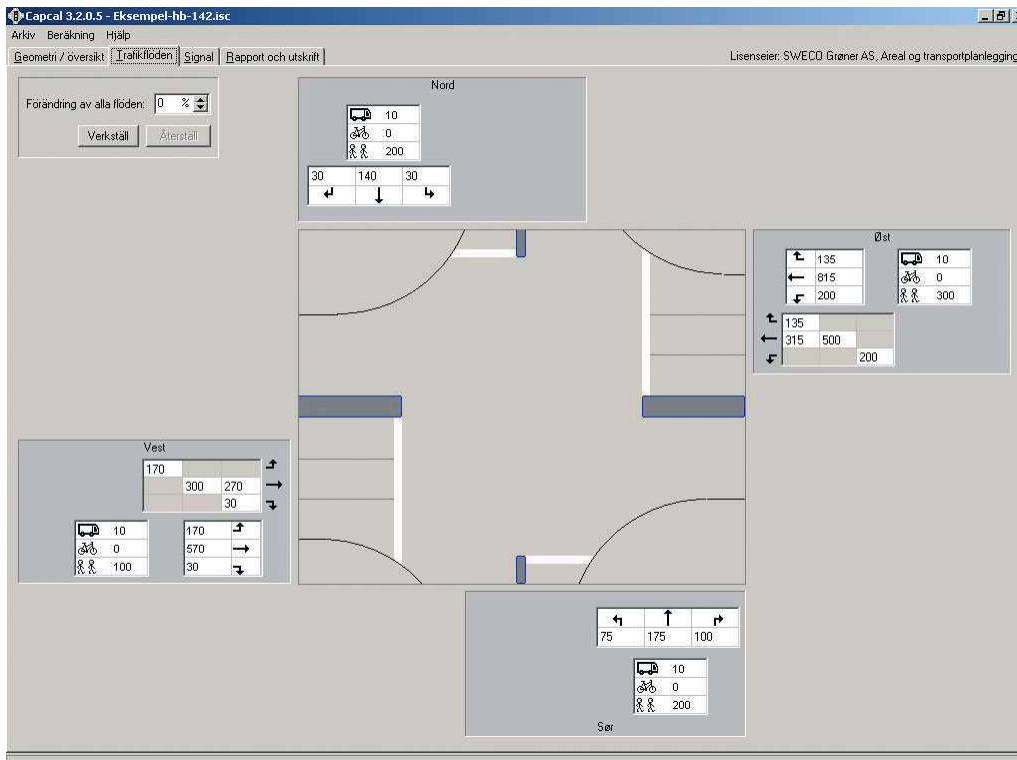
Capcal er et dataprogram for beregning av framkommelighet, forurensning, kjøretøy-effekter og ulykkeskostnader i rundkjøringer og kryss regulert med stopplikt, vikeplikt eller trafikksignaler. Både tre- og firearmet kryss kan beregnes. Også skyttelsig-nalanlegg langs en vegstrekning (to tilfarter) kan beregnes.

Innlegging av inndata skjer grafisk gjennom fire vindu

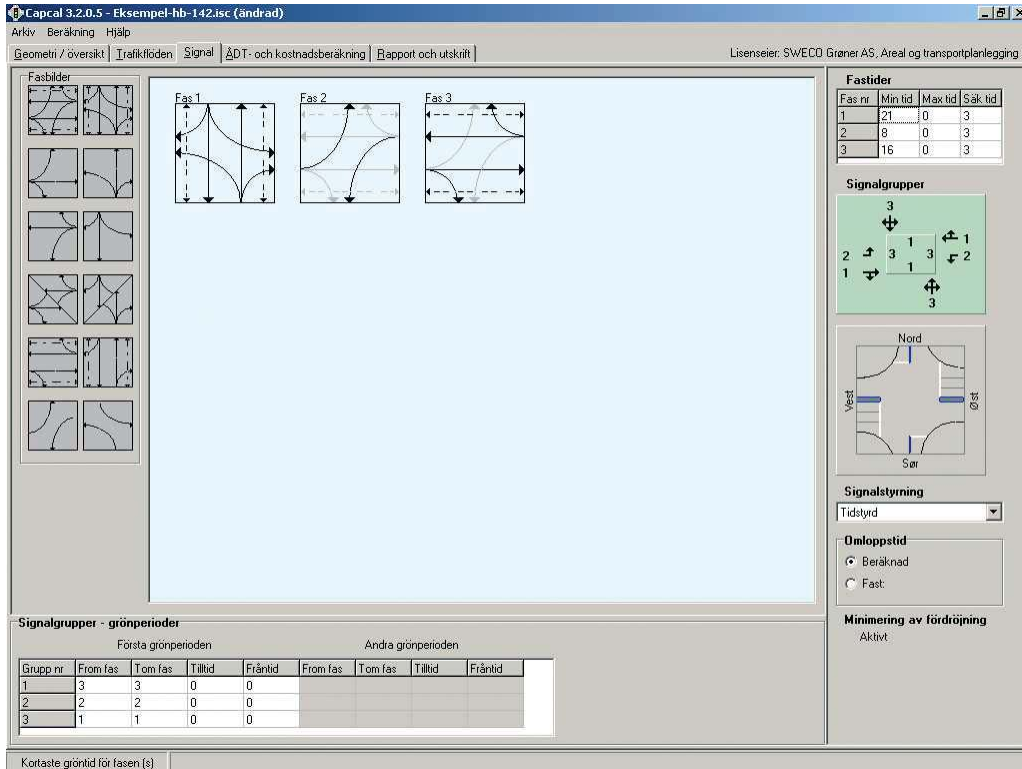
- Geometri/oversikt: Inndata som beskriver kryssets geometri.
- Trafikkbelastning: Inndata som beskriver kryssets trafikkbelastning.
- Signal: Inndata som beskriver kryssets signalregulering.
- ÅDT- og kostnadsberegning: Inndata for ÅDT- og kostnadsberegning.



Figur 2-39: Inndata til Capcal, geometri og feltinndeling.



Figur 2-40: Inndata til Capcal, trafikbelastning.



Figur 2-41: Inndata til Capcal, faseplan og tidssetting i signalanlegg.

Tilfart	Kjørefelt	Retning	Volum (kj.t/t)	Kapasitet (kj.t/t)	Belastningsgrad	Køylengde middel	Køylengde 90 %
Vest	1	HR	300	638	0,47	4,6	11,8
	2	R	300	654	0,46	4,1	10,5
	3	V	170	267	0,64	3,4	8,9
Nord	1	HRV	200	492	0,41	3,4	8,9
	1	HR	450	619	0,73	7,6	18,7
Øst	2	R	500	654	0,76	7,7	18,8
	3	V	200	267	0,75	4,4	11,3
	1	HRV	350	453	0,77	7,0	17,3

Figur 2-42: Resultater fra Capcal, kapasitet og køylengder pr kjørefelt.

Tilfart	Kjørefelt	Forsinkelse sekund/kjt			Andel forsinket %			
		Konflikt	Øvrig	Totalt	Konflikt	Stanser	Geom.	Totalt
Vest	1	27	5	30	78	73	2	81
	2	21	5	23	76	71	0	76
	3	41	6	44	93	87	7	100
Fotgjengere		17						
Nord	1	31	5	33	81	76	6	87
	Fotgjengere	13						
Øst	1	36	6	39	91	86	3	94
	2	31	6	33	89	84	0	89
	3	50	6	53	95	90	5	100
Fotgjengere		17						
Sør	1	46	6	49	95	90	3	98
	Fotgjengere	13						
Alle kjøretøyer	34	6	37	88	82	3	90	
Alle fotgjengere	15							

Figur 2-43: Resultater fra Capcal, forsinkelse og andel stopp pr kjørefelt.

Fasetid (F) og effektiv (E) grønttid, metningsvolum (S)					
Tilfart	Kjørefelt	Fase	F (s)	E (s)	S (kj.t/gt)
Vest	1	3	29,6	26,8	1669
	2	3	29,6	26,6	1720
	3	2	16,3	13,3	1403
Fotgjengere		1	24,1		
Nord	1	1	24,1	21,6	1598
	Fotgjengere	3	29,6		
Øst	1	3	29,6	27,4	1582
	2	3	29,6	26,6	1721
	3	2	16,3	13,3	1403
Fotgjengere		1	24,1		
Sør	1	1	24,1	21,2	1493
	Fotgjengere	3	29,6		
Omløpstid	70 s.				

Figur 2-44: Resultater fra Capcal, grøntider m.m. pr kjørefelt og fase.

Omløpstid	Forsinkelse	Belastningsgrad	* Beregningen konvergererte ikke ved grønn-tidsfordelingen
54	90,6	0,98	
55	63,1	0,98	
60	42,7	0,93	*
65	35,5	0,83	*
70	34,4	0,77	*
75	35,4	0,77	*
80	36,2	0,84	*
85	37,3	0,84	*
90	38,4	0,83	*
95	39,5	0,79	*
100	40,5	0,83	*
105	41,5	0,82	*
110	42,6	0,82	*
115	43,7	0,82	*
120	43,8	0,81	*

Figur 2-45: Resultater fra Capcal, delresultat beregning av omløpstid.

Tilfart	Retning	Volum	Forsinkelse sekund/kjt			Andel forsinket %			
			Konflikt	Øvrig	Totalt	Konflikt	Stanser	Geom.	Totalt
Vest	Hsv	30	27	5	30	78	73	2	81
	Rfr	570	24	5	26	77	72	1	78
	Vsv	170	41	6	44	93	87	7	100
	Totalt	770	28	5	30	81	75	3	83
Nord	Hsv	30	31	5	33	81	76	6	87
	Rfr	140	31	5	33	81	76	6	87
	Vsv	30	31	5	33	81	76	6	87
	Totalt	200	31	5	33	81	76	6	87
Øst	Hsv	135	36	6	39	91	86	3	94
	Rfr	815	33	6	35	90	85	1	91
	Vsv	200	50	6	53	95	90	5	100
	Totalt	1150	36	6	39	91	86	2	93
Sør	Hsv	100	46	6	49	95	90	3	98
	Rfr	175	46	6	49	95	90	3	98
	Vsv	75	46	6	49	95	90	3	98
	Totalt	350	46	6	49	95	90	3	98
Totalt		2470	34	6	37	88	82	3	90
Total forsinkelse					25,5 timer				

Figur 2-46: Resultater fra Capcal, forsinkelse og andel stopp pr retning.

2.5.6 Beregningseksempel Sidra Intersection

Sidra Intersection (Signalised & unsignalised Intersection Design and Research Aid) er, som Capcal, et avansert redskap for å evaluere alternative kryssløsninger basert på kapasitet, forsinkelse, kølengder, antall stopp, utslippsvariabler og kostnader. Programmet kan brukes både for rundkjøringer, vikepliktsregulerte kryss og signalanlegg.

Programmet ble utviklet av Rahmi Akçelik hos Australian Road Research Board fra slutten av 70-tallet og fremover.

Fra Sidra kan det hentes ut en rekke tabeller, det er valgt å vise enkelte resultater som kan sammenlignes med resultatene fra Capcal. For å lette sammenligningen mellom de to programmene er det valgt å låse omløpstiden i Sidra-beregningen til 70 sekunder (samme som beregnet i Capcal). Sidra og Capcal viser i hovedsak de samme resultatene for det valgte eksempelet.

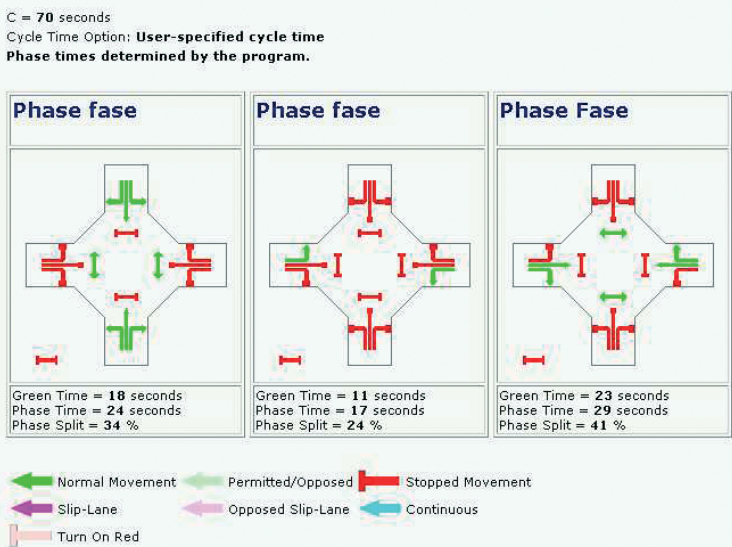
Signalised - Fixed time		Cycle Time = 70 seconds								
Vehicle Movements										
Mov ID	Turn	Dem Flow (veh/h)	%HV	Deg of Satn (v/c)	Aver Delay (sec)	Level of Service	95% Back of Queue (m)	Prop. Queued	Eff. Stop Rate	Aver Speed (km/h)
S r										
1	L	75	9.3	0.705	34.4	LOS C	99	0.97	0.88	27.5
2	T	175	10.2	0.705	27.8	LOS C	99	0.97	0.87	29.9
3	R	100	10.0	0.705	35.5	LOS D	102	1.00	0.90	27.1
Approach		351	10.0	0.705	31.4	LOS C	99	0.98	0.88	28.5
st										
4	L	200	10.0	0.727	40.6	LOS D	67	1.00	0.91	25.3
5	T	815	10.0	0.790	26.9	LOS C	134	0.97	0.95	30.3
6	R	135	10.3	0.790	33.7	LOS C	132	0.97	0.97	27.7
Approach		1152	10.1	0.790	30.1	LOS C	134	0.97	0.95	29.0
nord										
7	L	30	10.0	0.372	32.3	LOS C	58	0.90	0.79	28.2
8	T	140	10.0	0.372	25.7	LOS C	58	0.90	0.73	30.8
9	R	30	10.0	0.372	33.8	LOS C	60	0.93	0.81	27.7
Approach		200	10.0	0.372	27.9	LOS C	60	0.90	0.75	29.9
vest										
10	L	170	10.0	0.618	38.5	LOS D	56	0.98	0.83	26.0
11	T	570	10.0	0.495	20.7	LOS C	77	0.85	0.72	33.3
12	R	30	10.0	0.496	27.4	LOS C	76	0.85	0.81	30.2
Approach		770	10.0	0.618	24.9	LOS C	77	0.88	0.75	31.2
All Vehicles		2473	10.0	0.790	28.5	LOS C	134	0.94	0.86	29.6

Figur 2-47: Hovedresultater for kjøretøy fra Sidra.

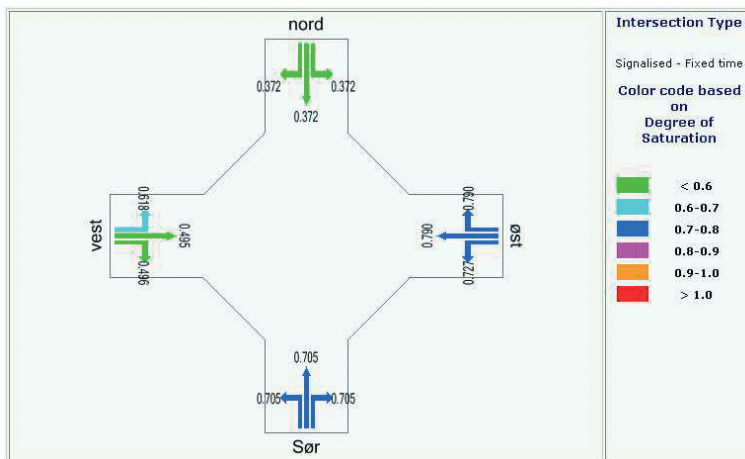
Pedestrian Movements

Mov ID	Dem Flow (ped/h)	Aver Delay (sec)	Level of Service	95% Back of Queue (m)	Prop. Queued	Eff. Stop Rate
P1	200	17.9	LOS B	0	0.71	0.71
P3	300	29.3	LOS C	1	0.91	0.91
P5	200	17.9	LOS B	0	0.71	0.71
P7	100	29.3	LOS C	0	0.91	0.91
All Peds	800	23.6	LOS C	1	0.81	0.81

Figur 2-48: Hovedresultater for fotgjengere fra Sidra.



Figur 2-49: Beregnet grøntidsfordeling fra Sidra.



Figur 2-50: Belastningsgrader pr svingebevegelse fra Sidra.

2.6 Elektrotekniske retningslinjer

Prosjektering av en elektrisk installasjon skal ivareta følgende:

- Beskyttelse av personer, husdyr og eiendom i samsvar med NEK 400, avs.131 og FEL kap 16.
- Riktig funksjon av den elektriske installasjonen for den forutsatte bruk.

I praksis betyr dette at den elektrofaglige prosjekteringen av anlegget bør gjøres på et tidlig tidspunkt, slik at tilførselspunkter blir etablert med riktige karakteristikk. Dette er svært viktig for sikkerheten i anlegget.

I planfasen for signalanlegg bør det legges vekt på å finne løsninger som letter senere vedlikehold og feilretting. Dette gjelder spesielt plassering av stolper og styreskap samt bruk av kummer for mulig gravefritt anlegg.

Dimensjonering av ledninger og sikringer mm utføres som del av prosjektering eller som del av utførelse/leveranse. Dimensjonering skal gjøres i henhold til NEK 400, hvor dokumentasjon av kortslutningsberegninger, selektivitesberegninger og spenningsfallsberegninger skal fremlegges oppdragsgiver.

Beregninger kan utføres ved hjelp av FEBDOK eller tilsvarende beregningsprogrammer.

Et praktisk viktig punkt er at elektrisk utstyr skal planlegges/installeres slik at det i nødvendig grad er plass for dette og senere utvidelser/utskiftninger.

Tilgjengelighet for drift, bruk, prøving, inspeksjon, vedlikehold og reparasjon er et krav ved planlegging/installasjon.

2.7 Kostnader

Kostnader ved etablering av signalanlegg varierer over landet. Følgende erfaringstall for etablering kan benyttes med forsiktighet:

- Gangfelt: kr 400.000 – 600.000,- inkl mva.
- T-kryss: kr 500.000 – 700.000,- inkl mva.
- X-kryss: kr 900.000 – 1.100.000,- inkl mva.

Kostnadene inkluderer innkjøp og montering av signalteknisk utstyr, programmering og prosjektering.

I overslagene er kostnader vedrørende endringer i geometri, grøfter og kummer holdt utenfor, da dette varierer mye fra kryss til kryss.

2.8 Elementer i signalanlegg

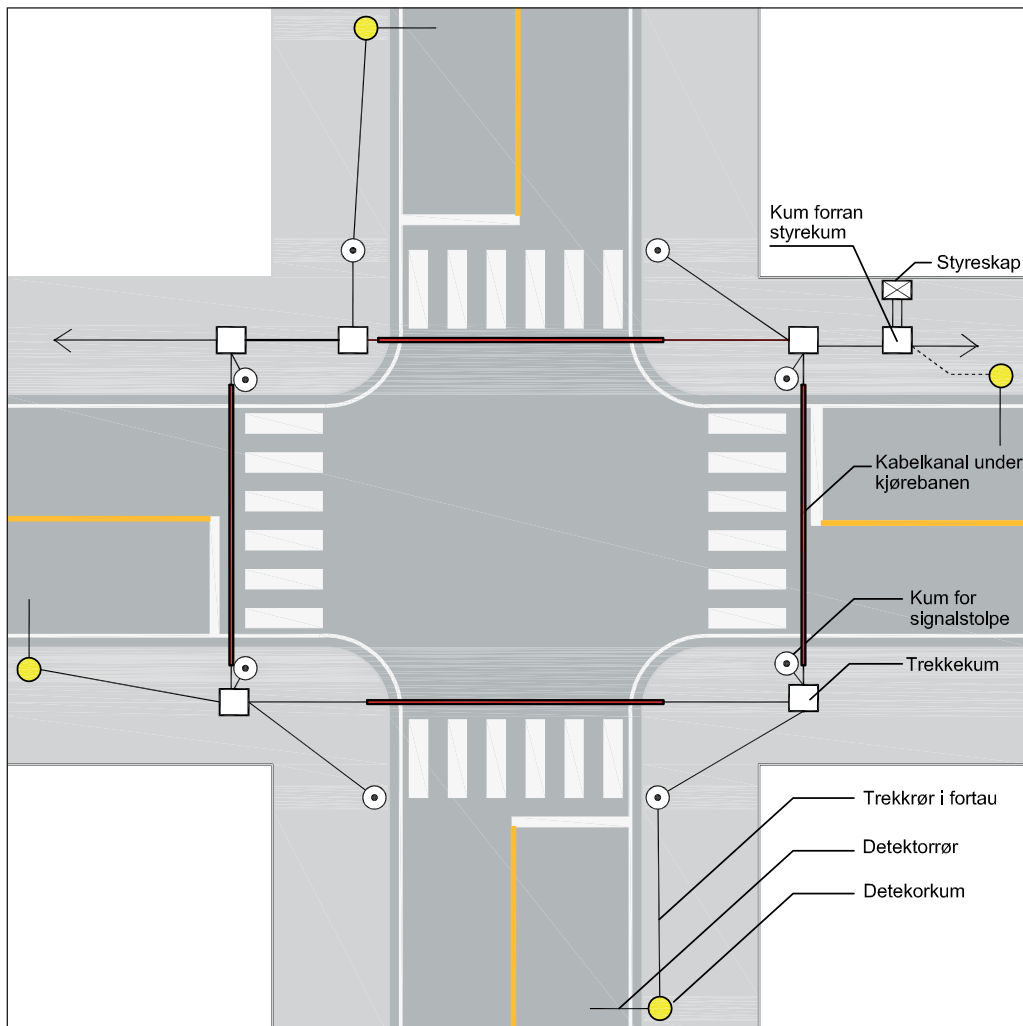
Funksjons- og materialkrav til de ulike elementene bortsett fra rørtraséer, kanaler, kummer og fundament er beskrevet i Håndbok 062, del 3.

2.8.1 Rørtraseer, kanaler, kummer og fundament

Bygging av nye signalanlegg bør baseres på bruk av kummer og trekkerør slik at det ferdige anlegget har trekkbare forbindelser fram til alle utstyrskomponenter i signalanlegget, et såkalt "gravefritt anlegg". En slik løsning gir fordeler både i byggefasen og i etterfølgende driftsfase:

- I byggefasen etablerer "grunnentreprenøren" alle kummer og rør som en del av vegbyggingen, uten koordineringsbehov med "signalutstyrsleverandøren". I denne fasen må imidlertid også jording til signalanlegget etableres. Når veganlegget er ferdig kommer signalutstyrsleverandøren og trekker kabler og monterer signalteknisk utstyr. Dette gir blant annet klare ansvarsforhold når det gjelder framdrift og dermed små muligheter til å skylde på andre aktører for manglende framdrift.
- I driftsfasen gir gravefrie anlegg mulighet til å trekke nye kabler eller bytte ut utstyrskomponenter, uten kostbare og tidkrevende gravearbeider.

Eksempelskisse for et gravefritt signalanlegg er vist i figur 2-51. I tillegg til de viste elementer kommer jordingskabel som skal ligge i grøftetraséen, fra styreapparatet og rundt til de enkelte kummer for signalstolper. Nedenfor er gitt en kort omtale av hovedelementene.



Figur 2-51: Eksempel skisse for gravefritt signalanlegg.

Eksempler på utforming av ulike elementer er vist i vedlegg A.

Trekkerør

Under fortau og steder uten trafikkbelastning, etableres rørforbindelsene i grøft med orange 110 mm korrugerte PEH-rør med glatt innside eller bøyelige 110 mm flexirør med glatt innside. 110 mm PEH-rør kan leveres med kanalisering med 3 stykker 40 mm sub, for å forenkle trekking av kabler.

Rørkostnaden er lav sammenlignet med gravekostnaden, så ved dimensjonering av antall rør bør det legges inn sikkerhet mot underdimensjonering. Rørene bør legges med minimum 600 mm overdekning. Alle rør skal ha trekketråd og tolkes etter gjengraving for å kontrollere at rørene ikke er tette eller ødelagte.

I spesielle tilfeller, for eksempel ved innføring i fundamenter, kan det benyttes bøyelige 110 mm flexirør med glatt innside eller 50 mm flexirør med ruglet innside.



Figur 2-52: 50 mm flexirør og 110 mm PEH-rør.

Kabelkanal

Under kjørebanelen og steder med trafikkbelastning, etableres rørforbindelsen som kabelkanal der plastrørene er omstøpt med armert betong. Rørene bør legges med 600 mm overdekning og føres ca 500 mm innenfor kantstein i fortau.

Trekkekum

Der rørtraséen skal ha avgreninger eller brå retningsforandringer, plasseres trekkekummer. Rektangulære kummer gir best arbeidsforhold for kabelarbeider. Det benyttes normalt rektangulære kummer med størrelse 700x700 mm, 700x800 mm eller 700x1400 mm, avhengig av blant annet antall rør i traséen. Hvis rørene ligger dypt (dypere enn ca. 1,2 meter) er det behov for stor kum (700x1400 mm) for å kunne gjennomføre kabeltrekkingen.

Det kan også benyttes runde kummer med diameter 650 mm og 800 mm.

Trekkerørene skal føres helt inn i kummen og det skal tettes rundt rørene med pakning eller støp slik at ikke omfyllingsmasser trenger inn i kummen. Tomme/ubrukte trekkerør kan tettes med lokk i kummen.

I signalanlegg benyttes det kummer uten bunn som settes på drenerende masser, for å redusere faren for at det blir stående vann inne i kummene.

Kum for fundament til signalstolpe

Der det skal stå signalstolper plasseres kummer med innvendig diameter 650 mm. I kummen innsperres en stålkonstruksjon, "ågekors", ved hjelp av stillskruer. Signalstolpen plasseres i ågekorset. Det finnes to typer ågekors:

- Ågekors for sentrisk plassert stolpe.
- Ågekors for eksentrisk plassert (sideplassert) stolpe som passer der det er trangt og viktig å få stolpen ute ved kanten av kummen, for eksempel inntil en husvegg.

Kummen har delt lokk med utsparring for stolpen. Bruk av ordinære Ågekors krever kumhøyde på minimum 800 mm. Hvis det ikke er mulig å oppnå tilstrekkelig dybde for eksempel på grunn av underliggende konstruksjoner, er det også utviklet spesialløsninger som kan benyttes ned til ca 200 mm kumhøyde.



Figur 2-53: Ågekors (sentrisk for normal kum + eksentrisk med lav kum).

Andre stolpefundamenter

Hvis ikke standardløsningen med ågekors kan benyttes, kan alternativt signalstolpen plasseres i et nedgravd stålfundament. Det bør velges en type fundament som gjør det mulig å montere stolpen i fundamentet etter gjenfylling. Det etableres en trekkekum i kort avstand fra fundamentet og legges trekkerør fra denne og opp i fundamentet (for eksempel 110 mm flexirør med glatt innside eller 2x50 mm flexirør med ruglet innside).

Hvis trafikksignalene skal plasseres på gatelysmast bør det på tilsvarende måte legges flexirør fra nærmeste kum og opp i mastefundamentet for innvendig trekking av kabel i masten, eventuelt til stolpesokkel for feste av koblingsboks.

Hvis trafikksignalene skal plasseres på gittermast eller portal legges flexirøret opp til koblingsboks på mastefoten hvis det ikke er mulig å trekke kabel gjennom fundamentet og innvendig i mast/portal.

Detektorkum

Ved bruk av induktive sløyfer etableres det detektorkummer utenfor kjørebanelen for plassering av koblingen mellom sløyfetråden og detektorkabelen som skal overføre signalet til styreapparatet.

Fra detektorkummen legges 110 mm rør i retning styreapparatet.

Prinsippet for detektorkummen er at det legges et fleksibelt rør (for eksempel 50mm) fra kummen, under kantstein og opp i kanten av kjørebanelen for innføring av sløyfetråden fra vegbanen til kummen (detektorrør). Eventuelt kan det benyttes 25 mm fleksibelt rør hvis det borres gjennom kantsteinen. Det skal være trekkestråd i røret.

Løsningen gjør det enkelt å reetablere sløyfen etter eventuelt sløyfebrudd. Flere sløyfer kan føres inn gjennom samme detektorrør. Røret tettes med lokk og innmåles før det legges asfalt over.

Detektorkum kan etableres med ulike størrelser, fra diameter 200 mm til 650 mm eventuelt 700x700 mm. For å redusere antall kummer bør det vurderes om andre kummer i anlegget (kum for ågekors eller trekkekum) har en slik plassering at det alternativt kan legges detektorrør fra disse.

Kum foran styreskap

For å lette kabeltrekking og innføring av kabler til styreskapet, bør det plasseres en trekkekum foran styreskapet med trekkerør opp i fundamentet for styreskapet (for eksempel 4x110 mm flexrør med glatt innervegg).

Ulike kumstørrelser kan benyttes fra 700x700 mm til 700x1400 mm avhengig av plassbehov.

Eventuelt kan rund kum med diameter 800 mm benyttes.

Ved plassering i fortau bør avstanden til skapet være minimum 400 mm for å få godt anlegg for kumrammen på alle sider.

Jordingskabel (uisolert blank kopperwire)

Jordingskabel skal legges samtidig med etablering av kummer og rørtraseer. Jordingskabelen skal gå fra styreskapet og innom alle kummer for Ågekors. Hvis trafikksignalene ikke skal plasseres på stolpe i Ågekors legges jordingskabelen inn i nærmeste trekkekum.

Jordingskabelen legges i bunnen av grøfter for trekkerør og kabelkanaler (ikke i trekkerør) og inn i aktuelle kummer med en lengde som gjør at den kan følge bunnen av kummen.

2.8.2 Kabler

Strømforsyning

Styreapparatene trenger 1-fas 230V strømforsyning. Det må derfor etableres kabelforbindelse fra strømuttak til styreskapet. Ledningstverrsnitt på 16 mm² er tilstrekkelig innenfor vanlige lengder og vanlige belastninger. Belastningen varierer med antall signaler som betjenes, og om det er LED-signaler eller glødelamper. Mange benytter PFSP 3x16 mm² slik at det er en tråd i reserve. Kabeldimensjoneringen skal beregnes og dokumenteres.

Signalkabel

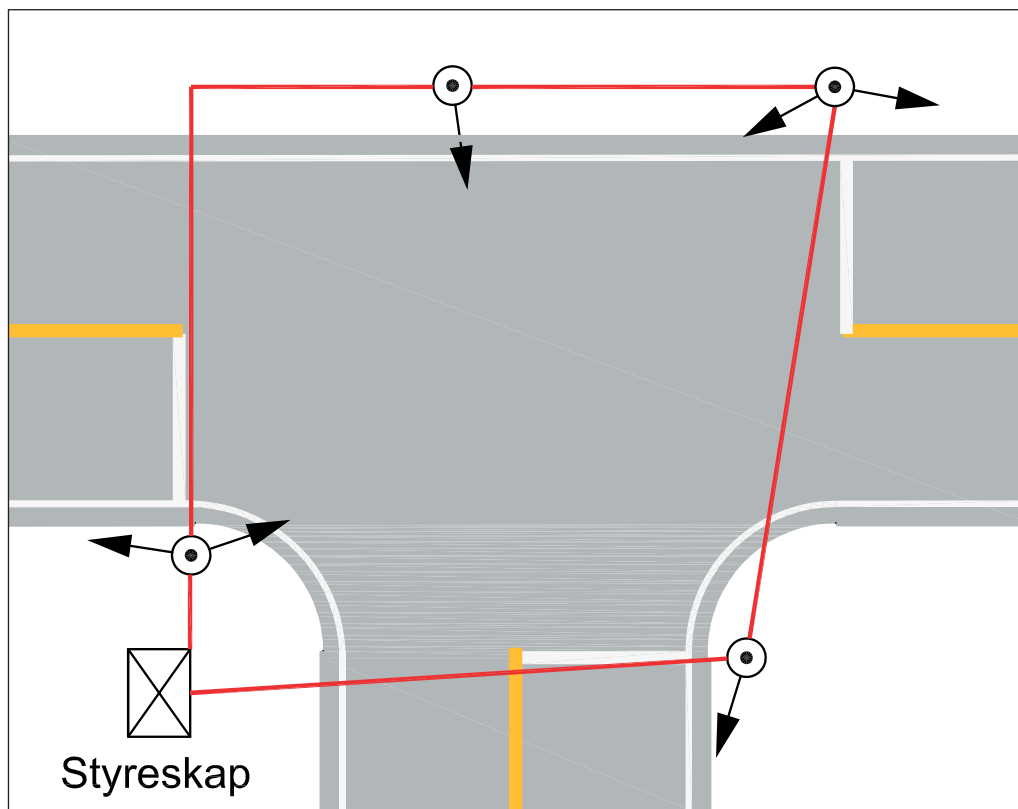
Signalkabelen fører strøm fra styreapparatet og fram til de ulike lampene i signalanlegget og gir forbindelse til/fra trykknappboksene. Nødvendig antall ledere i signalkabelen beregnes ut i fra antall signalgrupper og antall trykknappbokser den skal betjene:

- 4 ledere for en kjøretøygruppe med 3-lyssignal (rød+gul+grønn+felles).
- 3 ledere for en fotgjengergruppe (rød+grønn+felles) uten trykknapp.
- 5 ledere (maksimalt) for en trykknappboks til en fotgjengergruppe (trykknapp + underknapp + lyd + retur + klokkestyring).

Signalkabel kan legges etter 2 prinsipper:

- Ringnett.
- Stjernenett.

Lagt som ringnett legges kabelen fra styreskapet via alle signalstolper og tilbake til styreskapet. Alle stolper "mates" da fra 2 sider og ved evt. brudd/skade på kabelen kan den splittes i to og fungere som 2 kabler uten umiddelbart behov for utskifting. For eksempel vil et enkelt signalanlegg med 4 kjøretøygrupper og 4 fotgjengergrupper hvorav 2 med trykknapp, ha behov for 38 ledere. Det brukes ikke signalkabel med mer enn 37 ledere (PFSP 37x1,5mm²) fordi den vil bli for tykk og stiv å jobbe med. Er det behov for flere ledere legges isteden flere kabler i ring, men som betjener ulike stolper.

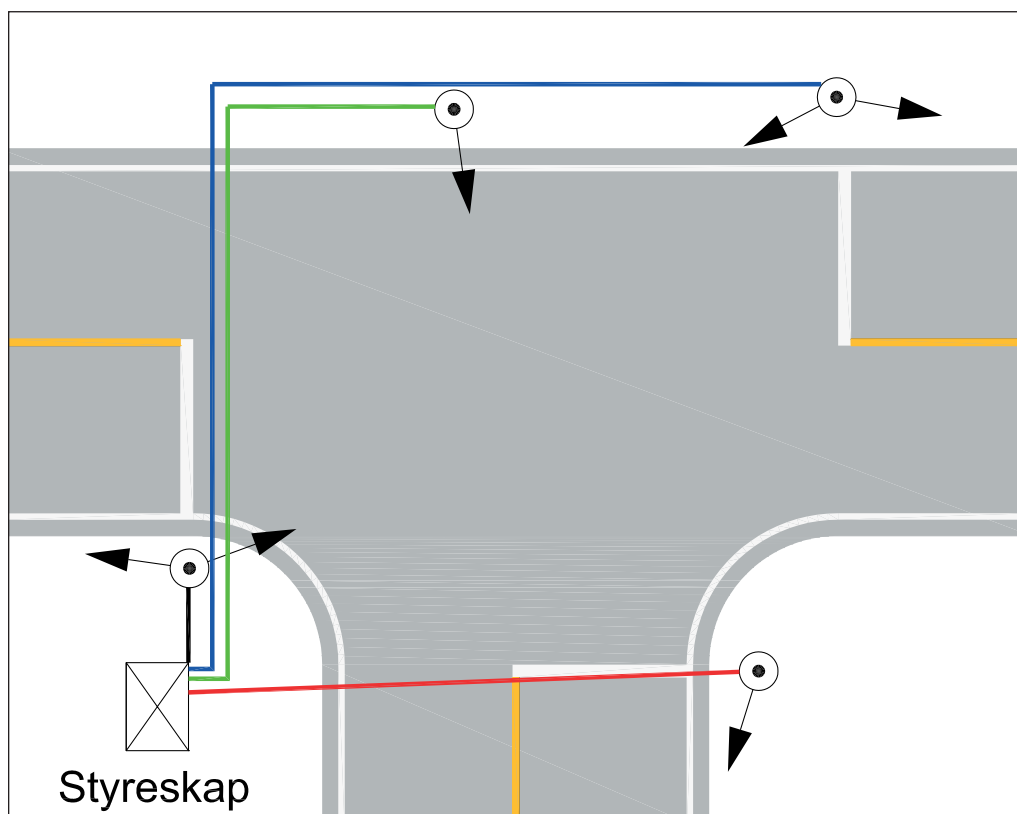


Figur 2-54: Prinsipp for ringnett.

En variant er å benytte 2 eller flere kabler og la de betjene ulike deler av krysset for eksempel hvis det mangler rørforbindelse over en vegarm og følgelig gjør ringnett umulig.

Stjernenett vil si at det fra styreskapet legges en egen kabel fram til hver enkelt signalstolpe. En fordel med egen kabel er at den da går ubrutt fram til stolpen og lettere å feilrette. Det kan også benyttes signalkabler med mindre dimensjoner som er lettere å trekke. Stjernenett er mest egnet til bruk i fotgjengeranlegg og små anlegg med få stolper.

Dersom en og samme signalgruppe styrer signalhoder på ulike kabler, så bør det benyttes samme trådnummer i kablene hvis mulig.



Figur 2-55: Prinsipp for stjernenett.

Ledningstverrsnitt på 1,5 mm² kan benyttes både for 230V-anlegg og for lavvoltsanlegg (under 50V) og er tilstrekkelig innenfor vanlige lengder og vanlige belastninger. Belastningen varierer med antall signaler som betjenes og om det er LED-signaler eller glødelamper. Det skal beregnes kortslutningsstrøm i forhold til belastning og lengde samt sikringstørrelse, jf kap 2.6.

Detektorkabler

Det må etableres kabelforbindelse mellom styreskapet og detektorene. Type tillederkabel er avhengig av type detektor. Nedenfor er vist eksempler på vanlige kombinasjoner:

- Tilleder for induktiv sløyfe PFSP 2x1,5 mm²
- Radar PFSP 2x1,5 mm² (strøm) + 5par (signal)
- Video PFSP 2x1,5 mm² (strøm) + RG 59 (koaksialkabel for bilde)

Avhengig av lengde på kabel, kan 2x2,5 mm² benyttes som alternativ til tillederkabel for induktiv sløyfe.

Til de induktiv sløyfene skal det benyttes varmebestandig kabel (for eksempel RT155EFTE eller TP90). Fra sløyfen til tillederen skal ledningene tvinnes med 10 tørn pr. meter.

Avhengig av lengde på kabel, kan $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$ benyttes som alternativ til strømkabel for radar og video.

Jordingskabel

Jording av signalanlegget er basert på at det legges uisolert blank kabel i kabelgrøften fra styreskapet og via alle kummer for signalstolper, for eksempel av type 25 mm^2 blank KGE. Fra denne føres det jordingskabel opp i signalstolpen, for eksempel av type 16 mm^2 gul/grønn PN. Skjøting av jordingskabler skal foregå med C-press klemmer eller sveising og skal utføres som del av elektroarbeidet.

Samkjøringskabel / overvåkingskabel

Det er vanlig å knytte signalanleggene til en overvåkingsentral og dette kan skje via en samkjøringskabel. I byområder er det vanlig at dette skjer via par-kabel for eksempel fra 20 til 100 par, eller via fiber-kabel fra 8 fiber og større.

Bilder av kabler og rør



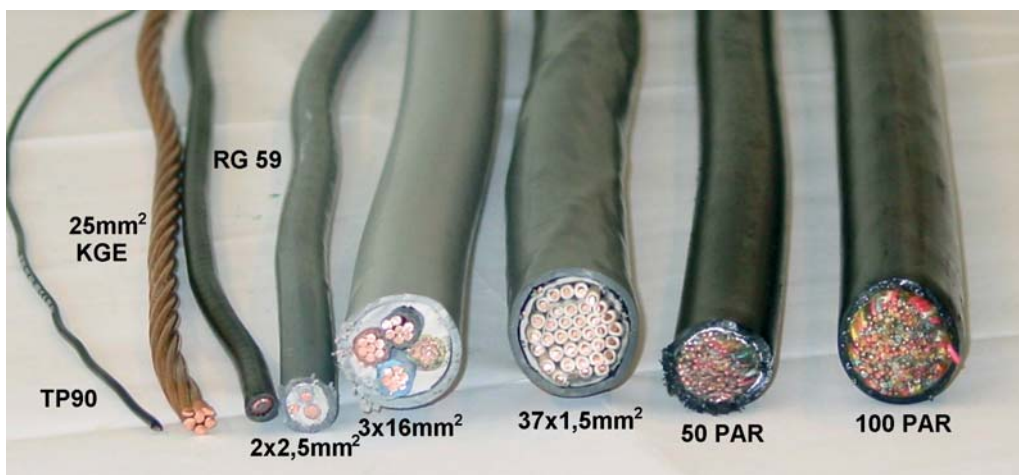
Figur 2-56: Signalkabel (PFSP $37 \times 1,5 \text{ mm}^2$) og strømkabel (PFSP $3 \times 16 \text{ mm}^2$) i 110 mm rør med jordingskabel (25 mm^2 blank KGE) på utsiden av røret.



Figur 2-57: 9 detektorkabler (PFSP $2 \times 2,5 \text{ mm}^2$) i 110 mm rør.



Figur 2-58: Samkjøringskabel (50 og 100 par) i 110 mm rør.



Figur 2-59: De mest vanlige kablene brukt i signalanlegg.

2.8.3 Detektorer

En detektor har i utgangspunktet to hovedfunksjoner for ordinær kjøretøytrafikk:

- Anmelde (A) behov for grønt lys i en tilfart.
- Forlenge (F) grønttiden for en signalgruppe.

En detektor kan også benyttes til trafikktegninger. Detektorer benyttes også til å styre aktiv prioritering av kollektivtrafikk, jf kapittel 2.4.5.

Funksjonelt kan detektorer deles inn i to grupper:

- Nærværsdetektorer. Denne avgir anrop så lenge et kjøretøy/sykkel belegger detektoren.
- Passasjedetektor. Denne avgir anrop når et kjøretøy/sykkel passerer.

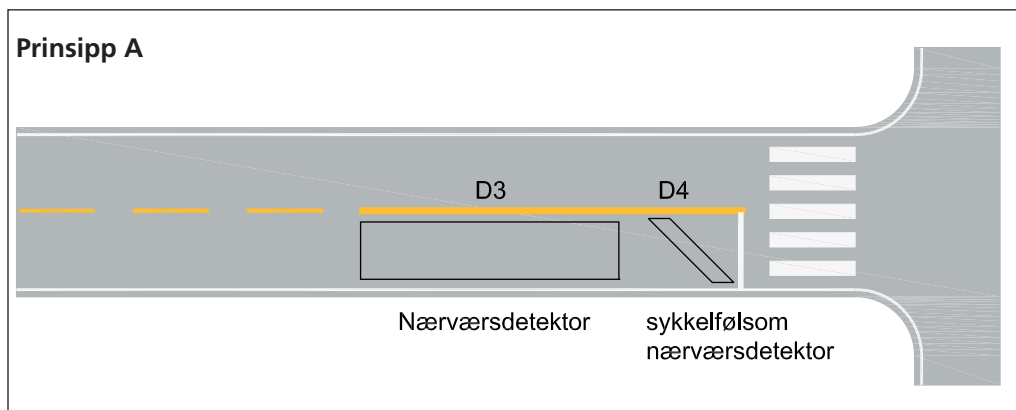
En detektor forlenger grønttiden for en signalgruppe med et gitt antall sekunder for hvert kjøretøy som passerer. Tidsforlengelsen er definert som luketiden til en detektor. Nye kjøretøy som passerer den samme detektoren med en tidsluke til kjøretøyet foran som er mindre eller lik luketiden, vil dermed opprettholde forlengelsen av grønttiden. Forlengelsen av grønttiden vil fortsette til:

- luketiden har utløpt uten at et nytt kjøretøy har ankommet detektoren,
- fastlagt maksimal grønttid for signalgruppen er oppnådd,
- eventuell aktiv kollektivprioritering som anroper en konflikterende signalgruppe.

Ved fastsettelse av maksimum grønttider bør det tas hensyn til eventuell gjenopptagende funksjon på detektorer. Dette har kun betydning der hvor signalgrupper tillates å henge med andre signalgrupper i samme fase. Gjenopptagende funksjon vil si at en gruppe som først ikke klarer å oppfylle kravet til luketid, men henger på motgående kjøretøygruppe, har mulighetene til å forlenge grønttiden på nytt hvis det kommer mer trafikk. Dette er en form for prioritering av hovedveg. Ulempen med denne funksjonen er at to motgående grupper kan forlenge grønttiden vekselvis og dermed forlenge grønttiden opp til makstid selv om det er beskjedne trafikk i hver av gruppene.

2.8.3.1 Detektorkonfigurasjoner

Det finnes ulike prinsipper for detektorkonfigurasjoner. De fire vanligste konfigurasjonene for frittstående kryss i Norge er vist som prinsipp A–D. Detektorkonfigurasjonene kan benyttes med ulike detektortyper (induktive sløyfer, radar, infrarød og video). I tillegg er det vist detektorprinsipp for områdeoptimaliserte system.



Figur 2-60: Prinsipp A for detektorkonfigurasjon.

Prinsippet benyttes som regel for mindre sideveger og svingefelt der det er lav hastighet og korte grønttider.

Prinsipp A er basert på bruk av to nærvær-detektorer (D3 og D4). Prinsippet vil ha følgende virkemåte:

- D4 (og D3) anroper / ber om grønt.
- D3 forlenger grønttiden.
- D3 følger siste kjøretøy ut før utvekslingen av gruppen.

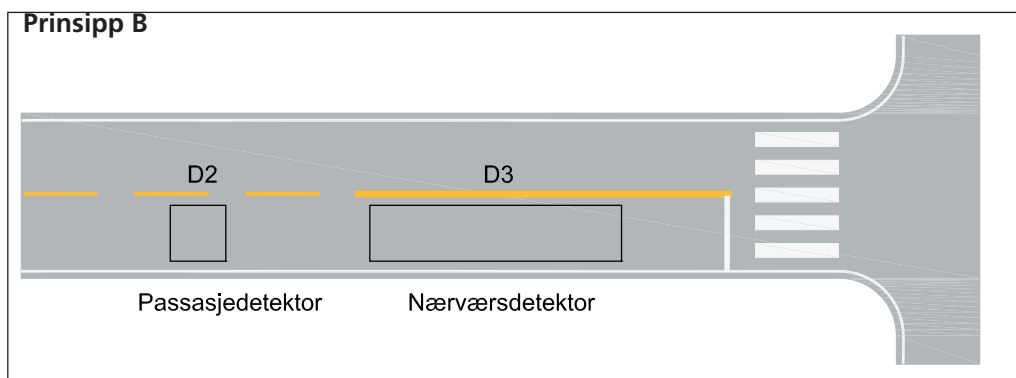
For å kunne forlenge grønttiden bør longloop-detektoren (D3) ha tilstrekkelig lengde til å dekke den naturlige avstanden mellom kjøretøyene:

- Ved oppstart av en kø i begynnelsen av grønttiden.
- Ved avvikling av ankommende kjøretøy under grønttiden.

Hvis nærvær-detektoren er for kort til dette bør den programmeres med luketid.

Luketid vil imidlertid medføre at veksling til gult først vil starte når siste kjøretøy er langt ute i krysset og vekslingen vil oppleves som meget treg.

Nærvær-detektor D4 skal være sykkelfølsom. D4 plasseres som regel helt inntil stopplinja. På grunn av denne plasseringen skal detektoren kun anmelde grøntbehov og ikke forlenge grønttiden.



Figur 2-61: Prinsipp B for detektorkonfigurasjon.

Løsningen kan benyttes i lengre svingefelt og som en minimumsløsning for gjennomgående felt. Siden prinsippet mangler detektering av syklist skal løsningen bare benyttes for signalgrupper som inngår i hvilefasen og det ikke er mer en 2 faser.

Prinsipp B er basert på bruk av en passasjedetektor (D2) og en nærværstedetektor (D3). Prinsippet vil ha følgende virkemåte:

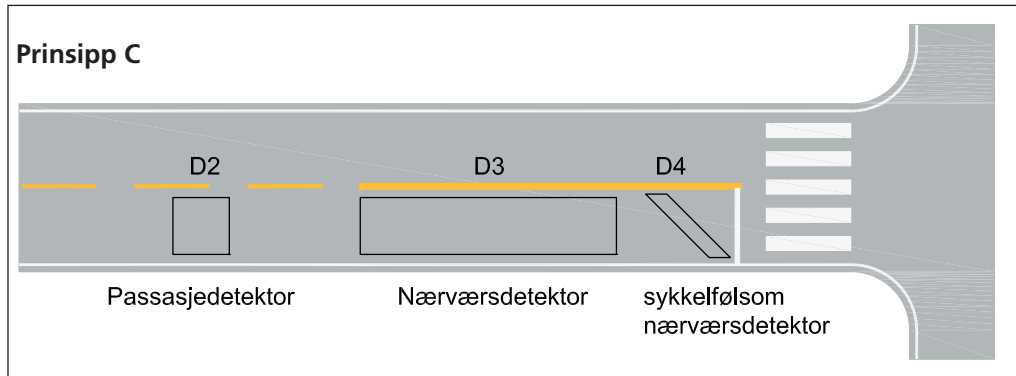
- D2 (og D3) anroper/ber om grønt.
- D3 forlenger grønttid i starten av grønttiden, før det er flyt i trafikken over D2.
- D2 forlenger grønttiden.
- D3 følger siste kjøretøy ut før utvekslingen av gruppen.

Plassering av nærværstedektoren er avhengig av skiltet hastighet. Ideelt sett bør denne plasseres mellom 5 og 15 meter før stopplinjen, slik at siste kjøretøy vil passere stopplinjen idet signalgruppen veksler til gult lys.

For passasjedetektorer, D2, benyttes som regel luketid lik 3 sekunder. Plassering av passasjedetektor vil være avhengig av hastighet og lengden/plassering av nærværstedetektor, D3, nærmere stopplinjen. Ideelt sett bør avstanden mellom en passasjedetektor og en nærværstedetektor være så lang at:

- Et kjøretøy med lav hastighet akkurat rekker frem til nærværstedektoren før luketiden utløper.
- Et kjøretøy med høy hastighet ikke rekker å passere hele nærværstedektoren før luketiden utløper.

Dette vil medføre at nærværstedektoren tar over grøntidsforlengelsen for siste kjøretøy og styrer tidspunktet for utveksling av signalgruppen.



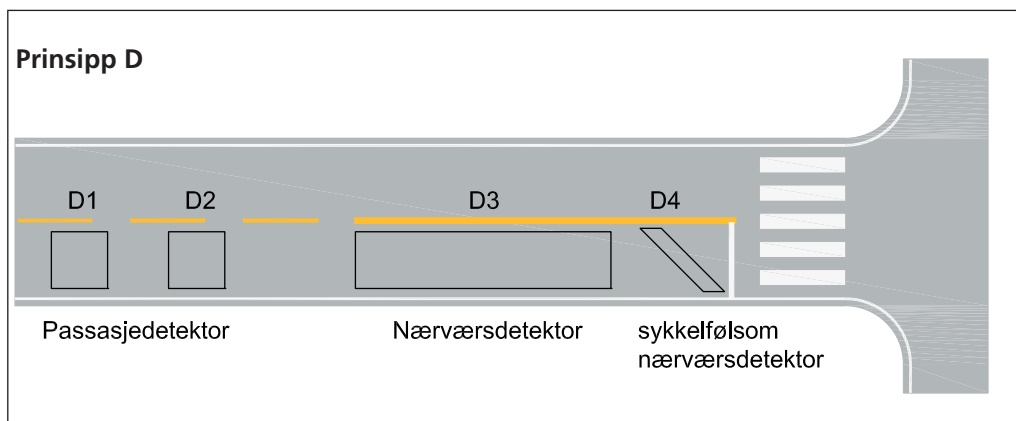
Figur 2-62: Prinsipp C for detektorkonfigurasjon.

Løsningen kan benyttes på sideveger der hovedvegen er hvilefase. Hvis anlegget hviler i allrødt bør alle tilfarter ha en sykkelfølsom detektor ved stopplinjen, D4.

Prinsipp C er basert på bruk av en passasjedetektor (D2) og to nærværstedetektor (D3 og D4). Prinsippet vil ha følgende virkemåte:

- D2, D4 (og D3) anroper/ber om grønt.
- D3 forlenger grønttid i starten av grønttiden, før det er flyt i trafikken over D2.
- D2 forlenger grønttiden.
- D3 følger siste kjøretøy ut før utvekslingen av gruppen.

Nærværstedetektor D4 skal være sykkelfølsom. D4 plasseres som regel helt inntil stopplinjen. På grunn av denne plasseringen skal detektoren kun anmelde grøntbehov og ikke forlenge grønttiden. Forøvrig er prinsipp C likt som prinsipp B.



Figur 2-63: Prinsipp D for detektorkonfigurasjon.

Løsningen er vanligvis benyttet der skiltet hastighet er 60 km/t eller man ønsker sterkere prioritering av hovedveg eller allrød hvilefase.

Prinsipp D er basert på bruk av to passasjedetektorer (D1 og D2) og to nærværstedetektorer (D3 og D4). Prinsippet vil ha følgende virkemåte:

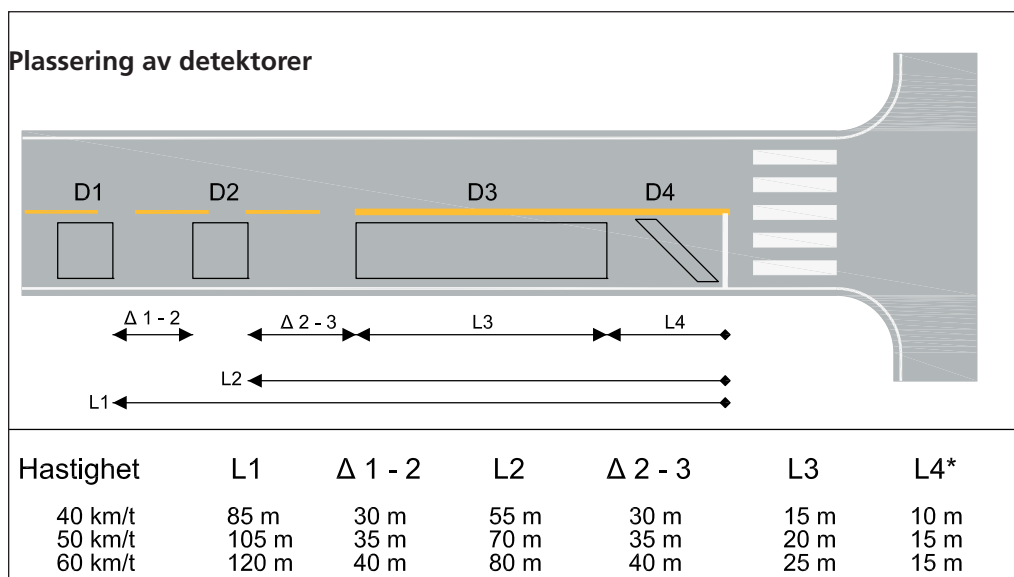
- D1, D2, D4 (og D3) anroper / ber om grønt.
- D3 forlenger grøntid i starten av grøntiden, før det er flyt i trafikken over D2.
- (D1 og) D2 forlenger grøntiden.
- D3 følger siste kjøretøy ut før utvekslingen av gruppen.

Den ekstra passasjedetektoren (D1) kan benyttes til sterkere prioritering av hovedvegen og tidligere innveksling ved hvile i allrød. Forøvrig er prinsipp D likt som prinsipp C.

Det finnes også mer avanserte detektorprinsipp, for eksempel det svenske LHOVRA-prinsippet som benytter opptil 8 detektorer. Dette er i liten grad benyttet i Norge. For detaljer omkring LHOVRA henvises det til "Vägar & gators utforming. Trafikksignaler, Bilaga 1" (Vägverket/Svenska Kommunförbundet, 2004).

Detektorplassering i frittstående kryss

Plassering av detektorer og lengde på nærværstedetektor vil være avhengig av skiltet hastighet og valgt luketid. For figuren under er det forutsatt 3 sekunder luketid på Passasjedetektorene (D1 og D2) og 0 sekunder luketid for nærværstedetektoren (D3).



Figur 2-64: Detektorplassering og lengde på nærværsdetektor.

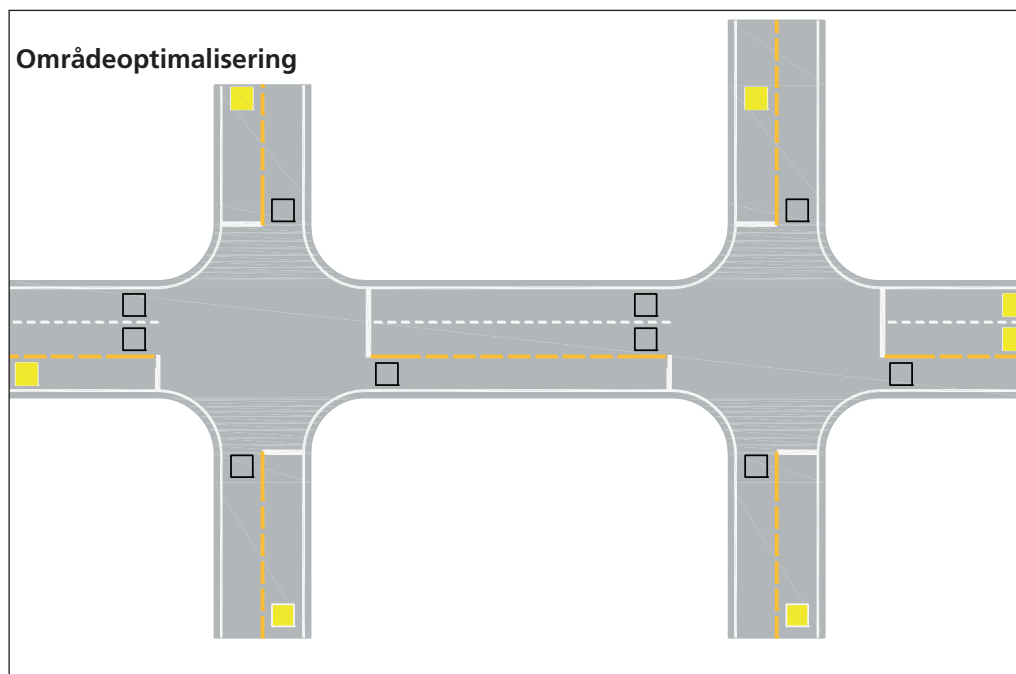
* Ved høy svingeandel og / eller lav hastighet kan nærværsdetektoren legges nærmere stopplinjen (5 – 10 m).

Passasjedetektorene (D1 og D2) bør plasseres med en innbyrdes avstand som tilsvarer lengden et kjøretøy kjører i løpet av luketiden. Hviler anlegget i allrødt bør D1 minimum ligge plassert med tilstrekkelig avstand til stopplinjen, slik at kjørende får grønt lys i en avstand minimum lik stoppsikt før stopplinjen. Passasjedetektoren er vanligvis 1–2 meter lang målt i kjøreretningen.

Nærværsdetektor (D3) bør minimum være 10-15 meter for at et kjøretøy kan kjøre inn på detektoren før kjøretøyet foran forlater detektoren. Benyttes nærværsdetektor med kortere lengde enn dette, vil det være behov for en luketid på denne. Dette vil medføre tregere vekslinger og mer tapt tid/forsinkelse i signalanlegget.

Nærværsdetektor (D4) som skal være sykkelfølsom, bør ligge ved stopplinjen og i 45 graders vinkel med kjøreretningen.

Plassering av eventuelle detektorer for kollektivprioritering er beskrevet i kapittel 2.4.5.



Figur 2-65: Prinsipp for områdeoptimaliserte system.

Prinsippet for områdeoptimaliserte system (for eksempel SPOT eller Motion) er basert på bruk av telledetektorer. I ytterkant av området blir all trafikk på veg inn i området tallet (gule detektorer på figur). Internt i området blir all trafikk fra hvert kryss tallet (svarte detektorer på figur).

For å kunne telle trafikken trengs det en detektor for hvert felt. Ved plassering av detektorene som teller trafikk i utfartene fra hvert kryss, bør det tas hensyn til innsvingende trafikk og deres kjøremønster. Detektorene bør trekkes så langt fra krysset at innsvingende kjøretøy har funnet sitt kjørefelt og kun kjører over en detektor. Plasseres detektorene for tett inntil krysset vil for eksempel et innsvingende kjøretøy fra høyre, kjøre med et hjul over hver detektor og bli dobbeltregistrert.

2.8.3.2 Detektortyper

Det er ulike typer detektorer:

- Kjøretøy- og sykkeltrafikk
 - o Induktive sløyfer
 - o Radar
 - o Infrarød (IR)
 - o Video
- Kollektivtrafikk
 - o Radio
 - o Induktiv kommunikasjon
 - o Induktive sløyfer

De ulike typene detektorer har ulike egenskaper og bruksområdet vil derfor variere.

Induktive sløyfer

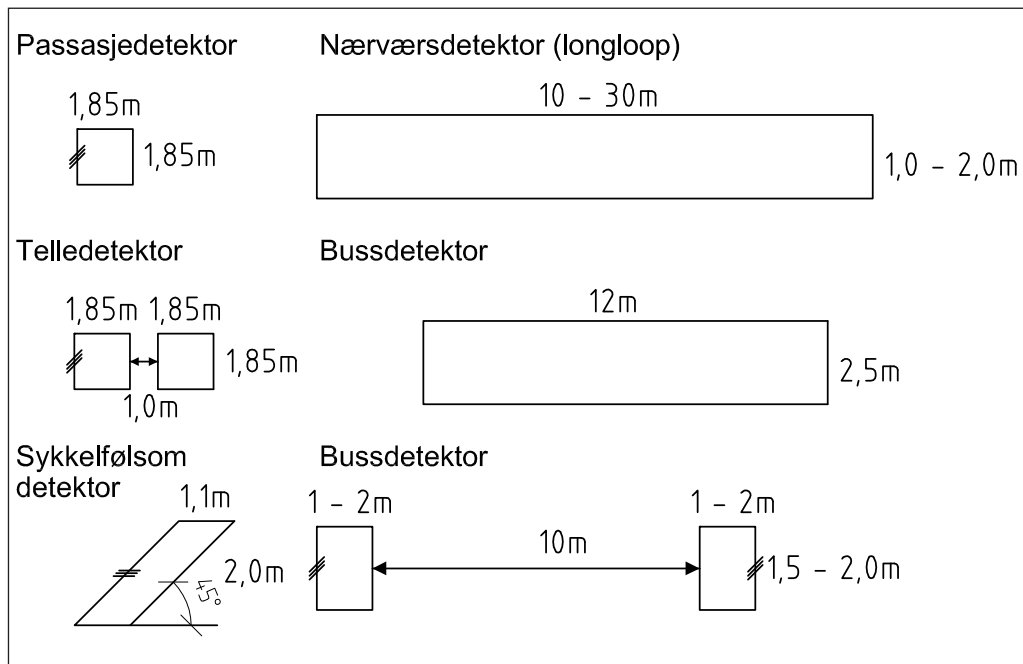
En induktiv sløyfe er en kabel (for eksempel TP90) som legges i en sløyfe nede i asfalten. Når et kjøretøy passerer en sløyfe vil det oppstå en endring i induktansen i sløyfen som sender en elektrisk impuls til styreapparatet. Impulsen fra sløyfen til styreapparatet vil variere med kjøretøyets masse. Dette gjør det mulig å skille mellom personbiler, lastebil/buss og sykkel/motorsyssel. Følsomheten til en detektorer kan økes ved å legge flere vindinger. Normalt benyttes 1 vinding for longloop-detektor med omkrets over 30 meter, 2 vindinger for longloop-detektor med omkrets mellom 15 og 30 meter og 3 vindinger for mindre detektorer.



Figur 2-66: 2 TP90-kabler i 50 mm flexirør.

Av hensyn til slitasje og fare for brudd bør en induktiv sløyfe legges i bærelaget før vegen asfalteres ferdig. Er dette ikke mulig må det skjæres spor i asfalten med dybde ca. 10 cm.

Størrelsen på sløyfen tilpasses ønsket bruksområde. Mer detaljer vedrørende detektorer er vist i vedlegg A på standardtegning 76-17-1 – 76-17-3.



Figur 2-67: Forskjellige typer induktive sløyfer.

Bredden på detektorer må tilpasses sporslitasje, utvalsing, avstand til motgående kjørefelt og faren for feildetektering. Problemet med feildetektering oppstår oftest i trange gater hvor innsvingende trafikk inn i gata delvis kjører i feltet for trafikk inn mot signalanlegget og dermed kjører over detektorer i tilfarten. Problemet kan løses ved å legge kjøretøydetektorer så nærme kantlinjen som mulig og redusere bredden på disse. For sykkelfølsom detektor ved stopplinja er det ofte vanskelig å endre størrelsen, da kan detektoren programmeres med beleggstid. Beleggstid vil si at anropet må være et visst antall sekunder (for eksempel 3 sekunder) før anropet aksepteres av signalanlegget. Dette kan til tider gi tregere innvekslinger av signalgruppen enn optimalt.

Busstrafikk kan detekteres ved hjelp av induktive sløyfer ved to ulike prinsipper. Enten med en 12 x 2,5 m stor sløyfe der bussen gir større utslag enn annen trafikk eller med doble passasjedetektorer med innbyrdes avstand på ca. 10 meter og krav til at begge sløyfene må være belagt samtidig og uten avbrudd.

I områdeoptimalisert anlegg benyttes vanlig telledetektor, det er imidlertid nok med en detektor.

Ved tellepunkt der lengden på kjøretøy og hastighet også skal registreres benyttes to detektorer. Telledetektorer bør ikke plasseres på strekninger med saktegående kø.

Hvis sløyfene etableres forskriftsmessige som en del av et nytt veganlegg, vil de vanligvis ha god holdbarhet. De største ulempene med induktive sløyfer er:

- Stedvis vanskelig å etablere sløyfer (for eksempel brukonstruksjon, brustein, dårlig asfalt, stor trafikk).
- Ofte dyrt vedlikehold da det kan oppstå detektorbrudd ved asfaltslitasje, telehiv og lignende. Reasfaltering av vegen vil også ofte kreve at detektorer legges på nytt. Det er derfor viktig at detektoren legges i bærelaget og ikke kun skjæres ned i slitelaget i asfalten.
- Liten fleksibilitet i forhold til eventuelle trafikkomlegginger.
- Vanskelig og farlig vedlikehold da arbeidet skjer i vegbanen.
- Hvis det ikke finnes eksisterende rørtraséer vil det ofte være dyrt å etablere nye rørtraséer til detektorene lengst unna styreskapet.

Induktiv kommunikasjon

Induktiv kommunikasjon benyttes enkelte steder til detektering av kollektivtrafikken. Systemet består av en sender i bussen og en ordinær induktiv sløyfe i vegbanen som er koblet til en mottager i styreapparatet.

Systemet kan sende informasjon som for eksempel linjenummer, fra bussen til styreapparatet. Dette kan benyttes til å spesialisere kollektivprioriteringen i tilfeller hvor det er ulike bussruter som anroper ulike signalgrupper og derfor ønsker ulik prioriteringsform.

Radiodetektering / Radiokommunikasjon

Radiodetektering benyttes enkelte steder til detektering av kollektivtrafikken. Radiodetektering trenger ingen sløyfer i vegbanen. Systemet består av at bussen har en kjørecomputer som beregner et ønsket anropsnivå ut i fra blant annet bussens posisjon og eventuell forsinkelse. Anropsnivået sendes via radio fra bussen til en antenne i signalanlegget.

Styreapparatet programmeres til å gi ulik prioritering avhengig av anropsnivå.

“Detektorene” legges inn som virtuelle punkt i kjørecomputeren, for eksempel 150 meter før stopplinjen. Kjørecomputeren i bussen beregner til enhver tid sin posisjon ut i fra odometer og kjørt distanse fra siste holdeplass og/eller ved hjelp av GPS. Når bussen kommer til den virtuelle detektoren sendes et radiosignal til styreapparatet.

Denne type detektering er som regel en del av et større system som også omfatter del-systemer for flåtestyring og sanntidsinformasjon. I Oslo og deler av Akershus startet etablering av et slikt system i 2004.

Radar

En radardetektor fungerer både som en passasjedetektor og en nærværsetektor.

Radardetektoren detekterer kjøretøy som beveger seg i en gitt detekteringssone. Kjøretøyet må bevege seg med en minimum hastighet høyere enn 5–10 km/t for å bli detektert. Radaren vil detektere kjøretøyet og sende anrop til styreapparatet så lenge kjøretøyet beveger seg innenfor den gitt detekteringssonen.

Det er derfor viktig med riktig innstilling av detekteringssonen slik at denne er tilpasset ønsket virkemåte. Som regel benyttes en radar til forlengelse av grønttiden for en fase som inngår i hvilefasen og kan da erstatte en detektorkonfigurasjon bestående av en nærværsetektor (D3) og en passasjedetektor (D2) som vist i Prinsipp B. I et slikt tilfelle bør detekteringssonen innstilles slik at sonen dekker området fra D2 og fram til og med hele D3, med fartsgrense 50 km/t tilsvarer dette området mellom 65 og 15 meter før stopplinjen.

Siden en radardetektor kan ha problemer med å detektere saktegående kjøretøy kan den ha problemer med å få avvirket en stillestående kø. I verste fall vil ikke radaren detektere noen kjøretøy og signalgruppen veksles ut etter minimumstid selv om det er kø i tilfarten. Dette kan løses ved enten å sette lang minimumstid (8 – 12 sekunder) eller å etablere en nærværsetektor som kan opprettholde grønttiden ved oppstart. Lang minimumstid kan gi unødvendig lang grønttid og forsinkelse for andre trafikanter ved lavtrafikk.

Radaren må være retningsbestemt (kun detektere kjøretøy som kjører mot signalanlegget). En radar vil detektere store kjøretøy tidligere enn mindre kjøretøy, radaren gir derfor en liten ekstra prioritering av busser og lastebiler.

En radar kan ha problemer med å skille mellom trafikk i parallellgående felt. En radar bør derfor benyttes med forsiktighet hvis det er egne svingefelt som avvikles i andre faser en trafikken rett fram. I utgangspunktet bør det benyttes en radar pr felt selv om feltene inngår i samme gruppe. Bruk av én radar for to felt, kan gi forlengelse av grønttiden selv med liten trafikk og store luker mellom kjøretøyene i hvert av feltene.

En radar plasseres som regel på toppen av en signalstolpe eller på portal hvis det finnes. Det er viktig å sjekke at radaren har fri sikt til ønsket detekteringssone.



Figur 2-68: Radar plassert på gittermast.

En radar har lave etablerings- og driftskostnader og kan enkelt repareres uavhengig av årstid.

Infrarød detektor (IR)

En IR-detektor reagerer på varme. Den kan derfor benyttes til å detektere stillestående kjøretøy og fotgjengere/syklister. IR-detektoren kan dermed erstatte en nærvær-detektor (D3 og D4). IR-detektoren kan ha problemer med detektering om vinteren på grunn av kjøretøyene er kaldere enn asfalten, problemet er største i adkomstveger hvor kjøretøyene har kjørt kort tid etter at de har stått parkert.

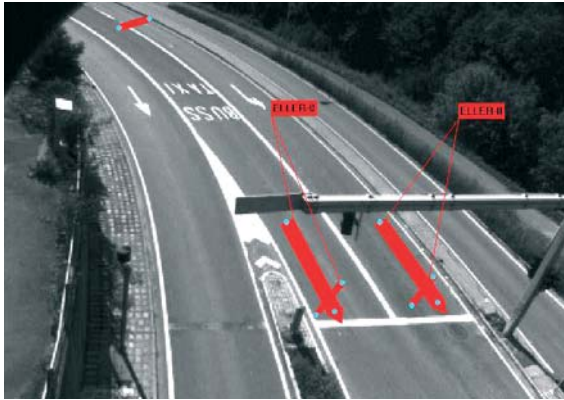
IR-detektoren plasseres helst over kjørebanelen og stilles inn rett ned mot kjøretøytrafikken. Alternativt kan de som radaren, plasseres på toppen av en signalstolpe.

De fleste IR-detektorer har en detekteringssone på maks 15 meter.

En IR-detektor er noe dyrere enn en radar.

Video

Videodetektering er i hovedsak databehandling av bilder. Utstyret vil reagere/sende anrop til styreapparatet ved forandring av lysstyrke i definerte detekteringssoner/detektorer i bildet. Detektorene legges virtuelt inn på kamerabildet med tilsvarende plassering som ordinære induktive sløyfer.



Figur 2-69: Skjerm bilde fra videokamera med virtuelle detektorer.

Et videokamera må plasseres høyt. 1 meter lenger opp tilsvarer om lag 10 meter økt sikt i lengderetningen. Det må være fri sikt fra kameraet til ønskede detektorplasseringer, for å finne riktig plassering av kamera kan man stå der man ønsker detektorene og se mot aktuelle kameraplasseringer. Det er viktig å ta hensyn til at store kjøretøy kan skygge for kjøretøy i nabofelt og eventuell vegetasjon som forandrer seg med årstidene. Videokameraet plasseres som regel på eksisterende gatelysmaster, i enkelte tilfeller kan fasade benyttes. For å unngå at linsene blir skitne på grunn av forurensning bør videokameraene plasseres så høyt som mulig.



Figur 2-70: Videokamera plassert på gatelysmast.

Siden videodetekteringsutstyret skal behandle bilder ut i fra endringer i lysstyrken er det viktig at:

- kameraet står stødig, bevegelse på grunn av vind kan være problematisk,
- kamerat bør rettes mest mulig rett ned og unngå at kameraet ser horisonten av hensyn til sollyss.

Selv med optimal plassering av videokameraet kan det oppstå problemer med bildebehandlingen og detekteringen knyttet til værforhold som sol / skygge og snøfall (kjøretøyspor kan detekteres som kjøretøy).

Videodetektering er dyrt sammenlignet med radar- og IR-detektorer. Som regel vil en full videodetektering av et kryss kreve minimum ett kamera pr vegarm.

I hovedsak all detektering av kjøretøy som kan gjøres med induktive sløyfer, kan også gjøres ved hjelp av videodetektering. Ved bruk av video er det enkelt å endre detektorkonfigurasjon. Videodetektering kan ha problemer med nøyaktig telling av kjøretøy og bør brukes med forsiktighet i områdeoptimaliserte anlegg som er basert på telling av trafikk.

Videodetektering krever som regel lite graving. Det vil derfor ofte være et godt alternativ i eksisterende kryss.

2.8.4 Styreskap/styreapparat

Tekniske funksjonskrav til styreskap og styreapparat er gitt i Håndbok 062.

I styreskapet er følgende utstyr plassert:

- Prosessoren som styrer signalanlegget (styreapparatet).
- Eventuelt utstyr for kommunikasjon med overvåkingsentralen.
- Eventuelt utstyr for selektiv detektering av kollektivtrafikk.
- Eventuelt utstyr for videodetektering.
- Sikringer.
- Rekketeklemmer for terminering av kabler.
- Eventuelle detektorforsterkere.

Ved valg av sted for plassering av styreskapet bør det tas hensyn til følgende:

- Det bør plasseres slik at skapet ikke fremstår som visuelt dominerende.
- Det bør plasseres slik at man ved manuell kontroll har god oversikt over krysset og ser mest mulig av alle tilfartene.
- Det bør plasseres slik at det ikke er sikthindrende.
- Det bør plasseres slik at det er minst mulig fare for påkjørsel og brøyteskade.
- Det bør plasseres slik at dører og luker kan åpnes uten at personell utsettes for farer eller at det skaper forstyrelser for andre trafikanter.
- Det bør plasseres slik at det er mulig med parkering av servicebil i nærheten, uten at denne stenger for andre trafikanter.

Plassering av skapet i bakkant av fortauet er ofte den beste plasseringen og plassering inntil bygning eller støttemur gjør skapet mindre synlig. Plasseres styreskapet opp i mot fasade skal det plasseres mot vegg og ikke foran vinduer.

Plassering av styreskapet bør i tillegg ta hensyn til eventuelle spesielle forhold vedrørende kabeltraséer og strømtilførsel.

Styreskapet bør ha nøytral farge tilpasset omgivelsene og øvrige signalutstyr.

Styreskapet skal plasseres på fundament som gir gode arbeidsforhold for arbeid inne i skapet sommer og vinter (snø).

Styreskapet skal jordes tilfredsstillende og ha overspenningsbeskyttelse. Hovedbryter for apparatet bør plasseres på et lett tilgjengelig sted.



Figur 2-71: Styreskap (innsiden og utsiden).

2.8.5 Stolper

Lyshoder og trykknapper kan monteres på:

- Ordinære signalstolper,
- Gatelysmast,
- Gittermast,
- Portal,
- Galge,
- Fasade/husvegg.

Det er ønskelig å ha så få stolper som mulig. Det bør derfor vurderes om signalene kan plasseres på for eksempel gatelysmaster eller skiltmaster. Særlig ved planlegging av nye kryss er det mulig å samordne dette.



Figur 2-72: Eksempel på signaler plassert på ordinær stolpe og gatelysmast.

Det normale er å benytte en ordinære signalstolpe i aluminium. De øvrige typene stolper bør bare benyttes der geometrien tilsier det.

Gittermast benyttes vanligvis i de tilfellene man ønsker to lyshoder for en signalgruppe på én stolpe. Dette kan være ønskelig i situasjoner hvor det er ekstraordinære forhold (stort fall/stigning inn mot stopplinjen) eller man ønsker et dobbelt sett lyshoder for å understreke at det finnes et signalanlegg.



Figur 2-73: Eksempel på gittermast.

Portal og galge benyttes i forbindelse med overhengende signaler. Overhengende lyshoder skal festes med kjetting i tillegg til ordinært feste for å hindre at lyshoder faller ned i vegbanen. Spesielt ved bruk av galge er det viktig å kontrollere dimensjoner og styrke i forhold til hva man tenker hengt på utstikkeren (lyshoder og skilt). Signaler kan også monteres på portalben.



Figur 2-74: Eksempel på bruk av gitterportal.



Figur 2-75: Eksempel på lyshode montert på fasade.

Lyshoder kan i enkelte tilfeller plasseres på fasade. Dette er mest aktuelt der bebyggelsen ligger tett opp mot vegen og eventuelt fortau er så smalt at en egen signalstolpe vil redusere fremkommeligheten på fortauet.

Ensartet fargebruk i et kryss, med samme farge på alt utstyr, gir et mer ryddig inntrykk og signalanlegget blir ikke så visuelt dominerende. Signalstolpene skal normalt være gule. I bymessige strøk eller i enkeltstående kryss der det ikke ferdes gående kan signalstolpene ha annen farge dersom dette ønskes ut fra estetiske hensyn. Følgende farger anbefales benyttet:

- Gul: RAL 1007.
- Grå: RAL 7043.
- Mørk grønn: RAL 6012.
- Sort: RAL 9017.

I bystrøk kan bruk av mørke farger skape problemer for svaksynte, og slike stolper skal der merkes med en hvit eller reflekterende mansjett med en bredde på minimum 10 cm i en høyde av ca 150 cm fra bakkenivå.

Riktig plassering av stolper er viktig både med hensyn til sikt til de ulike lyshodene, men også i forhold til trafikksikkerhet og senere vedlikehold. Krav til sikt er gitt i Håndbok 048 "Trafikklyssignaler" og i Håndbok 263 "Geometrisk utforming av veg- og gatekryss".

Plassering av stolper ut mot kantstein bør tilpasses det utstyret som skal monteres på stolpen for å unngå at passerende kjøretøy river ned utstyr og i verste fall hele stolpen. Minimumsavstand settes til 0,8 meter fra kantsteinen til senter stolpe.

Plassering av stolper bør ta hensyn til senere vedlikehold av fortau (for eksempel snørydding). Ønskes en stolpe plassert ved kantstein bør det minimum være 2 meter lysåpning mellom stolpe og fasade for å muliggjøre maskinelt vedlikehold.

I signalanlegg med gangfelt vil det ofte være ønskelig å etablere felles stolpe for fotgjengersignal og primærsignal for innkommende kjøretøytrafikk. Er det trykknapp for fotgjengergruppen skal stolpen plasseres i forlengelsen av gangfeltet. Er det ikke trykknapp for fotgjengergruppen kan stolpen plasseres i forlengelsen av stopplinja. Det må imidlertid påses at lyshodet for fotgjengergruppen ikke kommer for langt vekk fra gangfeltet.

Ved bruk av tilbaketrukket stopplinja bør det plasseres stolpe for primærsignalet til kjøretøygruppen ved stopplinja. Dette vil være med på å understreke plasseringen av stopplinja og er spesielt viktig ved slitasje av oppmerkingen og under vinterforhold.

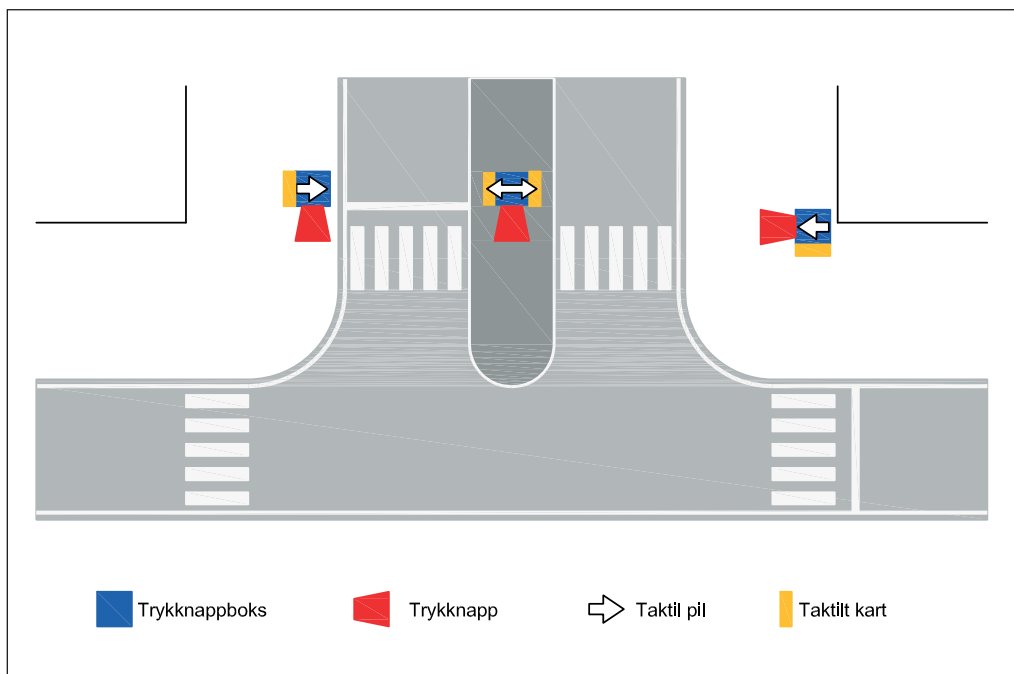
Minste frie høyde på arealer for gående og syklende er 2,25 meter. Lengden på stolpene og type fundament må tilpasses til dette. Av estetiske hensyn er det best hvis stolpen ikke stikker opp over lyshodene.

Med ågekors (om lag 0,6 meter av stolpen under bakken), frihøyde til underkant feste lyshode (2,25 meter) og avstand mellom fester (om lag 1,0 meter), gir dette en minimum stolpelengde på om lag 3,9 meter.

2.8.6 Trykknapper og akustiske signaler

Trykknappenheter skal plasseres nærmest mulig gangfeltet. Stolpe med trykknapp bør stå i forlengelsen av gangfeltet ved kantstein eller alternativt i bakkant av fortauet. Trykknappen skal plasseres i en høyde i forhold til gangareal, som er tilpasset barn og rullestolbrukere. Trykknappenhetsens hovedfarge bør være blå.

Retningen på trykknappenhetsen er avhengig av stolpeplasseringen. Står stolpen ved kantstein skal fronten av trykknappenhetsen være rettet vinkelrett på gangfeltet. Står stolpen i bakkant av fortauet skal trykknappenhetsen være rettet mot gangfeltet.



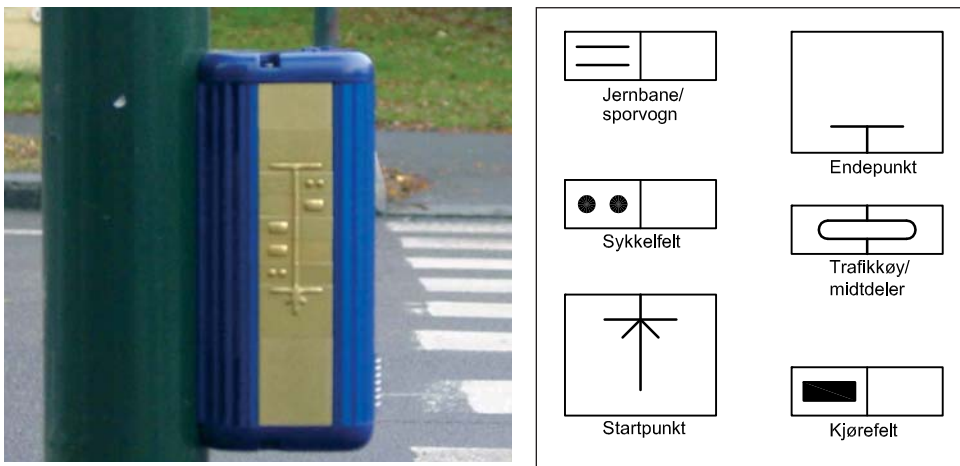
Figur 2-76: Retning på trykknapp er avhengig av stolpeplassering.

En trykknappenheter skal ha en taktil pil som angir retningen på gangfeltet. Pilen er ment som hjelp til synshemmede. Det er viktig at pilen viser riktig retning, slik at synshemmede ikke går i feil retning og i verste fall ut i selve kryssområdet.

Trykknappenheter bør ha taktilt kart på siden. De taktile tegnene skal angi et kart som viser utforming av vegen som krysser gangfeltet. Det taktile kartet viser sykkelfelt, kjøretøyfelt, trikkespor og trafikkøyer.

Det taktile kartet skal ha "startsted" (der den gående står), nederst på kartet med en pil som angir gangretning. Står trykknappen på stolpe ved kantstein bør det taktile kartet plasseres på den siden av trykknappen som vender inn mot fortauet. Står trykknappen på stolpe i bakkant av fortauet bør det taktile kartet plasseres på den siden av trykknappen som vender mot gangfeltet.

Bruk av taktilt kart på trykknapper som står på trafikkøyer er problematisk. Det beste er at det er en stolpe på hver side av trafikkøya ved kantsteinen mot de to kjørearealene. Med kun en stolpe skal de taktile kartene plasseres på den siden av trykknappen som vender bort fra det trafikkarealet man skal krysse (tilsvarende plassering av hva som gjøres ved stolpe på fortauet ved kantstein). De taktile kartene på trafikkøya skal kun vise den delen av vegen som skal krysses.



Figur 2-77: Taktile tegn på trykknappenheter.

Vanligvis har en trykknappenheter kun en trykknapp (hovedknapp). Enkelte modeller har imidlertid muligheten til en supplerende trykknapp (underknapp) som står på undersiden av trykknappenheter.

Underknappen kan for eksempel benyttes til:

- forlenget grøntid utover ordinær grøntid (hovedknapp) for fotgjenger,
- igangsettelse av akustisk signal (akustisk signal kommer da ikke ved trykk på hovedknapp).

Hvis trykknappenheter med underknapp benyttes er det viktig å informere de brukergruppene som har nytte av underknappen, for eksempel syns- og bevegelseshemmede. **Å la det akustiske signalet være styrt av underknappen, kan være farlig hvis de synshemmede ikke vet om virkemåten.** For fotgjengerne kan det for øvrig virke forvirrende hvis det er flere systemer (underknapp/ikke underknapp) innenfor et område/by.

Akustiske signaler kan enten komme inn fast i tidsstyrte anlegg (uten trykknapp) eller ved anrop til trykknapp. Spesielt i tidsstyrte anlegg hvor fotgjengergruppene kommer inn fast, bør det i samarbeid med det lokale lag av Norges Blindforbund vurderes når på døgnet det skal være akustiske signal. Det anbefales i utgangspunktet å koble ut signalene i tidsrommet mellom klokken 22 og 07 på hverdager og mellom klokken 22 og 09 på lørdag, søndag og helligdager, men dette bør tilpasses lokale forhold.

Det viktigste aspektet er forholdene for synshemmede som trenger det akustiske signalet. Dette bør imidlertid sees i sammenheng med eventuell forstyrrelse de akustiske signalene medfører for omkringliggende bebyggelse.

2.8.7 Lyshoder

Trafikantenes kontakt med et signalanlegg skjer i hovedsak gjennom lyshodene som dermed utgjør en meget viktig del av signalanlegget.

Størrelsen på signalhoder er bestemt av NS-EN 12368. For kjøretøysignaler (1080, 1082, 1088) og fotgjengersignal (1086) er standard lysåpning 200 mm, mens 300 mm kan benyttes der det er hensiktsmessig. For sykkelsignal (1084) skal lysåpningen være 100 mm.

Lyshodene kan enten ha glødepærer (vanligvis 230V), eller LED (Light Emitting Diodes). Det er fordeler og ulemper med begge typene:

- Glødepærer (230V)
 - + Varmeutstrålingen fra pæren kan bidra til holde lyshodene fri for snø og is.
 - Relativt sett høyt effektforbruk.
 - Relativt sett kort levetid.
- LED
 - + Høy lysstyrke.
 - Kan medføre problem med blinding.
 - + Lang levetid.
 - + Lavt effektforbruk.
 - Lavt effektforbruk kan gi problemer med lampeovervåking, spesielt for 100 mm.
 - Høyere innkjøpspris.

Forutsatt et forholdsvis nytt styreapparat anbefales å bruke lyshoder basert på LED. Blendingsproblematikken kan søkes løst ved å dimme lysene ned i mørke, forutsatt at dette ikke skaper problemer for overvåkningsfunksjonen i styreapparatet. Ønskes dimming av lysstyrken bør lyshodene kjøpes med mulighet til dimming fra produsenten.

På grunn av lysstyrken i LED-lampene blir behovet for bruk av 300 mm lyshoder mindre. Bruk av 300 mm lyshoder vil som regel kun være nødvendig der det benyttes glødepærer eller lavvoltpærer og avstanden til signalene overstiger 30 meter (det vil si store kryss). Bruk av overhengende lyshoder der tillatt hastighet er større enn 50 km/t, kan også tilsi bruk av 300 mm lyshoder.

Behovet for ekstra lange skjermer og/eller bakgrunnsjermer bør vurderes for hvert enkelt signalanlegg.

Behovet for ekstra lange skjermer er i hovedsak knyttet til steder der trafikantene kan se lyshoder for flere signalgrupper samtidig, med fare for misforståelse.

Behovet for bakgrunnskjermer reduseres ved bruk av LED-lyshoder på grunn av lysstyrken i disse. Behovet for bakgrunnskjermer er oftest knyttet til steder der man trenger å skjerme de kjørende for sterkt sollys når de ser mot lyshodene. Eventuelle problemer oppstår som regel i forbindelse med soloppgang eller solnedgang.

Ved plassering av lyshoder bør det også tas hensyn til eventuelt sollys som kan skinne direkte på lyshodene. Eventuelle problemer oppstår som regel i forbindelse med soloppgang eller solnedgang. Ved bruk av glødepære og farget glass kan dette medføre at sollyset blir reflektert tilbake slik at det ser ut som at alle lampene er tent. Ved bruk av LED kan direkte sollys medføre at det er vanskelig å se om en lampe er tent eller ikke. Bruk av lange skjermer kan avbøte problemene i enkelte tilfeller.

PUFFIN-lyshoder for fotgjengere skiller seg ut fra de ordinære lyshodene, da lyshoder og trykknapp skal plasseres samlet. Test av PUFFIN-konseptet i Norge viste at mange i starten slet med å finne/se lyshodet selv om det sto plassert rett over trykknappen. Dette tilsier at lyshode og trykknapp bør være mest mulig integrert i hverandre. Det foreligger ikke standardisert løsning for PUFFIN-lyshode i Norge pr 2007.



Figur 2-78: Ordinært lyshode for fotgjengergrupper (til venstre) og lyshode / trykknapp i PUFFIN-anlegg (til høyre).

2.9 Dokumentasjon

2.9.1 Generelt

Forut for bygging av et signalanlegg skal det utarbeides byggeplan samt planer for tidssetting.

Ved ombygging av eksisterende anlegg vil prosjekteringen som regel utarbeides med utgangspunkt i dokumentasjonen for eksisterende anlegg. Kvaliteten på byggeplanen vil da ofte være avhengig av kvaliteten på eksisterende tegninger. Det er derfor en viktig del av arbeidet med signalanlegget å ha gode rutiner for dokumentasjon.

Etablering av selve signalreguleringen er ofte bare en del av en vegombygging/kryssombygging. Her omtales bare de elementer som er knyttet til selve signalreguleringen. Det vises for øvrig til Håndbok 139 "Tegningsgrunnlag". Tegninger tilknyttet signalanlegg benevnes som M-tegninger.

Byggeplanen bør inneholde:

- Prosessbeskrivelser
 - o Prosesser og mengder for arbeider i grunnen.
 - o Prosesser og mengder for signalteknisk utstyr og signaltekniske arbeider.
- M-tegninger
 - o Plan for kummer, rør, fundamenter og eventuelle detektorsløyfer.
 - o Stolpe- og kabelplan.
 - o Detaljer / standardtegninger.

2.9.2 Prosessbeskrivelse

Prosessbeskrivelsen vil være grunnlaget for entreprenøren sin prissetting av arbeidet. Prosessbeskrivelsen skal bestå av de ulike prosessene som ønskes utført med tilhørende mengder.

I Håndbok 025, Prosesskode-1, er arbeider med signalanlegg definert som prosess 76.1, men det foreligger ingen oppdeling i underprosesser. Underprosesser kan derfor lages som "spesiell beskrivelse" tilpasset anlegget.

- 76.1 Signalanlegg
- a) Omfatter levering og montering av permanent signalanlegg med tilhørende styringsutstyr, inklusive fundamenteringsarbeider, stolper eller tilsvarende samt fremføring av elektrisk strøm.
 - x) Kostnad angis som rund sum.

Figur 2-79: Prosess 76.1 fra Håndbok 025.

2.9.3 M-tegninger

Behovet for egen M-tegning for arbeidene i grunnen vil være størst der det er andre entreprenører som gjør arbeidet i grunnen, enn de som monterer de trafikktekniske elementene i signalanlegget.

Av hensyn til lesbarheten i tegningene kan det være ønskelig med egen tegning for arbeidene i grunnen, for å redusere sannsynlighet for feil i arbeidet.

Eksempler på M-tegninger og tegnforklaring for M-tegninger er vist i Vedlegg F. Tabell 2-80 viser anbefalt lagstruktur for M-tegninger basert på sosi-koder.

Lagnavn	Element
G—SI---09150	Ramme, tittelfelt, merknadsfelt, tegnforklaring
G—SI---07608	Kabeltrase, trasésymbol, rør, kanal, kabelinnmåling
G—SI---07618	Kabelbeskrivelse
G—SI---08250	Kummer
G—SI---08250-TK	Kum nr
G—SI---07603	Styreskap, blåboks, signalstolpe, stolpebetegnelse
G—SI---07613	Lyshode, gruppe nr., trykknapp, radar, IR og videokamera
G—SI---07609	Induktive sløyfer, målsetting og detekteringsområder for radar og video.
G—OP---07607	Oppmerking
G—OP---07627	Sperrefelt
G—OP---07534	Gangfelt

Figur 2-80: Laginndeling for M-tegninger basert på sosi-koder.

For spesielle detaljer/elementer i signalanlegget bør det utarbeides detaljtegninger. Standardtegninger for en del elementer som ofte benyttes i signalanlegg, er vist i vedlegg A.

2.9.4 Planer for tidssetting (SK-skjema)

Signalanleggets virkemåte og tidssetting skal dokumenteres. I vedlegg B er det vist eksempel på SK-skjema (signalkryss-skjema).

Eksempelet inneholder mange ark. Hvilke ark som er nødvendig å benytte, tilpasses de aktuelle anleggene.

2.9.5 Som utført-tegning/innmålinger

Ved etablering av nye signalanlegg eller ombygging av eksisterende anlegg, bør det settes krav til utarbeidelse av "som utført-tegninger" for stolpe- og kabelplanen. Som utført-tegningen skal baseres på innmåling av etablert utstyr. Rørtraséer med eventuell knekkpunkt, induktive sløyfer, beliggenhet til ende av detektorrør i vegbanen, kummer, stolper og styreskap skal innmåles. Innmåling bør ta utgangspunkt i godkjente fastpunkt og utføres med godkjent kalibrert totalstasjon.

Basert på innmålingene skal plassering av de ulike elementene på stolpe- og kabelplanen endres. For ende av detektorrør i vegbanen skal det lages en tabell på tegningen som viser koordinater for disse.

Som utført-tegningen vil inngå som en del av dokumentasjonen for eksisterende situasjon etter fullført ombygging. Det er således viktig at denne er riktig av hensyn til eventuelle senere gravearbeid ved signalanlegget når eksisterende kabler skal påvises.

3. Planlegging av andre typer signalanlegg

3.1 Skyttelsignalanlegg

3.1.1 Generelt

Normalbestemmelser for skyttelsignalanlegg er gitt i Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg", kapittel 5.

For de ulike utstyrselementene i et skyttelsignalanlegg (lyshoder, stolper, kabler, styreapparat og detektorer), gjelder de samme prinsippene som for signalregulerte kryss og gangfelt, jf kapittel 2. For permanente skyttelsignalanlegg skal det være fast kabelforbindelse for kommunikasjon.

3.1.2 Virkemåte

Skyttelsignalanlegg kan styres etter ulike styringsfilosofier:

- tidsstyring,
- trafikkstyring,
- manuell styring.

Av hensyn til sikkerheten i skyttelsignalanlegg bør det benyttes ordinære styreapparat og ikke PLS (programmerbar logisk styring).

Tidsstyring

Tidsstyrte anlegg går med faste grøntider og veksler uten påvirkning fra trafikken. Det bør benyttes flere signalplaner med ulik grøntidsfordeling og omløpsti tid tilpasset trafikkvolumet på de ulike tidene av døgnet og uka.

Tidsstyring kan medføre unødvendig forsinkelse og bør i utgangspunktet kun benyttes i anlegg for korte strekninger og beskjeden trafikkbelastning.

Trafikkstyring

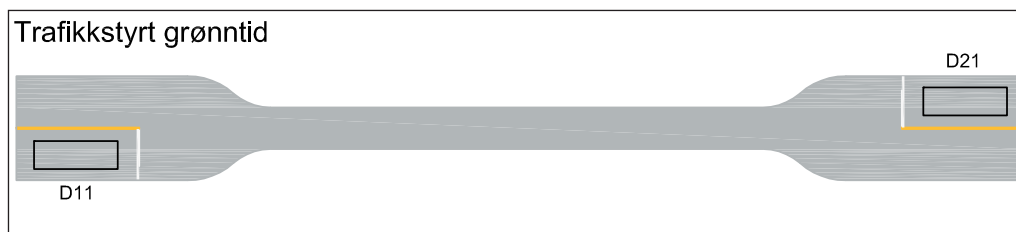
Trafikkstyring av skyttelsignalanlegg gir en bedre mulighet for tilpassning av grøntid og tømningstid til den aktuelle trafikksituasjonen.

Trafikkstyring av skyttelsignalanlegg kan utføres etter to prinsipper:

- Kun trafikkstyring av grøntid med fast tømningstid.
- Trafikkstyring av både grøntid og tømningstid. Trafikkstyring av tømningstiden kan utføres etter to prinsipper:
 - telling av trafikk,
 - detektering av nærvær.

Trafikkstyrte skyttelsignalanlegg bør hvile i allrødt.

Kun trafikkstyring av grøntid



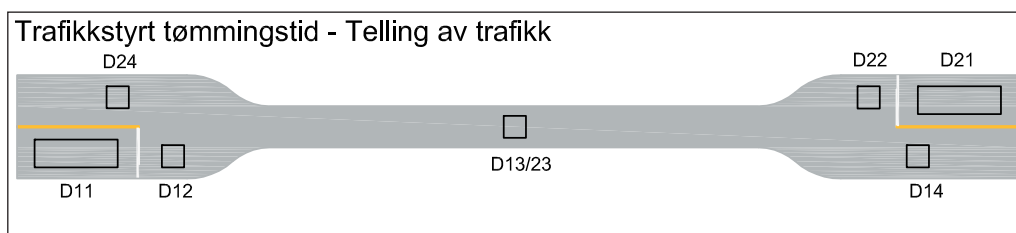
Figur 3-1: Trafikkstyrt grøntid.

Prinsippet for hver kjøreretning er basert på bruk av en nærvær-detektor ved stopplinja (D11). Prinsippet vil ha følgende virkemåte (eksempel gruppe/retning 1):

- D11 anroper og ber om grønt. D11 styrer lengden på grønttiden som kan forlenges opp til en maksimal grønttid ved belegg på D11. Det bør vurderes om det er behov for egen detektor for detektering av syklist/motorsyklist.
- Tømmingstiden er tidsstyrt.

Nærvær-detektorene (D11) kan utformes som en long-loop-detektor (induktiv sløyfe eller video) med lengde 15–20 meter eller en kortere nærvær-detektor i kombinasjon med radar, jf kapittel 2.8.3.

Full trafikkstyring - tømmingstid styrt med telling av trafikk



Figur 3-2: Prinsipp for full trafikkstyring med telling av trafikk.

Prinsippet er for hver kjøreretning, basert på bruk av en nærvær-detektor (D11) og tre telledetektorer (D12, D13, D14). Prinsippet vil ha følgende virkemåte (eksempel gruppe/retning 1):

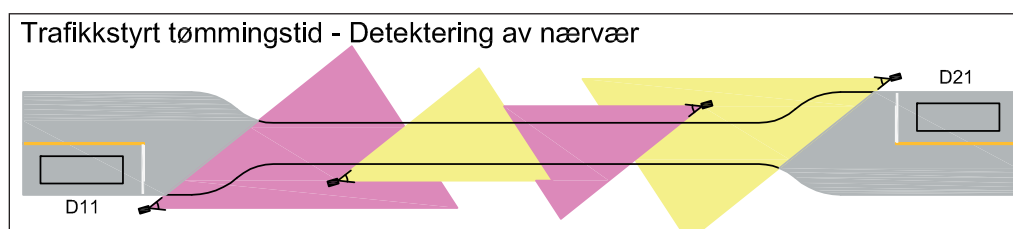
- D11 anroper og ber om grønt. D11 styrer lengden på grønttiden som kan forlenges opp til en maksimal grønttid ved belegg på D11. Det bør vurderes om det er behov for egen detektor for detektering av syklist/motorsyklist.
- D12 teller trafikken som kjører inn på strekningen med ett felt.
- D13 teller trafikken på strekningen med ett felt. Ut i fra en forventet kjøretid for trafikk kan D13 oppdage om enkelte kjøretøy stopper (svinger av vegen). Detek-

toeren er mest aktuell å benytte i skyttelanlegg for lange strekninger. D13 og D23 kan benytte samme detektor hvis de etableres slik at de kan telle trafikken retningsbestemt.

- D14 teller trafikken som kommer ut i fra strekningen med ett felt, og avslutter tømmingsperioden når D14 har registrert samme antall kjøretøy som D12 eventuelt D13.

Nærværsetektoren (D11) kan utformes som en long-loop-detektor (induktiv sløyfe eller video) med lengde 15–20 meter eller en kortere nærværsetektor i kombinasjon med radar, jf kapittel 2.8.3.

Full trafikkstyring - tømmingstid styrt med detektering av nærvær



Figur 3-3: Prinsipp for full trafikkstyring med detektering av nærvær.

Prinsippet er for hver kjøreretning basert på bruk av en nærværsetektorer (D11) ved stopplinjene og supplerende nærværsetektorer (video eller radar) som samlet detekterer hele strekningen med ett felt. Prinsippet er mest aktuelt for korte strekninger/broer.

Prinsippet vil ha følgende virkemåte (eksempel gruppe/retning 1):

- D11 anroper og ber om grønt. D11 styrer lengden på grønttiden som kan forlenges opp til en maksimal grønttid ved belegg på D11. Det bør vurderes om det er behov for egen detektor for detektering av syklist/motorsyklist.
- Video-/radardetektorene detekterer nærvær på strekning og avslutter tømmingsperioden når siste kjøretøy forlater strekningen. Benyttes radardetektorer skal disse ikke være retningsbestemte.

Nærværsetektoren (D11) kan utformes som en long-loop-detektor (induktiv sløyfe eller video) med lengde 15–20 meter eller en kortere nærværsetektor i kombinasjon med radar, jf kapittel 2.8.3.

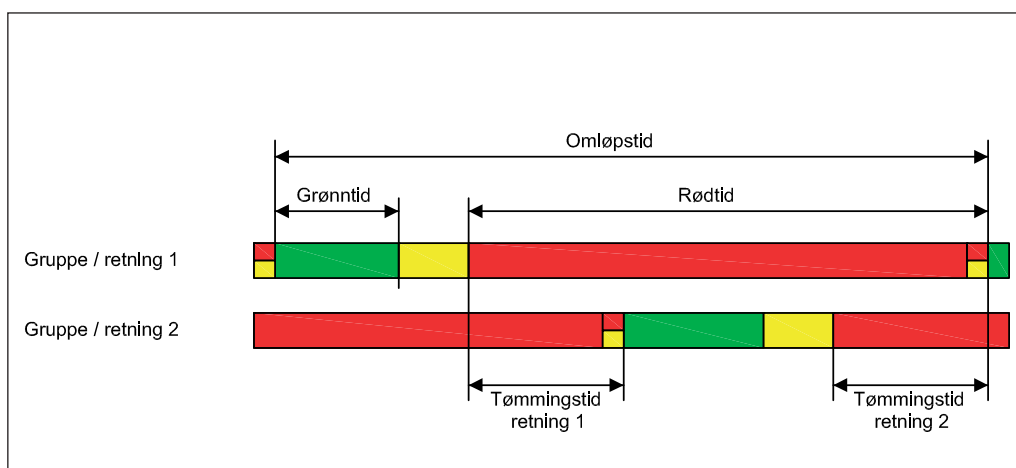
Manuell styring

Manuell styring benyttes som regel kun i ekstraordinære situasjoner. Grønntiden for hver gruppe/retning styres manuelt direkte via betjeningspanel. Manuell styring krever at man ser hele strekningen fra ett punkt eller har kommunikasjon mellom hver ende av strekningen. Nærmere beskrivelse av dette er gitt i Håndbok 051 "Arbeidsvarsling".

3.1.3 Tidssetting

Ved tidssetting av skyttelsignalanlegg bør følgende tilstrebes:

- Kort omløpstid/grønntid for å redusere forsinkelsen for trafikantene.
- Grønntiden bør imidlertid være så lang at alle kjøretøy som ankommer på rødt lys kan passere stopplinjen på første gangs grønt lys.



Figur 3-4: Omløpstid, grønntid og rødtid og tømningstid i skyttelsignalanlegg.

Tømningstid

Hvis tømningstiden er tidsstyrt skal den beregnes i henhold til Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg", ut i fra lengden på strekningen samt den saktest gående kjøretøygruppens fart. Kjøretøygruppens fart er avhengig av kvaliteten på vegen, kurvatur og stigning. For hvert enkelt tilfelle bør det vurderes om tømningstiden skal ta hensyn til eventuelle syklistene.

Hvis tømningstiden er trafikkstyrt skal det defineres en minimum og maksimum tømningstid:

- Minimum tømningstid bør tilsvare at kjøretøyene kjører med skiltet hastighet på strekningen.
- Maksimum tømningstid bør vurderes for hvert enkelt tilfelle og sees i forhold til reell kjørehastighet på strekningen. Som utgangspunkt kan maksimumstiden beregnes ut i fra halvparten av reell kjørehastighet.

Grønntid

Figur 3-5 viser anbefalte verdier for grønntid og rødtid for hver retning samt omløpstid for tidsstyrte anlegg. Tabellen er laget med utgangspunkt i en utgangskapasitet for strekningen på 1500 kjt/t. Tidene finnes ved å gå inn med gjennomsnittlige tømmings- tid for strekningen og vegens timetraffikk.

Tømmingstid	6 sekund	10 sekund	20 sekund	30 sekund	40 sekund	50 sekund
Trafikk kjt/t sum begge retninger	Grønntid for en retning / omløpstid					
50	6 / 30	6 / 38	6 / 58	6 / 78	6 / 98	6 / 118
100	6 / 30	6 / 38	6 / 58	6 / 78	6 / 98	6 / 118
200	6 / 30	6 / 38	6 / 58	6 / 78	8 / 102	10 / 126
300	6 / 30	6 / 38	7 / 60	10 / 86	13 / 112	16 / 138
400	6 / 30	6 / 38	10 / 66	14 / 94	19 / 124	
500	6 / 30	8 / 42	14 / 74	20 / 106	26 / 138	
600	8 / 34	11 / 48	19 / 84	27 / 120		
700	10 / 38	14 / 54	25 / 96	36 / 138		
800	14 / 46	19 / 64	34 / 114			
900	18 / 54	26 / 78	46 / 138	Signalregulering frarådes		
1000	28 / 74	37 / 100				
1100	40 / 98	57 / 140				
1200						

Figur 3-5: Grønntid for en retning / omløpstid i tidsstyrte anlegg.

Figuren er basert på lik trafikkbelastning i hver retning. Dersom det er forskjellig trafikkbelastning i de to retningene, bør tidene justeres etter følgende regler:

- Dersom man øker grønntiden i retning 1 bør grønntiden i retning 2 reduseres med like mange sekund.
- Summen av rødt + grønt i hver retning bør holdes konstant.

Hvis grønntiden er trafikkstyrt skal det defineres en minimum og maksimum grønntid:

- Minimum grønntid bør være så lav som mulig (3 sekunder), den bør tilpasses detektorkonfigurasjonen før stopplinjen (D11).
- Maksimum grønntid bør vurderes for hvert enkelt tilfelle og sees i forhold til reell trafikkbelastning på strekningen. Av hensyn til forsinkelsen i anlegget bør det ikke settes for høy maksimumstid. Som utgangspunkt kan maksimumstiden settes 20 % høyere en grønntiden vist i figur 3-5.

3.1.4 Kryss på strekningen

I utgangspunktet bør det om mulig, unngås å ha kryss eller avkjørsler på strekningen med skyttelsignalanlegg. Skyttelsignalanlegg skal ikke benyttes på strekninger med kryss eller avkjørsler uten at disse er sikret med egne signaler, opplysningsskilt eller annet.

For eksempel kan skilt 560 benyttes for å varsle trafikk fra sidevegen om at de kjører inn på en strekning med skyttelsignalanlegg.



Figur 3-6: Bruk av skilt 560 for kryss/ avkjørsler på strekningen.

3.2 Rampekontrollanlegg

3.2.1 Generelt

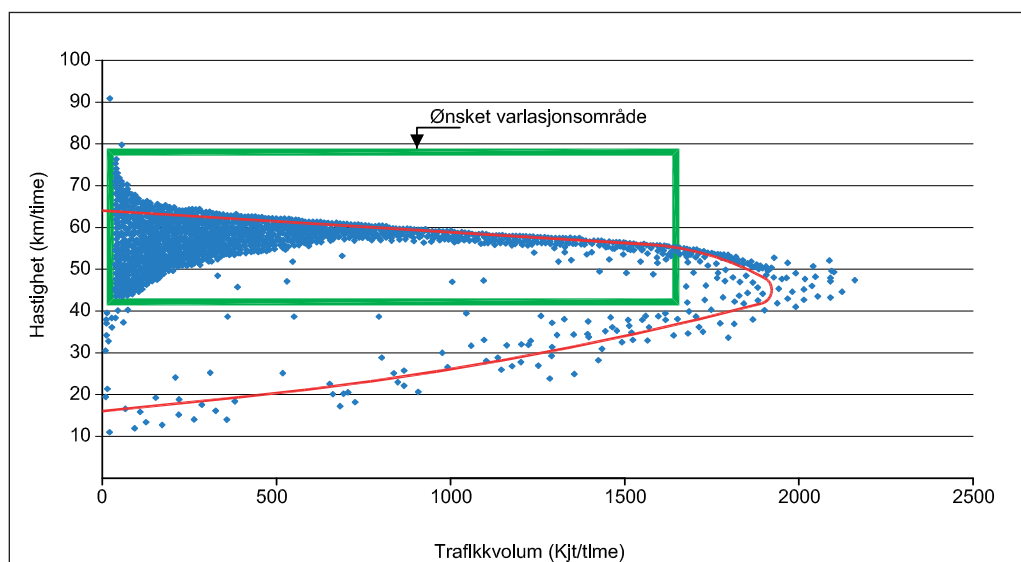
Normalbestemmelser for rampekontrollanlegg er gitt i Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg".

Rampekontrollanlegg skal bare slippe ett kjøretøy av gangen over på grønt lys, og kapasiteten skal justeres ved lengden på rødtiden.

For de ulike utstyrelementene i et skyttelsignalanlegg (lyshoder, stolper, kabler, styreapparat og detektorer), gjelder de samme prinsippene som for signalregulerte kryss og gangfelt, jf kapittel 2. Signalhodet skal ha gul bakgrunsskjerm.

Av hensyn til muligheten til driftsovervåkning anbefales det å benytte ordinære styreapparat og ikke PLS (programmerbar logisk styring).

Formålet med et rampekontrollanlegg er å kontrollere trafikkvolumet på en hovedveg slik at denne ikke får et avviklingsmessig sammenbrudd, eventuelt for å redusere uønsket snikkjøring. Figuren under viser en typisk kurve med forholdet mellom trafikkvolum og hastighet. Kurven viser at etter et sammenbrudd i avviklingen faller både hastigheten og trafikkvolumet som avvikles.



Figur 3-7: Eksempel på volum- / hastighetskurve for en veg.

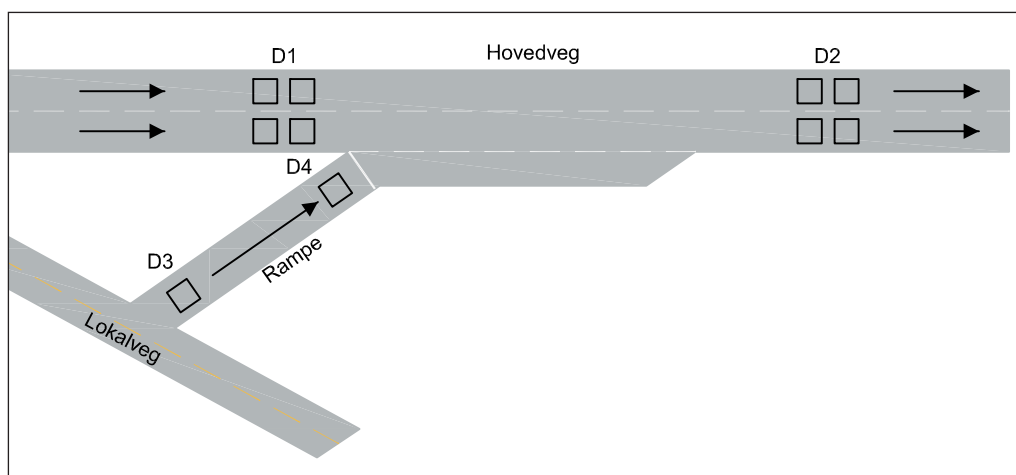
Ideelt sett skal et rampekontrollanlegg bidra til at trafikkvolumet på hovedvegen er innenfor den grønne firkanten slik at sammenbrudd i avviklingsforholdene unngås.

Forholdene på hovedvegen bør ses i forhold til eventuelle konsekvenser for lokalveiene som berøres av redusert kapasitet på påkjøringsrampen.

Rampekontrollanlegg skal bare benyttes i de tilfellene hvor man kun ønsker å slippe igjennom ett kjøretøy av gangen. Ønskes det å slippe igjennom flere kjøretøy av gangen, skal det benyttes vanlige kjøretøysignaler og vanlig signalgivning som for kryss og gangfelt.

3.2.2 Virkemåte

Et rampekontrollanlegg bør være trafikkstyrt. Rampekontrollanlegg har en fast grønn-tid på 2 sekund, detektering av kjøretøytrafikken skal styre lengden på rødtiden. Figur 3-8 viser mulig detektorkonfigurasjon.



Figur 3-8: Detektorkonfigurasjon i rampekontrollanlegg.

Detektorkonfigurasjonen bør tilpasses slik at inn- og utkobling av anlegget og tidssettingen reflekterer trafikksituasjonen. Detektorene vist i figuren bør ha følgende virkemåte:

- D1 og D2 skal kartlegge situasjonen på hovedvegen som grunnlag for bestemmelse av inn- og utkobling av rampekontrollanlegget samt bestemmelse av lengden på rødtiden når anlegget er i drift. Den mest vanlige parameteren for vurdering av forholdene er trafikkvolum. Behovet for antall detektorer og plassering av disse må tilpasses hvert enkelt sted situasjon.
- D3 skal kartlegge køsituasjonen på påkjøringsrampen for å hindre tilbakeblokkering til lokalveg. D3 skal være en nærvær-detektor og gi redusert rødtid ved belegg på detektoren.
- D4 skal anmelde grønnbehov for påkjøringsrampen. D4 skal være en nærvær-detektor.

En minimumsvariant for detektorkonfigurasjon kan være:

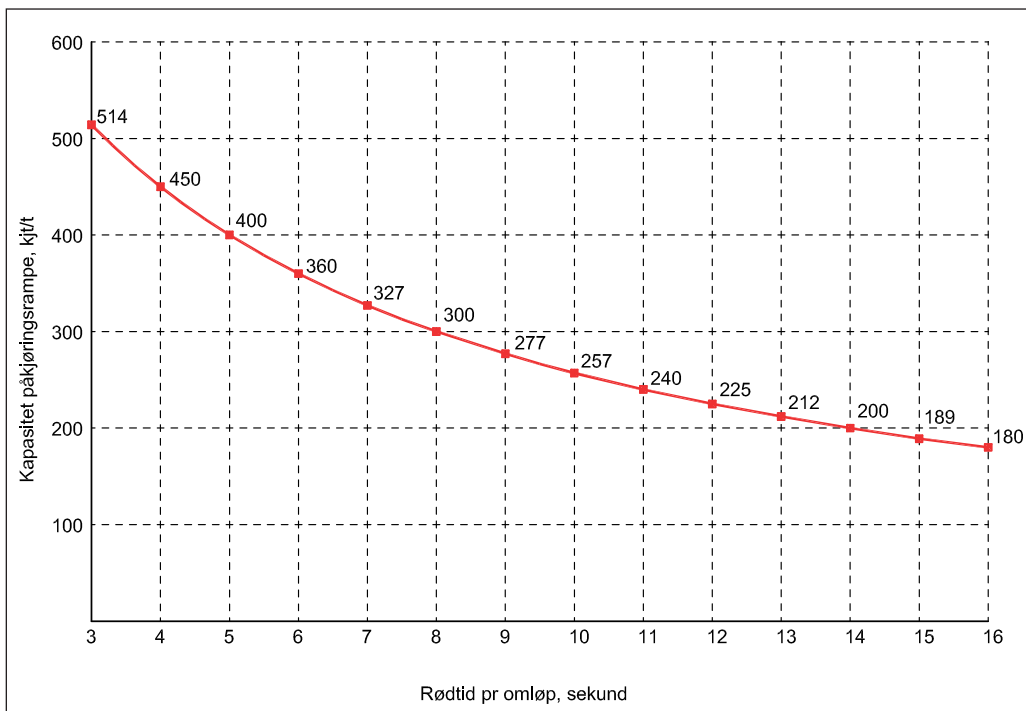
- D1 som bestemmer lengden på rødtiden ved å telle trafikk på hovedvegen.
- D4 skal anmelde grønnbehov for påkjøringsrampen.

Type detektorer som benyttes (induktive sløyfer, radar eller video), må tilpasses det aktuelle stedet.

Det bør i detaljplanleggingen og i oppfølgingen etter oppstart, fastsettes grenseverdier for de ulike detektorene i forhold til når anlegget skal inn- og utkobles samt for bestemmelse av rødtiden.

3.2.3 Tidsetting

Rampekontrollanlegg skal ha fast grøntid på 2 sekund og fast gultid på 1 sekund. Rødtiden kan varieres mellom 3 og 16 sekund. Endringen av rødtiden bør ikke skje i større sprang enn 2 sekund pr omløp. Lang rødtid kan medføre rødlyskjøring.



Figur 3-9: Kapasitet på påkjøringsrampen som funksjon av rødtiden.

En enkel form for trafikkstyring er å benytte trafikkvolumet registrert på D1 til å beregne hvor stor trafikk man kan tillate på påkjøringsrampen før man overstiger største ønskede trafikkvolum i snittet ved D2.

3.3 Rødt stoppblinksignal

3.3.1 Generelt

Normalbestemmelser for rødt stoppblinksignal er gitt i Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg".

Anlegg for rødt stoppblinksignal kan styres med ordinært styreapparat for signalregulerte kryss/gangfelt eller med PLS (programmerbar logisk styring). PLS'er er noe billigere i innkjøp en ordinære styreapparat, men PLS'er gir i mindre grad mulighet til overvåkning og fjernstyring av anleggene via vanlige overvåkningsentraler for trafikksignalanlegg.

3.3.2 Virkemåte

Rødt stoppblinksignal bør være trafikk- eller situasjonsstyrt. Anleggene bør ha et "detektorsystem" bestående av anrop (ønske om innkobling) og utkwittering (hendelsen er over).

Siden rødt stoppblinksignal kan benyttes i mange ulike situasjoner må detektorsystemet tilpasses for hvert enkelt tilfelle. Ulike kilder for anrop/utkwittering kan for eksempel være:

- Ordinære kjøretøydetektorer (for eksempel kollektivdetektorer).
- Utrykningskjøretøy (for eksempel ved utkjøring fra sykehus eller brannstasjon).
- Vegtrafikksentralen (for eksempel ved stenging av tunneler ved ulykker).
- Tilstandsdetektorer (for eksempel vindmålere).
- Manuell styring (for eksempel bruer som åpnes).

Det bør i detaljplanleggingen og i oppfølgingen etter oppstart, fastsettes grenseverdier for de ulike situasjonene i forhold til når anlegget skal inn- og utkobles.

3.4 Gult blinksignal

3.4.1 Generelt

Normalbestemmelser for gult blinksignal er gitt i Håndbok 048 "Trafikksignalanlegg".

Bruken må begrenses slik at trafikantene ikke blir mindre mottakelig for annen skiltinformasjon som ikke har gult blinksignal. Anlegg for gult blinksignal kan styres med ordinært styreapparat for signalregulerte kryss/gangfelt eller med PLS (programmerbar logisk styring). PLS'er er noe billigere i innkjøp en ordinære styreapparat, men PLS'er gir i mindre grad mulighet til overvåkning og fjernstyring av anleggene via vanlige overvåkningsentraler for trafikksignalanlegg.

Gult blinksignal har prinsipielt samme virkemåte som rødt stoppblinksignal.

3.4.2 Sammen med offentlig trafikskilt

Gult blinksignal sammen med trafikskilt bør være trafikk- eller situasjonsstyrt. Anleggene bør ha et "detektorsystem" bestående av anrop (ønske om innkobling) og utkvittering (hendelsen er over).

Siden gult blinksignal kan benyttes i forbindelse med mange ulike skilt/situasjoner må detektorsystemet tilpasses for hvert enkelt tilfelle. Ulike kilder for anrop/utkvittering kan være:

- Ordinære kjøretøyledetektorer (for eksempel kødetektorer på motorveg, kollektivdetektorer).
- Utrykningskjøretøy (for eksempel ved utkjøring fra sykehus eller brannstasjon).
- Vegtrafikksentralen (for eksempel ved variabel vegvisning).
- Tilstandsdetektorer (for eksempel temperaturmåler).
- Manuell styring.

Det bør i detaljplanleggingen og i oppfølgingen etter oppstart, fastsettes grenseverdier for de ulike situasjonene i forhold til når anlegget skal inn- og utkobles.

3.4.3 Som ledelys

Gult blinksignal som ledelys kan benyttes sammen med skilt 902 "Bakgrunnsmarkering", 904 "Retningsmarkering" eller 906 "Hindermarkering".

Normalt skal ledelys i forbindelse med skilt være i kontinuerlig drift.

Ledelys kan styres av:

- Vegtrafikksentralen (for eksempel ved omkjøring/bom ved stenging av tunnel).
- Tilstandsdetektorer (for eksempel lysforhold).
- Manuell styring.

Det bør i detaljplanleggingen og i oppfølgingen etter oppstart, fastsettes grenseverdier i forhold til når anlegget skal inn- og utkobles.

3.4.4 Som oppmerksomhetssignal i kjørebanelen

Gult blinksignal som oppmerksomhetssignal i kjørebanelen, kan for eksempel benyttes for varsling om fotgjengere i uregulerte gangfelt i direkte tilknytning til skoleveger. Eventuell bruk, i forbindelse med gangfelt eller andre situasjoner, skal inntil videre gjøres i samråd med Vegdirektoratet.

Anlegg med oppmerksomhetssignal i kjørebanelen vil som regel ha høye driftskostnader.

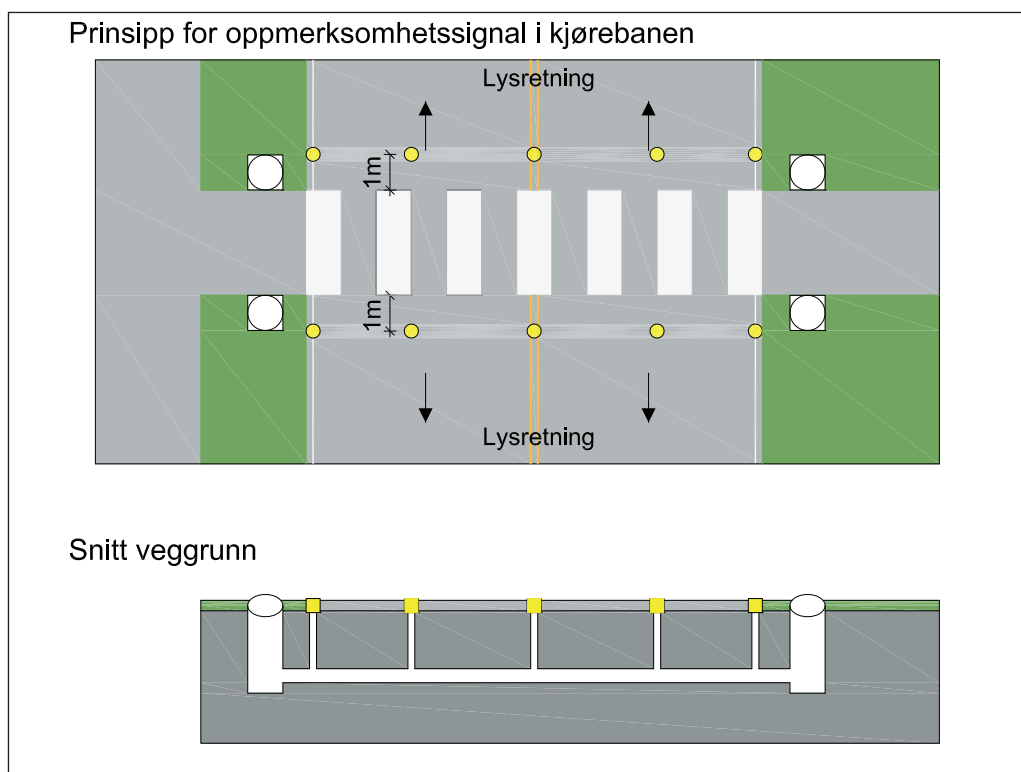
Bruk i uregulerte gangfelt

Utforming

Lampene i kjørebanelen skal ligge i asfalten med toppen maksimalt 3 mm over asfalten. Lampene skal ha ripefast glass som ikke forringes av slitasje fra blant annet piggdekk. Lampene skal ligge i avstand 1 meter fra gangfeltet og ha lysretning bort fra gangfeltet.

Det bør legges en kabelkanal i overbygningen rett under lampene. Etter legging av asfalt kan det kjerneborres for plassering av lampene og kjerneborres en tynn åpning/rør ned til kabelkanalen. Det bør legges rør i åpningen fra lampen til kabelkanalen for å hindre at åpningen tetter seg.

Eventuelt kan det legges ordinære rør med T-koblinger og støpes rundt og opp som en stripe i vegbanen. Dette kan gi reduserte vedlikeholdskostnader ved reasfaltering av vegen.



Figur 3-10: Prinsippskisse for oppmerksomhetssignal i kjørebanelen.

Virkemåte

Gult blinksignal som oppmerksomhetssignal i kjørebanelen, skal være trafikkstyrt i form av automatisk detektering (ikke trykknapp) av fotgjengere som ønsker å benytte gangfeltet.

Det skal være egne ventearealer på hver side av vegen som kun benyttes av gående eller syklende som ønsker å krysse gangfeltet, slik at kun disse blir detektert og ikke fotgjengere eller syklistene som ferdes langs vegen. Detektering av fotgjengere kan gjøres ved bruk av IR-detektor eller videodetektor (benyttes i PUFFIN-anlegg).

Perioden med gulblink skal starte umiddelbart etter detektering av fotgjengere i ventearealet.

Lengden på perioden med gulblink kan enten være fast eller trafikkstyrt:

- Ved en fast tid med gulblink skal varigheten av gulblink i sekund være lik vebredden i meter.
- Ved trafikkstyrt varighet av gulblink skal det være en kontinuerlig deteksjon av fotgjengere i gangfeltet. Perioden med gulblink skal avsluttes når siste fotgjenger forlater gangfeltet. Det bør benyttes radardetektor som er tilpasset detektering av gående.

4. Drift og vedlikehold

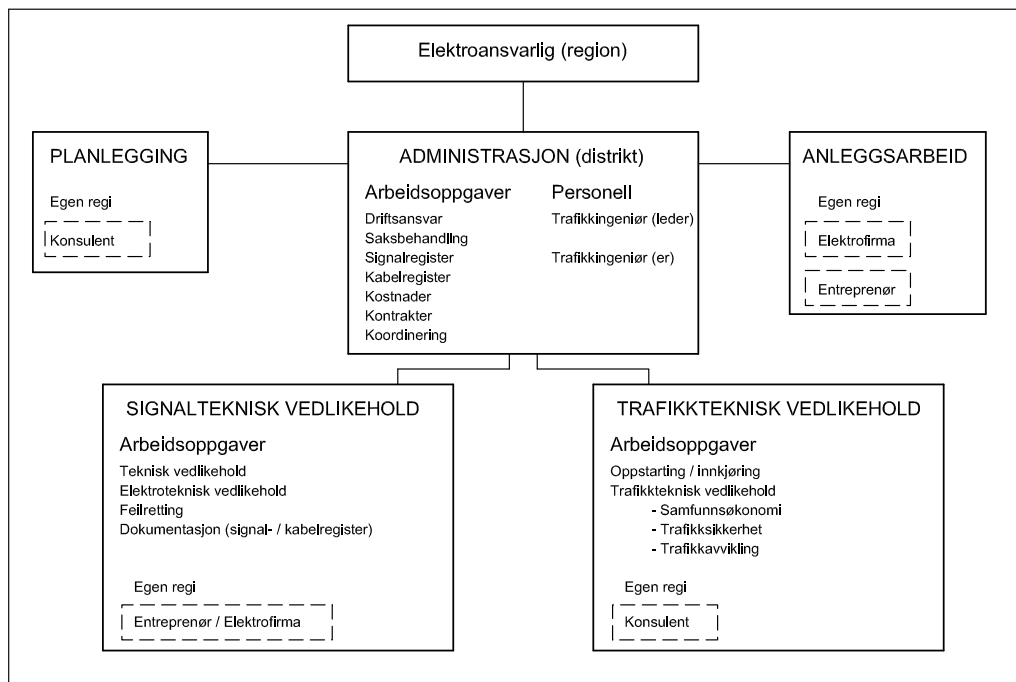
4.1 Administrasjon/bemanning

4.1.1 Egen drift

Driften av signalanlegg organiseres i hovedsak med utgangspunkt i følgende:

- Antall signalanlegg i vedlikeholdsområdet.
- Signalanleggenes geografiske spredning.
- Tilgang på kvalifisert personell.
- Muligheter for samordning med andre vedlikeholdsrutiner for felles utnyttelse av mannskap, tjenester og utstyr.

Organisering av driften vil variere avhengig av momentene ovenfor. Bemanningsbehovet er minimum 1 trafikkingeniør med signalteknisk kompetanse. En trafikkingeniør vil være heltidsbeskjeftiget med administrasjon og trafikkteknisk oppfølging av om lag 30 signalanlegg. Utover dette bør det være en trafikkingeniør på heltid pr 30 signalanlegg. Mannsksapsbehovet vil være avhengig av blant annet hvor mye planlegging trafikkingeniørene skal utføre.



Figur 4-1: Arbeidsoppgaver.

Et langsiktig mål bør være at driften i størst mulig utstrekning utføres av vegvesenets egne folk. Dette vil sikre Statens vegvesen best mulig kompetanse og kontinuitet på dette området. En viktig forutsetning for et slikt mål er at kostnadene for eget personell og utstyr ikke overskrider kostnadene ved ekstern bistand.

Kompetansenivået hos de ansatte i vegvesenet bør tilpasses driftsform og eventuelt hvor mye arbeid som settes bort til konsulenter, elektrofirma og entreprenører.

4.1.2 Bruk av ekstern bistand

Ved bortsetting av arbeid til eksterne benyttes ulike kontraktsformer.

Avtale med konsulenter

Avtale med konsulenter benyttes ofte i forhold der man ønsker fortløpende bistand til blant annet trafikkteknisk vedlikehold eller bistand til prosjektering av nye anlegg/ombygging av eksisterende anlegg. En slik avtale inngås etter vanlige anskaffelsesregler. Valg av konsulent bør baseres på kompetanse, forslag til arbeidsbeskrivelse og kostnader (timepriser/tidsbruk).

Funksjonskontrakt

Funksjonskontrakt benyttes ofte når man setter bort deler eller alt av det signaltekniske vedlikeholdet til elektrofirma eller entreprenør.

For det tekniske og elektrotekniske vedlikeholdet bør Statens vegvesen sette krav til ønsket standard på signalanleggene, for eksempel at den totale standarden på alle anleggene ikke skal forringes i løpet av kontraktsperioden. I en slik kontraktsform blir det opp til valgt elektrofirma/entreprenør hvordan man legger opp vedlikeholdet for å oppfylle avtalt standard.

For feilretting bør det settes krav til responstid for ulike typer anlegg og feil. Statens vegvesen bør beholde ansvaret for valg av rekkefølge på feilretting når flere feil oppstår samtidig.

Nye anlegg/store ombygginger

For nye anlegg og større ombygginger av eksisterende anlegg, benyttes som regel egne kontrakter. Dette gjelder både planlegging (trafikkteknikk) og bygging (signalteknisk).

Ved nye anlegg vil arbeidene vedrørende signalanleggene i de fleste tilfeller være en liten del av en større kontrakt (vegprosjektering/vegbygging). I slike tilfeller er det viktig å legge til rette for god koordinering med andre fagområder og sørge for at planleggingen av signalanlegget starter tidlig, da det ofte kan legge føringer på annet arbeid.

Ombygginger av eksisterende kryss kan også avtales som mengdebaserte oppgaver i en funksjonskontrakt.

Oppmerking og asfaltarbeid

Statens vegvesen har som regel kontrakter med andre entreprenører for oppmerking og asfaltarbeid. Disse kontraktene bør ta hensyn til induktive sløyfer i kjørebane og inkludere kostnader for reetablering av induktive sløyfer dersom de ødelegges i forbindelse med dekkearbeid. Den ansvarlige for signalanlegg i distriktet/regionen har ansvar for å informere om beliggenhet til detektorer ved planlegging av asfaltarbeid.

Vedlikeholdscontrakter for det signaltekniske vedlikeholdet bør legge til rette for koordinering mellom de ulike aktørene.

4.2 Arkiveringsrutiner

4.2.1 Generelt

Den ansvarlige for prosjektering og oppfølging av signalanlegg skal føre:

- Signalregister, for alle vedtakspliktige signalanlegg.
- Kabelregister, for alle kabler tilknyttet signalanleggene.

4.2.2 Signalregister

“Signalregisteret” er en oversikt over data om signalanlegg. De ulike dataene vil som regel ligge på ulike steder. Alle elektroniske filer bør legges i felleskataloger eller i FDV-program. Signalregisteret skal inneholde alle data som er nødvendig for å innstille og kontrollere at signalanleggene virker etter forutsetningene. Registeret skal ajourføres fortløpende når det foretas endringer i anleggene.

For punktene 2, 7, 8, 10, 12, 13 og 14 skal gamle data beholdes for fremtidig avlevering til arkivverket. I innholdsoversikten er disse merket med (*).

Innhold og omfang for hvert enkelt anlegg skal tilpasses type og kompleksitet til anlegget.

Figur 4-2: Følgende opplysninger skal være tilgjengelige i signalregisteret.

Data		Sted
1.	Stedfestelse - Anlegget stedfestes med: - riks- / fylkesvegnummer - hovedparsellnummer og kilometerangivelse - gate- / vegnavn - navn på tettsted / by samt kommune	Arkiv (Sveis : Statens Vegvesens Elektroniske Informasjons-System)
2	Vedtak, tidspunkt for vedtak og igangsetting (*) Vegdirektoratets vedtak og tidspunkt for igangsetting av anlegget første gang.	Arkiv (Sveis)
3	Navn på ansvarshavende Navn på person / personer ved vegkontoret som er ansvarlig for registeret og drift av signalanlegget.	Felleskatalog
4	Leverandører og tekniske spesifikasjoner for signalutstyr Navn på leverandør og produsent for det signaltekniske utstyret. Styreapparatets typebetegnelse, viktigste egenskaper og utbyggingkapasitet oppgis. Garantiavtaler for utstyr oppgis. Samsvarserklæring fra leverandør og elektroinstallør.	Felleskatalog
5	Årsaken til oppsetting av signalanlegget En beskrivelse av målsetningene for oppsetting av signalanlegget med referanser til hendelser / registreringer o.l. som har hatt betydning for saken.	Arkiv (Sveis)
6	Spesielle forhold Spesielle problemstillinger som har vært drøftet i planleggingen og eventuelle reserverasjoner til anlegget bør omtales.	Arkiv (Sveis)
7	Logg over endringer av anlegget (*) Alle vesentlige endringer / justeringer av anlegget med hensyn til geometri og faseplan beskrives og tidfestes. Øvrige punkter i registeret skal være justert i henhold til siste endringer.	Felleskatalog
8	Geometrisk utforming, signal- og stolpeplassering (*) Geometrisk utforming med plassering av stolper, lyshoder, trykkknapper samt oppmerking som bygget (ikke prosjektert).	M-tegning
9	Skilting / oppmerking Gjeldende skilting i anlegget med hensyn til blant annet vikeforhold, fartssoner og parkering.	Skilt- og oppmerkingsplan
10	Kabelplan (*) Kabelplan med oversikt over alle kabler med trådfordeling, rør, og kummer for spesifikt anlegg. Kummer og eventuelle knekkpunkt bør koordinatfestes.	M-tegning / SK-skjema
11	Detektorplassering Plassering av detektorer med tilledere til styreapparatet.	M-tegning
12	Fasetegninger og eventuell fasevekslingsplan (*) Faseplan med mulig fasevekslinger. Er anlegget gruppestyrt vises faseplan ved anrop til alle grupper.	SK-skjema / dump av program

Data		Sted
13	Skjema med sikkerhetsmatrise og vekslingstider/mellomtider (*)	SK-skjema / dump av program
14	Signalvekslingsplaner med grøntider (*)	SK-skjema / dump av program
15	Beskrivelse av virkemåte og programmering Følgende oppgis: - Type anlegg (tidsstyrt, trafikkstyrt, samkjørt) - Form for overvåkning - Virkemåte og luketid for detektorer - Hvilestilling - Minimums- og maksimumstider for signalgruppene - Virkemåte til eventuell kollektivprioritering	SK-skjema / dump av program
16	Samkjøring Følgende oppgis: - hvilke anlegg som inngår i samkjøringen - antall samkjøringsprogram med forutsetninger for programvalg (tids- / trafikkstyrt) - signalplaner for hvert signalprogram - veg/tid-diagram for hvert samkjøringsprogram. Tidsforskyvning (off-set) mellom hovedfasen i hvert kryss angis.	SK-skjema / dump av program
17	Rutiner for vedlikehold og trafikkteknisk oppfølging Plan for gjennomføring av teknisk vedlikehold og trafikkteknisk oppfølging, eventuelt med henvisning til funksjonskontrakt med entreprenør / konsulent hvis det er aktuelt.	Felleskatalog
18	Logg med driftsstatus Logg med driftsstatus som viser når feil oppsto og når feilen er utbedret.	Overvåkingsprogram
19	Revisjonsrapporter Utførte tekniske revisjoner. Revisjonene må dateres slik at de kan kobles til eventuelle endringer i anlegget.	Felleskatalog
20	Eventuelle trafikktekniske gjennomganger Utførte trafikktekniske gjennomganger. Gjennomgangene må dateres slik at de kan kobles til eventuelle endringer i anlegget.	Felleskatalog
21	Trafikktellinger / prognoser Eksisterende trafikk tall for anlegget eller foreliggende prognoser. Eventuell kollektivtrafikk i anlegget skal oppgis med linjenummer, kjørerute gjennom anlegget og holdeplasser.	Felleskatalog
22	Bilder Bilder av anlegget, både oversiktsbilder og bilder av detaljer (stolper, lyshoder og trykknapper). Bildene bør dateres.	Felleskatalog

Så langt det er mulig bør alle dataene i registeret være på digital form. I mange tilfeller kan det være praktisk å opprette permer for hvert anlegg med papirutskrifter i tillegg. Hvis dette gjøres bør det påses at disse oppdateres samtidig med at man gjøre digitale endringer.

4.2.3 Overordnet kabelregister

Det er helt nødvendig at det opprettes og vedlikeholdes et overordnet kabelregister i tilknytning til driften av signalanleggene. Kabelregisteret er viktig i forhold til:

- Feilretting av anleggene.
- Kabelpåvisning ved egne/andres gravearbeider eller asfaltering.

Kabelregisteret bør bestå av:

- Koordinatfestede kummer og knekkpunkter.
- Antall rør og kanaler med eier og hvilke rør som benyttes til signalanleggene og samband. Det er viktig å få med eventuelle kabeltraseer mellom ulike anlegg og mellom anlegg og styringssentral samt tilførsel av strøm.
- Antall og type kabler i rør og kanaler.
- Detektorer med tilledere. Eventuelle rør til kjørebane bør koordinatfestes.

Kabelregisteret bør bygges opp som et kart. Et felles kart for alle anlegg letter arbeidet med hensyn til kabeltraseer mellom signalanlegg/styringssentral.

Kabelregisteret bør baseres på innmålinger av utført arbeid da det ofte blir endringer ute i forhold til hva som prosjekteres.

4.2.4 Sambandsregister

Sambandsregisteret skal vise hvordan samkjørings- og overvåkningskabler er koplet i de forskjellige anleggene (koplingslister).

4.3 Oppstart/innkjøring

Arbeidet med oppstart og innkjøring av nye anlegg er tidkrevende, men det letter den påfølgende driften hvis det legges ressurser i dette.

Før igangsetting utføres det vanligvis en full funksjonskontroll i verkstedet og kopplingskontroll i krysset etter montering av anlegget. Hensikten med kontrollene er å sikre at det bestilte utstyret fungerer som planlagt, og at eventuelle feil kan rettes før anlegget settes i drift.

De forskjellige arbeidene med oppstart/innkjøring av signalanlegg kan deles inn i:

- FAT: Fabrikakseptansetest.
- SAT: Systemakseptansetest.

4.3.1 Funksjonskontroll (FAT)

Funksjonskontrollen i verkstedet utføres normalt av leverandøren før leveransen. Det kan være en fordel at prosjektering- og/eller driftsansvarlig for signalanlegget deltar i kontrollen i verkstedet.

Funksjonskontrollen utføres med anleggets funksjonsbeskrivelse som sjekklister. Kontrollen utføres ved simulering av anrop på detektorer og trykknapper. Signalgruppene testes i tur og orden. Alle egne vekslinger og tilknytning til andre signalgrupper kontrolleres. Det er spesielt viktig å kontrollere anleggets rødtider og at det ikke forekommer trafikkfarlige førgrønt-situasjoner. Finnes det førgrønt-situasjoner må det opprettes sperrefunksjoner, for eksempel samtidig start av grupper.

Ulike trafikksituasjoner som mye/lite trafikk, med/uten fotgjengere, kollektivprioritering, tidlig/sent anrop av signalgrupper o.l. simuleres og kontrolleres. Ved hjelp av simulering kan de fleste vanlige og uvanlige trafikksituasjoner testes gjennom funksjonskontrollen.

For områdestyrte anlegg (for eksempel Spot) er det spesielt viktig å utføre simuleringer på grunn av kompleksiteten i trafikkstyringen.

For samkjørte anlegg kontrolleres styresentralens programmering. Omløpstider, synkroniseringspuls, programbeskjeder og tidsetting i de ulike programmene testes. Kriteriene for valg av program, både trafikkavhengig og tidsstyrt, kontrolleres. I hvert enkelt anlegg kontrolleres eventuell tillatt trafikkstyring innenfor rammen av samkjøringen.

4.3.2 Elektroinstallasjon (SAT)

Ved utførelse av en elektrisk installasjon skal det sørges for at denne gjøres fagmessig og av kvalifisert personell og ved bruk av egnet materiell. Elektrisk utstyr skal være installert i samsvar med installasjonsbeskrivelsen utarbeidet av produsenten av utstyret. Utstyr benyttet til merking skal ha samme levetid som kabler. Kabler skal merkes i begge ender.

Det understrekes at alle signalanlegg, uansett spenningsnivå, skal utføres av personell som fyller kravene gitt i FKE (Forskrift om kvalifikasjonskrav for elektrofagfolk).

4.3.3 Koplingskontroll (SAT)

Etter montering av anlegget kontrolleres det i krysset at signaler, trykknapper og detektorer er rett tilkoblet og at monteringsarbeidet er riktig utført. Det kontrolleres at passerende kjøretøy gir riktig anrop i anlegget. Fiendtlig grønt og rødlampeovervåking skal også kontrolleres før igangsetting av anlegget.

Dersom lyshodene ikke er tildekket bør kontrollene foretas på tider med liten eller tilnærmet ingen trafikk, eventuelt bør det være manuell trafikkregulering.

4.3.4 Verifikasjon/dokumentasjon

Elektriske installasjoner skal være prøvet og inspisert før de tas i bruk. Dette gjelder også etter vesentlige endringer. Det skal utføres av personell som har god kjennskap til gjeldene normer og erfaring med måleteknikk for slik verifikasjon. Relevante målinger:

- Isolasjonsmotstand i hele anlegget.
- Kontinuitetsmåling av jordleder.
- Spenning inn fra nett også mot jord.
- Strømforbruk ved normal drift.

Det er krav til at installasjonen dokumenteres. Signalleverandøren må oppgi relevante data for sin del av leveransen (styreskap) og dokumentere dette. Dokumentasjonen skal være formålstjenelig og brukermanualer skal være på norsk. Relevant dokumentasjon:

- Komponentliste.
- Tavleoppbygging.
- Hovedstrømdiagram.
- Sluttkontroll.
- Samsvarserklæring.

En komplett slutttest med god dokumentasjon er nødvendig for det videre arbeidet i anleggets driftsfase. Samsvarserklæringer skal utstedes av prosjekterende, leverandør (signalutstyr) og elektroinstallør. Rapport fra slutttest bør være underlag for denne erklæringen.

NEK-400-6 inneholder krav til verifikasjon av en ny installasjon og periodisk verifikasjon av en elektrisk installasjon.

4.3.5 Oppstart

Før anlegget igangsettes bør brukerne informeres om tidspunkt for igangsetting, virkemåte og eventuelle spesielle funksjoner i anlegget. Det bør vurderes om spesielle institusjoner (barnehage, skole, aldershjem o.l.) skal informeres spesielt. Vegtrafikk-sentralen og politiet skal alltid varsles i forkant av igangsettingen.

Etter at anlegget er kontrollert og alle funksjoner testet kan anlegget igangsettes i henhold til prosedyre beskrevet i Håndbok 048.

Ved oppstart av nye anlegg bør det alltid være tilstede en representant fra leverandøren og en representant fra vegholderen (driftsansvarlig). I enkelte tilfeller, spesielt på steder hvor signalanlegg er en sjelden eller ny reguleringsform, kan det være aktuelt med politi tilstede.

Ved oppstart bør det sjekkes at følgende tider virker fornuftige:

- Vekslingstider.
- Minimum grønttid.
- Maksimum grønttid.
- Luketider på detektorer.
- Beleggstider på detektorer.

Sjekkliste for oppstart av signalanlegg er vist i vedlegg C.

4.3.6 Innkjøringsperiode

Det er meget viktig at driftsansvarlig følger opp utstyr og trafikkregulering i innkjøringsperioden. Et nytt signalanlegg kan ofte endre trafikantenes reisevaner. Noe trafikk vil tiltrekkes av anlegget og noe trafikk vil avvises (finne andre kjøreruter). Dette vil være avhengig av hvilken nytte de ulike trafikantene føler de har av signalanlegget. Trafikktallene som ble benyttet ved dimensjonering av anlegget, kan derfor raskt bli uaktuelle og medføre at anlegget ikke fungerer optimalt.

Noen funksjonsfeil ved anlegget vil først bli merkbare etter igangsetting, og det er derfor viktig at det legges vekt på denne delen av arbeidet. Lengden på innkjøringsperioden varierer fra anlegg til anlegg, men vanligvis vil det ta om lag en måned før de fleste trafikantene har funnet seg til rette og trafikkmønsteret stabilisert seg.

I forbindelse med oppstart og endringer i innkjøringsperioden bør man være påpasselig med å ajourføre anleggets dokumentasjon (signalregister). Alle beskrivelser og tegninger bør revideres for å få en korrekt beskrivelse av anleggets funksjon.

Trafikkteknisk oppfølging i innkjøringsperioden bør bestå av:

- Kontroller avviklingen ofte den første måneden, både ved rush- og lavtrafikk.
- Gjør enkle tellinger og kontroller mot trafikkvolumet som ble benyttet ved dimensjonering av omløpstider og grønntider. Juster om nødvendig.
- Gjør enkle registreringer på luketider og kontroller med innstilte verdier. Juster om nødvendig.
- Kontroller veksling fra grønt. For rask veksling før utløpt maksimal grønntid tyder på for korte luketider. For sen veksling kan tyde på for lange luketider, feil på detektor eller for lang minimum grønntid. Kø ved utløp av maksimum grønntid kan tyde på for kort maksimum grønntid.
- Kontroller oppmerking og skilting.

4.4 Trafikkteknisk vedlikehold

4.4.1 Generelt

Det trafikktekniske vedlikeholdet omfatter signalanleggets virkemåte vedrørende:

- Trafikksikkerhet.
- Trafikkavvikling.

Et signalanleggs funksjon kan aldri betraktes som endelig. Vegholderen skal ha regelmessig oppfølging av anlegget og foreta endringer etter hvert som driftserfaringene med anlegget øker og/eller trafikksituasjonen endrer seg.

Hensikten med trafikkteknisk vedlikehold er at signalanlegget alltid skal fungere best mulig i henhold til målsetningen, for eksempel:

- Færrest mulig trafikkulykker.
- Høy prioritering av kollektivtrafikken.
- Kort ventetid for fotgjengere.
- God trafikkavvikling.



Figur 4-3: Prioritering av kollektivtrafikk er viktig

Det viktigste når det gjelder et signalanleggs funksjon, er at det minimaliserer ulykker, forsinkelse og irritasjon for brukerne. Anlegget bør alltid fungere så godt at de aller fleste trafikantene oppfatter reguleringen positivt og ser på reguleringen som et hjelpemiddel til bedre og sikrere trafikkavvikling.

Et trafikkteknisk vedlikehold bør også vurdere signalanleggets berettigelse. Dersom vurderingen viser at signalanlegget ikke lenger har den funksjon det opprinnelig var tiltenkt, bør det vurderes om anlegget kan demonteres. I verste fall kan et signalanlegg bety mer irritasjon enn bistand til trafikantene. Det bør imidlertid utvises forsiktighet med demontering dersom det er en del fotgjengere (spesielt barn) som har vent seg til å benytte signalanlegget. Eventuell demontering av signalanlegg skal godkjennes av Vegdirektoratet gjennom vedtaksprosedyrene beskrevet i Håndbok 048.

Trafikkteknisk vedlikehold bør foretas jevnlig for alle signalanlegg, det bør tilstrebes minimum hvert 2. år. Hyppigheten for oppfølging bør tilpasses det enkelte anlegget, kompleksiteten i anlegget og hvor viktig anlegget er for det generelle trafikkbildet.

Sjekkliste for trafikkteknisk vedlikehold av signalanlegg er vist i vedlegg D.

4.4.2 Samfunnsøkonomi

Både trafikkavviklingsforholdene og trafiksikkerheten i et signalanlegg kan måles økonomisk. Et signalregulert kryss som ikke avvikler trafikken optimalt, påfører samfunnet unødige økonomiske belastninger. Kostnadene kan beregnes ut i fra unødvendig antall ulykker, forsinkelse og antall stopp.

På grunn av de store samfunnsøkonomiske besparelsene som ligger i et godt trafikk-

teknisk vedlikehold av signalanlegg, er det viktig at det avsettes nok tid og midler til denne delen av driften.

I det etterfølgende er det vist to konstruerte eksempler for å anskueliggjøre de samfunnsøkonomiske effektene av godt trafikkteknisk vedlikehold av signalanlegg. Tidskostnader og ulykkeskostnader er hentet fra Håndbok 140/Effekt versjon 5.6.3, kostnadene er angitt med prisnivå for år 2001.

Eksempel 1: Redusert forsinkelse/antall stopp

Et signalanlegg avviker hvert virkedøgn 15.000 kjøretøy. Krysset har en tungtrafikkandel på 10 %. På grunn av dårlig tidssetting påføres alle trafikantene gjennomsnittlig 10 sekund unødvendig forsinkelse og 15 % av trafikken må stoppe unødvendig. I eksempelet er det forutsatt en tidskostnad på 90 kr/time for lette kjøretøy og 270 kr/time for tunge kjøretøy.

Forsinkelse	Lette	Tunge	Sum	
Andel	90 %	10 %	100 %	
Trafikk	13 500	1 500	15 000	kjt/virkedøgn
Forsinkelse	10	10		sekund/kjøretøy
	37,50	4,17	41,67	timer/døgn
Tidskostnad	90	340		kr/time pr kjøretøy
Forsinkelseskostnad	3 380	1 420	4 800	kr/virkedøgn
	776 300	325 800	1 102 100	kr/år

Stopp	Lette	Tunge	Sum	
Andel som stopper	15 %	15 %		
Trafikk som stopper	2 025	225	2 250	kjt/virkedøgn
Kostnad pr stopp	0,25	0,94		kr/stopp
Stoppkostnad	510	210	720	kr/virkedøgn
	116 400	48 900	165 300	kr/år

Eksempelet viser unødvendige kostnader på totalt om lag 1,3 millioner kr pr år, i tillegg til økt forurensning.

Eksempel 2: Innføring av venstresvingefase for å redusere antall ulykker

I et signalregulert kryss skjedde det gjennomsnittlig 0,6 venstresvingeulykker med personskade pr år. Ved å innføre egen venstresvingefase ble ulykkesantallet redusert til 0,1 ulykker pr år. Ulykkeskostnadene for en gjennomsnittlig personskadeulykke kan anslås til 3 millioner kr pr ulykke. Dette gir en årlig besparelse på 1,5 millioner kr pr år.



Figur 4-4: Egen venstresvingefase kan gi færre ulykker.

Innføring av egen venstresvingefase medførte imidlertid økt forsinkelse for trafikken i krysset. De venstresvingende (1000 kjt/døgn) fikk 20 sekund økt forsinkelse, mens øvrig trafikk opplevde 5 sekund økt forsinkelse.

Forsinkelse venstresvingende	Lette	Tunge	Sum
Andel	90 %	10 %	100 %
Trafikk	900	100	1 000 kjt/årsdøgn
Forsinkelse	20	20	sekund/kjøretøy
	5,00	0,56	5,56 timer/årsdøgn
Tidskostnad	90	340	kr/time pr kjøretøy
Forsinkelseskostnad	450	190	640 kr/årsdøgn
	164 300	68 900	233 200 kr/år

Forsinkelse øvrige	Lette	Tunge	Sum
Andel	90 %	10 %	100 %
Trafikk	12 600	1 400	14 000 kjt/årsdøgn
Forsinkelse	5	5	sekund/kjøretøy
	17,50	1,94	19,44 timer/årsdøgn
Tidskostnad	90	340	kr/time pr kjøretøy
Forsinkelseskostnad	1 580	660	2 240 kr/årsdøgn
	574 900	241 300	816 200 kr/år

Sparte ulykkeskostnader	-1.500.000 mill kr pr år
Økt forsinkelse venstresvingende	+ 233.200 mill kr pr år
Økt forsinkelse øvrige	+ 816.200 mill kr pr år
Total besparelse	- 450.600 mill kr pr år

Økt forsinkelse som følge av innføring av egen venstresvingefase gir en kostnad på om lag 1 million kr pr år. Totaltbesparelse for tiltaket blir dermed nesten 0,5 millioner kroner pr år.

4.4.3 Trafikksikkerhet

Et signalanlegg skal normalt redusere antallet kryssingsulykker på stedet det blir montert, men antallet ulykker med påkjøring bakfra kan øke. Det viktigste er at den totale alvorlighetsgraden på ulykkene blir redusert. Dersom dette ikke skjer etter at anlegget har vært i drift en stund, kan dette indikere at ulykkesmønsteret bør gjennomgås med tanke på å finne mulige årsaker til at ulykkene inntreffer.

Signalanlegg som har ulykkesfrekvens som ligger over gjennomsnittet, eller som har stor andel av bestemte ulykkestyper, bør undersøkes nærmere. Høy ulykkesfrekvens tyder på at det kan være feil eller mangler ved anlegget.

Trafikksikkerheshåndboken (www.tsh.toi.no) angir gjennomsnittlig ulykkesfrekvenser i noen typer signalanlegg (ulykker pr mill. kjøretøypasseringer i kryss):

- T-kryss (50 km/t) 0,05
- T-kryss (60 km/t) 0,07
- X-kryss (50 km/t) 0,10
- X-kryss (60 km/t) 0,11

Figur 4-5 viser gjennomsnittlig fordeling av type uhell i signalregulerte kryss. Andelen er beregnet fra om lag 2.400 ulykker registrert i Straks-registeret for årene 1998 – 2005. Dataene skiller ikke på om anlegget er i drift eller ute av drift og bør derfor brukes med forsiktighet.

Uhellskode	Type uhell	Andel av ulykker
10 – 19	Samme kjøreretning (bl.a. påkjøring bakfra)	30 %
30 - 69	Kryssende kjøreretning	40 %
70 - 89	Fotgjengere innblandet	25 %
	Øvrige uhell (bl.a. møteulykker, utforkjøring mm)	5 %

Figur 4-5: Fordeling av uhell i signalregulerte kryss

Fordelingen kan benyttes til å sammenligne ulykkesmønsteret i aktuelle kryss. For å få en tilfredsstillende sikkerhet i sammenligningen, bør en ha ulykkesdata fra 5 år/10 ulykker. Ved et lite antall ulykker (mindre enn 10), bør ulykkens tilfeldige variasjon tas med i vurderingen.



Figur 4-6: Det må tas spesielt hensyn til fotgjengere.

Mer informasjon om trafiksikkerhet kan finnes i Håndbok 222 "Trafiksikkerhetsrevisjon av veg- og trafikkanlegg".

Ulykkesanalyse

Det er viktig at det innarbeides rutiner for oppfølging av alvorlige ulykker og/eller mange ulykker av en spesiell type. Ulykker bør gjennomgås med tanke på å finne svakheter i signalanlegget. Opptegning av ulykkesdiagram i ulykkesbelastede signalanlegg kan vise hvilke ulykkestyper som er fremtredende og gi en pekepinn om hvilke tiltak som kan iverksettes.

Det kan ofte være nyttig å møte den politimannen som har skrevet ulykkesrapporten. Rapporten kan gi verdifull opplysninger om feil i virkemåte, spesielle problemer, de implisertes oppfatning av hendelsesforløpet m.m.

Håndbok 115 "Analyse av ulykkessteder" beskriver detaljert hvordan ulykkesanalyser skal gjennomføres.

4.4.3.1 Tiltak

Separatregulert venstresvingefase

Ulykker med avsvingende kjøretøy utgjør en stor andel av ulykkene i et signalanlegg. Innføring av egen fase for venstresvingende trafikk kan erfaringsmessig redusere venstresvingeulykker med opptil 60 %. Egen venstresvingefase medfører som regel økt gjennomsnittlig forsinkelse for trafikantene. Forsinkelseskostnaden bør veies opp mot gevinsten ved en reduksjon i antall ulykker.

Kriterier for etablering av egen venstresvingefase står beskrevet i kapittel 2.2.1.

Vekslingstid

Ulykker mellom kryssende trafikk kan skyldes bevisst/ubevisst rødllyskjøring eller for korte vekslingstider. Korte vekslingstider kan i noen tilfeller være årsak til ulykker el-

ler en stor andel nestenulykker. I slike tilfeller bør vekslingsmatrisen kontrolleres både med hensyn til beregnet tid og programmering i styreapparatet.

En skal imidlertid være forsiktig med å innføre kunstig lange vekslingstider. Dette kan medføre at trafikantene (spesielt de lokalkjente) stadig tøyler gul- og rødtiden lenger og lenger før de stopper. Alternativt kan for lange vekslingstider medføre mye tapt tid i vekslingene. Vekslingstidene bør derfor ikke være lenger enn strengt nødvendig.

Forbedring av sikt

Ubevisst rødkjøring kan skyldes at de røde signalene ikke synes godt nok eller at trafikantene er blendet av motlys. Dette kan utbedres ved fjerning av vegetasjon i sikt-trekant, supplering av signalhoder i utsatt tilfart, justering av lyshodene, økt renhold av lyshodene eller bruk av bakgrunnsskjermer.

Forvarsling av signalanlegg

Signalanlegg kan forvarsles med Fareskilt 132 Trafikklyssignal, for å redusere faren for ubevisst rødkjøring. Skiltet anvendes foran signalanlegg som er uventet for trafikantene, for eksempel ved anlegg utenfor tettbygd strøk eller fordi siktforholdene er dårlige i forhold til fartsnivået.

LHOVRA

LHOVRA er en signalvekslingsstrategi utviklet i Sverige. Strategien har en egen funksjon Olycksreduktion som har til hensikt å redusere ulykker med rødkjøring og påkjøring bakfra. Funksjonen går ut på at så få førere som mulig, skal havne i en valgsituasjon hvor de må velge mellom å stanse eller å kjøre og eventuelt bli en rødlyskjører. Teknisk skjer dette gjennom å detektere kjøretøy som kan havne i "dilemmasonen". Dilemmasonen er den strekningen hvor noen førere velger å stoppe mens andre velger å kjøre når signalet veksler til gult. Kjøretøy som detekteres i dilemmasonen gis en ytterligere forlengelse av grønttiden slik at disse rekker å passere signalet før det veksler til gult.

LHOVRA-teknikken er primært utviklet for signalregulerte kryss utenfor byer og tettsteder og for kryss som ikke har kapasitetsproblemer.

Luketider

Dersom et kryss har mange ulykker med påkjøring bakfra kan dette skyldes luketidene og plassering av detektorene. Det er derfor viktig at luketidene og detektorplasseringene er tilpasset hverandre og det reelle hastighetsnivået i tilfarten. Nærmere beskrivelse av luketider og detektorer er gitt i kapittel 2.8.3.

Vrimlefase

Vrimlefase for fotgjengere kan benyttes for å redusere konfliktene mellom kjørende og gående. Vrimlefase eliminerer alle fotgjengerulykker som ikke skyldes rødgåing eller rødlyskjøring. Ulempen med vrimlefase er at omløpstiden må økes betraktelig med tilhørende økte forsinkelser for alle trafikanter. Dersom omløpstiden økes mye kan dette medføre at andelen rødgåere øker. For tilfarter som kjører i konflikt med store parallelle fotgjengerstrømmer, kan tiltaket gi økt kapasitet.

Vrimlefase er best egnet i rettvinklede kryss med relativt korte gangfelt. Vrimlefase kan ikke benyttes i bare deler av døgnet, det vil si enten har man vrimlefase hele døgnet eller så har man ikke vrimlefase i det hele tatt.

Førgrønt for fotgjengere

Et alternativ til egen vrimlefase er førgrønt for fotgjengerne. Det skjer ved at fotgjengerne får grønt 2–5 sekunder før parallellgående kjøretøygrupper. Dette medfører at fotgjengerne rekker å komme ut i gaten og bli mer synlig før kjøretøyene får grønt, eller at fotgjengerne så å si rekker å krysse hele gaten før kjøretøygruppene får grønt.

4.4.4 Trafikkavvikling

De største gevinstene ved et trafikkteknisk vedlikehold og vurdering av avviklingsforholdene vil kunne oppnås for periodene med størst trafikkbelastning. Det er imidlertid like viktig å vurdere forholdene ved middels og lav trafikk. Spesielt ved lav trafikk vil trafikantene reagere på forsinkelser som skyldes trege vekslinger og unødige lange grønntider for tilfarter med liten trafikk.

I forkant av en trafikkteknisk gjennomgang av et signalanlegg bør man gjøre seg kjent med virkemåten via dokumentasjonen for anlegget. Man bør i tillegg gjøre seg kjent med eventuelle feilmeldinger for krysset. Spesielt detektorfeil kan ha stor betydning for virkemåten. Ideelt sett bør alle feil utbedres før man foretar en gjennomgang, slik at man ser hvordan signalanlegget er planlagt å virke.

Tegn på feil/svakheter i et signalanlegg kan være:

- Voksende kølengder i enkelte tilfarter selv om krysset ikke er overbelastet. Dette skyldes som regel feil/før kort maksimum grønntid for tilfarten eller for korte luketider på detektorene i tilfarten.
- Veksling fra grønt til gult før utløpt maksimal grønntid selv om det er kjøretøy i tilfarten. Dette skyldes som regel feil luketider eller feil plassering av detektorer. Luketidene kan være føreavhengig slik at det er behov for lengre luketider på glatt føre.

- For sen veksling fra grønt. Dette kan skyldes feil i forholdet mellom detektorplassering og luketid. Går grønntiden for en signalgruppe alltid til maksimal grønntid skyldes dette ofte feil ved detektoren, som gjør at den gir fast anrop til gruppen.

Ved en trafikkteknisk gjennomgang bør funksjonene til signalgrupper og detektorer kontrolleres.

For alle **signalgruppene** bør følgende funksjoner kontrolleres:

- **Veksling til grønt**
En signalgruppe kan enten få grønt som følge av eget anrop eller som følge av at den henger på en annen signalgruppe. Er virkemåten fornuftig?
- **Veksling til rødt**
En signalgruppe kan enten gå til rødt som følge av at eget anrop opphører (ingen kjøretøy), maksimal grønntid utløpt eller som følge av at den henger på en annen signalgruppe som veksler til rødt. Er virkemåten fornuftig?
- **Minimum grønntid**
Er minimum grønntid tilpasset detektorkonfigurasjonen?
Med kun radardetektor i en tilfart kan man oppleve problemer med at minimum grønntid er for kort slik at køen ikke beveger seg fort nok til at de blir detektert av radaren og dermed veksler til rødt selv om det er kjøretøy i tilfarten.
- **Maksimal grønntid**
Er maksimal grønntid fornuftig i forhold til trafikkbelastningen?
Maksimal grønntid bør være så lang at det er mulighet for tidvise variasjoner i trafikkbelastning. For lang maksimal grønntid kan skape store forsinkelser ved detektorfeil. For lav maksimal grønntid fører til kødannelse og kan medfører økt rødlyskjøring.
- **Vekslingstid**
Virker programmerte vekslingstider riktige eller er det mange ulykker / nesten ulykker?
- **Førgrønt for fotgjenger**
Er det førgrønt for fotgjengere i anlegget eller burde det vært det?
Er lengde på eventuell førgrønt fornuftig?
- **Privilegietid for fotgjengere**
Privilegietid for fotgjengere må vurderes ut fra trafiksikkerhet og akseptabel ventetid for fotgjengerne. Er virkemåten fornuftig?
- **Hvilefase/hvilepunkt**
Er programmert hvilefase og hvilepunkt fornuftig ?
Hvilefase må tilpasses detektorkonfigurasjon, eventuelt må detektorkonfigurasjonen endres for å få ønsket hvilefase.



Figur 4-7: Riktig grøntidsfordeling er viktig.

For alle **dektektorene** bør følgende funksjoner kontrolleres:

- **Anrop**
Kaller detektorene opp riktige grupper?
Får signalgrupper grønt lys uten kjøretøy i tilfarten kan dette skyldes falske anrop fra innsvingende biler (spesielt venstresvingende inn i en smal gate), dette kan løses ved å legge beleggstid på anropsdetektoren.
- **Forlengelse**
Er luketiden tilpasset detektorkonfigurasjonen (dette kan være føreavhengig)?
For sen veksling til gult kan skyldes for lang luketid, for kort detektoravstand eller at nærvær-detektor ved stopplinjen forlenger grøntiden.
Har detektorene rett til gjenopptagning av grøntiden og virker dette fornuftig?
Rett til gjenopptagning kan benyttes der man ønsker en sterkere prioritering av hovedveg. Gjenopptagning kan gi lange grøntider med dertil unødige store forsinkelse på sideveg.
- **Kollektivprioritering**
Er det eller burde det vært kollektivprioritering?
Er kollektivdetektorer optimalt plassert i forhold til holdeplasser og tverrfaser?
Virker kollektivprioriteringen fornuftig med hensyn til forlengelse / utkvittering av grøntiden, avkortning av tverrfaser og hopp i faserekkefølgen?
- **Trykknapper**
Er det trykknapper eller bør dette etableres?
Er trykknappene plassert riktig?
Gir trykknappene anrop til riktige grupper?

Hvis anlegget inngår inn en **samkjøring** bør følgende forhold for samkjøringen kontrolleres:

- **Programvalg**
Er det tids- eller trafikkavhengig programvalg, virker dette fornuftig?
- **Omløpstid**
Er valgt omløpstid fornuftig i forhold til kryssavstand og trafikkbelastning?

- **Grønntidsfordeling/grønn bølge**
Er grønntidsfordeling fornuftig i forhold til trafikkbelastning og grønn bølge?
Bør den grønne bølgen prioritere rushretningen eller optimalisere begge retninger?
- **Tidsforskyvning for grønn bølge mellom kryss (offset)**
Er offset'en mellom de ulike kryssene fornuftig i forhold til kjøretid mellom kryssene og innsvingende trafikk i tverrfaser?
- **Lokal trafikkstyring**
Finnes det lokal trafikkstyring kontrolleres den på samme måte som for et frittstående anlegg.
- **Kollektivprioritering**
Finnes det aktiv kollektivprioritering kontrolleres den på samme måte som for et frittstående anlegg. Kan eventuelle brudd i grønn bølge legges mellom kryss hvor kollektivtrafikken har holdeplasser?

Ved trafikkteknisk gjennomgang bør man alltid lete etter eventuell tiltak, både kortsiktige og langsiktige. Vurderte tiltak bør dokumenteres slik at det kan komme til nytte ved senere gjennomgang av anlegget.

Vedlegg G viser metoder for registrering av luketider, metningsvolum, forsinkelse, stoppandel og kjøretid.

4.5 Signalteknisk vedlikehold

4.5.1 Generelt

I planfasen for signalanlegg bør det legges vekt på å finne løsninger som letter senere vedlikehold og feilretting. Dette gjelder spesielt plassering av stolper og styreskap samt bruk av kummer for mulig gravefritt anlegg.

Signalanlegg krever et kontinuerlig ettersyn for at alt skal fungere sikkert, effektivt og økonomisk. Signalteknisk vedlikehold kan deles inn i:

- **Teknisk vedlikehold**
Det tekniske vedlikeholdet består av visuelt tilsyn og kontroll/vedlikehold av elementene i signalanleggene. Det tekniske vedlikeholdet skal forebygge og redusere faren for feil i signalanlegget og sørge for at anleggene er i henhold til gjeldende retningslinjer.
- **Feilretting**
Feilretting er den akutte delen av vedlikeholdet som enten skyldes teknisk svikt i anlegget eller ytre påvirkning (påkørsel, hærverk o.l.).

Et godt forebyggende teknisk vedlikehold danner grunnlaget for stabil drift av anlegget og reduserer antall feilrettinger.

4.5.2 Teknisk vedlikehold

Det periodiske vedlikeholdet består av visuelt tilsyn og kontroll/vedlikehold av de ulike elementene i signalanleggene. Det periodiske vedlikeholdet skal forebygge og redusere faren for feil i signalanlegget.

Verifisering (kontroll) av tekniske og elektrotekniske komponenter utføres normalt samtidig og det er praktisk med felles rapportering. Felles for disse oppgavene er å forebygge feil og sørge for at anleggene er i henhold til gjeldende retningslinjer.

Behovet for periodisk verifikasjon varierer fra anlegg til anlegg, og foreskrives av eier og/eller myndighet. Den som er ansvarlig for prosjekteringen og/eller utførelse av installasjonen bør ut i fra et forutsatt bruk, kvalitet på valgt utstyr, løsning og risikovurdering, på et faglig grunnlag kunne anbefale frekvens på verifisering.

Verifikasjon skal utføres av en sakkyndig person som har relevant utdanning og erfaring.

Etter utførelse av verifikasjonen skal det utarbeides en rapport som inneholder :

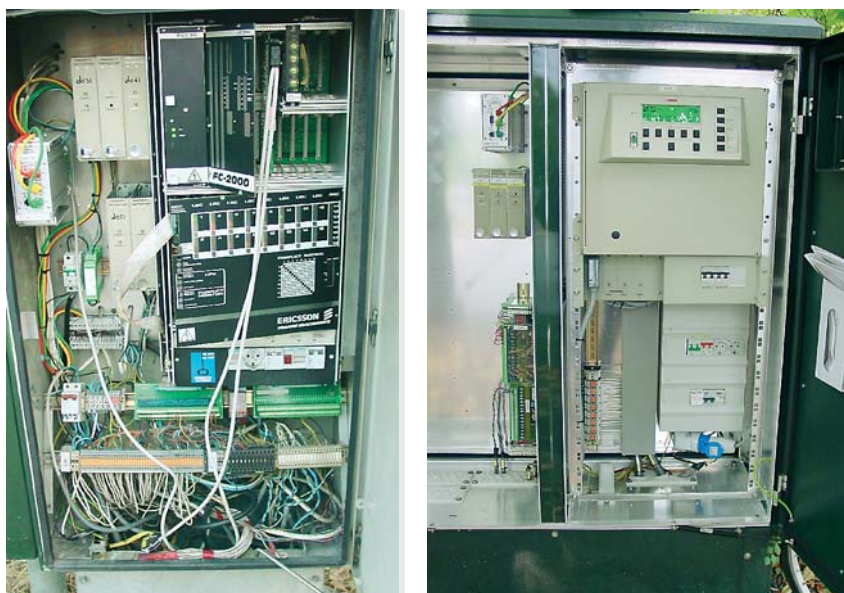
- Hva som er testet.
- Hvilke tester som er utført.
- Hvilke resultater som er registrert.

Omfanget av dokumenterte måle- og prøveresultater kan begrenses til det som er nødvendig for å kunne dokumentere at sikkerheten i installasjonen er ivaretatt. Rapporten kan inneholde anbefalinger om reparasjoner og forbedringer.

Signalanlegg krever et kontinuerlig ettersyn for at alt skal fungere sikkert, effektivt og økonomisk. Av det elektriske anlegget er kabler, armaturer, detektorer og koblinger plassert ute i krysset, mest utsatt for påkjenninger som igjen kan føre til feil som kan medføre fare for liv og helse. Defekter i kabelanlegget gir ofte følgeskader på elektronikken i styreenheten.

Utstyrsleverandøren skal gi anbefalinger til omfang av vedlikeholdsrutiner. Faste rutiner for renhold og periodiske utskiftninger sammen med periodevis verifikasjon (kontroll) er nødvendig for å oppnå målet om funksjonssikker drift av signalanlegg.

Sjekkliste for teknisk vedlikehold er vist i vedlegg E.



Figur 4-8: Viktig med ryddig og oversiktig styreskap.

Styreskap / styreapparat

- Fjerning av eventuell graffiti og plakater
- Kontroll av at skapet er merket med "plakatklistring forbudt".
- Utvendig vask.
- Kontroll av eventuelle rust-, lakk eller malingskader.
- Kontroll av at skap og fundament er i bra stand og uten skader.
- Kontroll av eventuell bunnplate (om den er tett også rundt kabelgjennomføringer) eller Leca-kuler (etterfyll hvis det mangler).
- Kontroll og smøring av hengsler.
- Kontroll og smøring av låser.
- Innvendig vask. Støvsuging, trykkluftblåsing og fjerning av smuss og spindelrev.
- Kontroll av at skapet er merket innvendig og utvendig med anleggsnummer, påføres hvis dette mangler.
- Eventuell utskiftning av kort og moduler.
- Kontroll av automatisk overvåking (blant annet fiendtlig grønt, rødlysovervåking, omløpsovervåking og alarmer mot overvåkningsprogram).
- Kontroll av manuelle betjeningsknapper/håndstyring.
- Kontroll av at klokken i skapet går riktig.
- Kontroll av at oppdatert dokumentasjon er plassert i skapet.
- Kontroll av at sikkerhetsmatrise er i henhold til dokumentasjon.
- Kontroll av at programfunksjoner er i henhold til dokumentasjon (blant annet signalprogram, detektorfunksjoner, kollektivprioritering, minimums- og maksimumstider).

- Kontroll av at alle kabler er merket i henhold til gjeldende standard.
- Kontroll av at termineringsplinter er merket i henhold til gjeldende standard.
- Kontroll av at kabeltilkoplinger (strømtilførsel, signalkabler og detektorkabler) er i forskriftsmessig stand, og ettertrekking av disse.
- Kontroll av utkopling av jordfeilbryter.



Figur 4-9: Tagging på styreskap bør fjernes.

Strømtilførsel

- Visuell kontroll av at inntaksskap er uskadd og at lokket sitter fast.

Kabler

- Kontroll av strekkavlaster på alle kabler.
- Ettertrekking av koplinger på jordingsskinne og kontroll av at alle kabler er tilkoblet.
- Måling og kontroll av isolasjonsmotstand i anlegget inkludert strømtilførsel.
- Måling og kontroll av at potensialforskjellen mellom anlegget og strømleverandørens jord.
- Måling og kontroll av driftspenning i anlegget inkludert strømtilførsel.
- Måling og kontroll av driftsstrømmen i anlegget.
- Måling og kontroll av kortslutningsstrøm ytterst i anlegget.

Svært viktig for sikkerheten i anlegget er en kontinuitetsmåling både av beskyttelsesledere (jordledere) og faseledere der disse er fornet som en ringforbindelse.

Kummer

- Registrering av behov for slamsuging av kummer.

Stolpe og fundament

- Kontroll og eventuell oppretting av skjeve stolper.
- Kontroll og eventuell oppretting av at fundament står stødig og er uten skader.
- Fjerning av graffiti og plakater.
- Utvendig vask.
- Registrering av eventuelle rust-, lakk eller malingskader.
- Registrering av at koblingsluker er tilskrudd og dekker luken i stolpen.



Figur 4-10: Rustskader bør utbedres og reklame bør fjernes.

Ved eventuell utskifting bør det tas hensyn til fargebruk på øvrige stolper/utstyr i anlegget. Dette gjelder spesielt festeanordninger montert på stolper.

Lyshoder

- Skifte av lamper skal foretas jevnlig ut i fra type lyshode (LED, glødelampe).
- Utvendig vask.
- Innvendig vask (linser, reflektorer mm).
- Kontroll av at lyshodene er i bra stand: Uten sprekkdannelser, godt tilskrudd, lokk og linser sitter bra, pakninger og pærer er i orden og eventuell maskering på linsene er intakte.
- Kontroll og eventuell oppretting av skjermer.
- Kontroll og eventuell oppretting av retning på lyshoder.
- Kontroll av synlighet i forhold til siktlinjer.



Figur 4-11: Skjeve lyshoder og løse skjermer bør repareres.

Sikt til lyshoder bør kontrolleres i forhold til nødvendig stoppsikt. Eventuell flytting av signalhoder/trafikkskilt eller beskjæring av vegetasjon (nødvendig/forebyggende) bør vurderes.



Figur 4-12: Sikt til lyshoder er viktig.

Trykknapper

- Utvendig vask.
- Kontroll av at trykknapper gir anrop.
- Kontroll av at ventelampe virker, eventuelt skift av pære.
- Kontroll av at ventelampe tennes ved anrop (også fra andre trykknapper tilhørende samme fotgjengergruppe).
- Kontroll av at eventuelle akustiske signal fungerer og at de har riktig lydstyrke.
- Kontroll av taktil pil og at eventuelt taktilt kart er riktig.
- Kontroll og eventuell reparasjon/utskifting ved berøringsfare.



Figur 4-13: Er det berøringsfare?

Detektorer

- Kontroll av at alle detektorer gir riktig anrop.
- Vask av IR-, radar- og videodetektorer (overflate/linser). Skal gjøres forsiktig så retning på detektorene ikke endres.
- Kontroll av retning/detektorsoner på radar- og IR-detektorer.
- Kontroll av retning/skarpt bilde på videodetektor.
- Måling og kontroll av at sløyfemotstand er $<1\Omega$ og isolasjonsmotstand er $>10M\Omega$ på alle induktive sløyfer.



Figur 4-14: Ved etablering av detektorer skal fortau settes i stand igjen.

Oppmerking

- Kontroll av at stopplinjer er synlige og riktig plassert.
- Kontroll av at midtlinjer og delelinjer er synlige og merket som sperrelinjer siste 15–30 meter inn mot stopplinje.
- Kontroll av at eventuelle piler (tillatte svingebevegelser) i asfalten er synlige og riktige.
- Kontroll av at gangfelt er synlig.
- Kontroll av at eventuell nedsenk er riktig i forhold til gangfeltene.
- Kontroll av tilstand til asfalt (behov for reasfaltering, viktig i forhold til eventuelle induktive sløyfer).



Figur 4-15: Oppmerking av gangfelt og taktile ledelinjer bør være i orden.

Estetikk

- Kontroll av at istandsetting rundt stolper, styreskap og kummer er ordentlig.
- Kontroll av enhetlig fargebruk (stolper, tilleggsutstyr, bakside av skilt).
- Ta bilder av elementene i signalanlegget



Figur 4-16: Istandsetting og enhetlig fargebruk gir bedre visuelt inntrykk.

M-tegning

- Kontroll av at elementene i signalanlegget er plassert i henhold til M-tegningen, eventuelt bør M-tegningen endres.

4.5.3 Hyppighet på teknisk vedlikehold

Gjennomføring av teknisk vedlikehold og hvor ofte det bør utføres vil variere med de ulike elementene/arbeidsoppgavene. Tabellen under gir anslagsvis hyppighet for vedlikeholdet. Tabellen skal kun benyttes som en veiledning, reell hyppighet på vedlikehold skal tilpasses hvert enkelt anlegg.

Ved bruk av funksjonskontrakt med elektrofirma for gjennomføring av vedlikeholdet, bør det primært settes krav til teknisk standard i anleggene og ikke til hyppighet på gjennomføring av vedlikehold.

Elementer i vedlikeholdet	Kontroll (ganger pr år)	Utbedring (ganger pr år)
Styreskap/styreapparat <ul style="list-style-type: none"> • Plakater/graffiti • Utvendig vask • Innvendig vask/smøring • Virkemåte (overvåkning, betjeningsknapper, programfunksjoner, elektroteknisk) 	Ukentlig 1 - 2	Fortløpende 2 1 Fortløpende
Kabler <ul style="list-style-type: none"> • Ettetrekking og utmåling 	1	Fortløpende
Stolpe og fundament <ul style="list-style-type: none"> • Plakater/graffiti/ kontroll helning • Utvendig vask o.l 	Ukentlig	Fortløpende 2
Lyshoder <ul style="list-style-type: none"> • Kontroll av siktforhold, retning, skjermer og lampeutfall • Pæreskift (avhengig av type lyshode) • Innvendig og utvendig vask 	Ukentlig	Fortløpende 1 - 4 2
Trykknapper <ul style="list-style-type: none"> • Funksjon / berøringsfare • Utvendig vask 	12	Fortløpende 2
Detektorer <ul style="list-style-type: none"> • Funksjon • Utmåling induktive sløyfer • Vask av video, IR og radar 	Ukentlig 1 - 2	Fortløpende 2
Oppmerking <ul style="list-style-type: none"> • Kontroll av stopplinjer, gangfelt, svingepiler 	1	Fortløpende
Estetikk <ul style="list-style-type: none"> • Kontroll av visuelt uttrykk 	1	

Figur 4-17: Anslått hyppighet på kontroll og utbedring av enkelte teknisk elementer.

4.5.4 Feilretting

Feilretting er den akutte delen av vedlikeholdet som må utføres på grunn av enten teknisk svikt i anlegget eller ytre påvirkning (påkørsel, hærverk o.l.).

Innenfor et vedlikeholdsområde bør alle signalanlegg inndeles etter "viktighet", slik at man ved feil prioriterer de viktigste signalanleggene. Anleggene kan deles inn i viktige, middels viktige og mindre viktige anlegg. Viktigheten for hvert anlegg bør bestemmes med hensyn til:

- trafikksikkerhet ved driftsavbrudd,
- gang- og sykkeltrafikk, spesielt i forbindelse med skoler og andre institusjoner,

- kollektivtrafikk,
- trafikkavviklingsforhold ved driftsavbrudd.

Vegholder vil ved en feilmelding være ansvarlig for å konstatere feiltype (hva er feil og hvilke konsekvenser har feilen). Det bør utarbeides en liste over typiske feil som oppstår og hvilken prioritet disse feilene skal ha i de enkelte anleggene. Feil som innebærer fare for trafikanter eller risiko for elektrisk støt, skal gis høy prioritet. Type feil kan klassifiseres som:

- Meget alvorlige feil, fare for liv og helse.
- Alvorlige funksjonsfeil (for eksempel anlegg i svart eller gulblink).
- Mindre alvorlige funksjonsfeil (for eksempel lampeutfall o.l.)

Ut i fra type anlegg og feil kan dermed prioriteringsnivå for feilretting bestemmes.

Situasjon		Feil		
		Fare for liv og helse	Alvorlige funksjonsfeil	Mindre funksjonsfeil
Anlegg	Viktige anlegg	Høy	Høy	Middels
	Middels viktige anlegg	Høy	Middels	Lav
	Mindre viktige anlegg	Høy	Lav	Lav

Figur 4-18: Prioriteringsnivå ved feilretting avhengig av type anlegg og feil.

De ulike prioriteringsnivåene bør kobles opp mot ønsket maksimal responstid for utbedring av feil, for eksempel:

- Lav prioritet
 - o Feil skal utbedres innen 5 virkedager.
- Middels prioritet
 - o Feil meldt inn på virkedager mellom kl 07 og 16 skal utbedres innen 4 timer.
 - o Feil meldt inn etter kl 16 på fredag eller i helg/offentlig fridag skal utbedres innen kl 12 første virkedag.
- Høy prioritet
 - o Feil meldt inn på virkedager mellom kl 06 og 22 skal utbedres innen 2 timer.
 - o Feil meldt inn på helgedager/offentlige fridager mellom kl 08 og 22 skal utbedres innen 2 timer.
 - o Feil meldt inn etter kl 22 skal utbedres innen kl 08 neste dag når dette er virkedag eller innen kl 10 neste dag når dette er helgedag eller offentlig fridag.

Responstid bør vurderes ut i fra lokale forhold.

Ved akutte feil som man ikke kan reparere umiddelbart (for eksempel detektorbrudd om vinteren), skal det vurderes eventuelle andre avbøtende strakstiltak for å minimalisere konsekvensene av feilen (for eksempel reduksjon av maksimal grønttid).

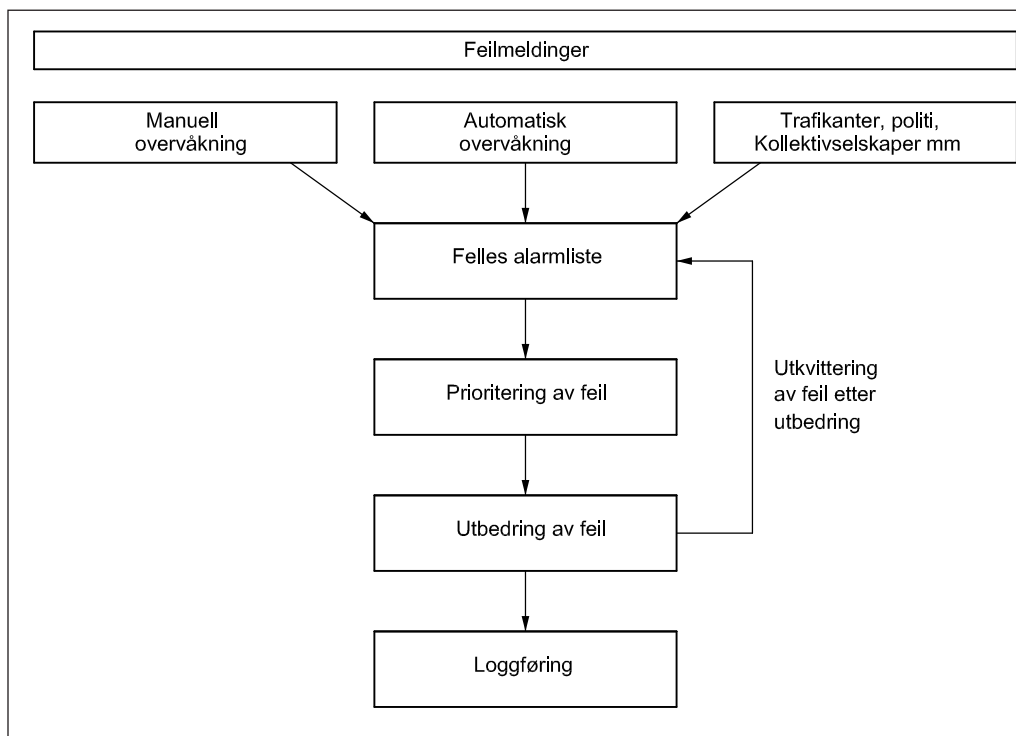
4.6 Overvåkning

4.6.1 Generelt

En viktig del av driften av trafikksignalanlegg er knyttet til overvåkning av driftsstatus i anleggene og eventuelle sentraler. Med overvåkning menes i denne forbindelse:

- Manuell overvåkning.
- Automatisk overvåkning.
- Behandling av feilmeldinger fra andre, blant annet trafikanter, politi og kollektivselskap.

Alle typene av overvåkning vil sammen danne grunnlaget for feilretting i signalanleggene og styringssentralene. Det bør finnes rutiner som gjør at alle feilmeldinger legges inn i samme system for videre prioritering/behandling.



Figur 4-19: Generelt prinsipp for behandling av feilmeldinger.

Etter hvert som feil utbedres, bør disse utkvitteres fra alarmlisten. Dette er viktig for å holde oversikten à jour og unngå flere utrykninger til samme feil.

Etter utkvittering bør utbedrede feil samles i egen logg. En slik logg kan benyttes til:

- **Statistikk**

På grunnlag av statistikken kan en finne ut om det er spesielle anlegg som krever mer feilretting enn andre, og om disse bør vurderes ekstraordinært. Statistikken kan også benyttes til å vurdere fordelingen av disponible midler på de ulike vedlikeholdsområdene og frekvens på vedlikehold.

- **Etterforskning**

Data omkring feil vil være interessant for eventuell politietterforskning av ulykker og forsikringsaker.

4.6.2 Manuell overvåkning

Manuell overvåkning vil i første rekke være nødvendig i anlegg hvor det ikke finnes automatisk overvåking og for å avdekke feil som ikke oppdages gjennom automatisk overvåkning. Det bør være ukentlig visuell kontroll av alle signalanlegg.

I slike anlegg vil den manuelle overvåkingen i første rekke være besøk i forbindelse med trafikkteknisk og signalteknisk vedlikehold. Behovet for ytterligere besøk bør vurderes ut i fra hvor viktig de enkelte anleggene er og konsekvensene av feil.

Feil som oppdages under besøk bør legges inn på alarmlisten i overvåkningsprogrammet.

4.6.3 Automatisk overvåkning

I prinsippet kan alt i et signalanlegg/styringssentral overvåkes automatisk, ved å koble seg inn på prosessoren i anlegget/styringssentralen. De tekniske utfordringene ligger i at det ikke finnes én felles kommunikasjonsprotokoll for de ulike typene styreapparater. Det vanskeliggjør fullstendig overvåkning av alle typer styreapparat med ett og samme overvåkningsprogram.

Et annet alternativ er overvåkning via rekkeklemmene (måling av strømforbruk) i et signalanlegg. Dette har imidlertid begrensninger i hvor mye som kan overvåkes, men fanger opp de viktigste feilene (lampeutfall, gul blink, anlegg i svart).

De mest aktuelle forholdene som bør overvåkes automatisk i signalanlegg er:

- Lampeutfall.
- Anlegg i gulblink.
- Anlegg i svart.

Ved strømutfall i et anlegg kan ikke prosessoren overvåkes. Det bør genereres en feilmelding automatisk når man mister kontakten med prosessoren, som melder om strømutfall/kritisk feil.

- Detektorer.

Det kan settes grenser for hvor lang tid man aksepterer konstant anrop eller ingen anrop i hele tatt.

De mest aktuelle forholdene som bør overvåkes automatisk i styringssentraler er:

- Strøbrudd.
- Feil på datamaskinen i sentralen.
- For høy temperatur i sentralen.

Ut i fra kriterier man bestemmer, vil ulike hendelser/feil generere en automatisk feilmelding på alarmlisten i overvåkningsprogrammet. Overvåkningsprogrammet bør, avhengig av type feil, automatisk generere melding direkte til driftsansvarlig eller annet driftspersonell via mail, faks eller sms.

Alle styringssentraler/signalanlegg bør ha automatisk overvåking. I byområder benyttes som regel eget fast samband mellom signalanleggene og overvåkningsentral. For perifere anlegg kan det benyttes datasamband via mobiltelefon eller via fasttelefonnettet. Automatisk overvåking av perifere anlegg er særdeles viktig, da disse som regel også vil ha sjeldnere manuell overvåking.

Overvåking av prosessorene i signalanleggene åpner også for mulighet til å gjøre endringer av parametere i anleggene. I nyere styreapparat kan i prinsippet alle parametere endres, da disse ligger i softwaren. Dette gir for eksempel mulighet til å foreta:

- endring av grønttider,
- endring av luketider,
- tvangsskifting til annet signalprogram/gulblink,
- omstart av styreapparat.

Endringer som har direkte sammenheng med trafikksikkerheten i anleggene, skal ikke endres via overvåkningsentralen, men gjøres ute i selve anlegget når man har oversikt over trafikksituasjonen. Dette gjelder for eksempel:

- endring av vekslingstider,
- endring av faseplaner.

4.6.4 Feilmeldinger fra andre/vegtrafikksentral (VTS)

Feilmeldinger fra andre brukere (trafikanter, politi og kollektivselskaper) er en viktig kilde for oppdagelse av feil i signalanlegg.

Feilmeldinger fra andre brukere bør i den grad det er mulig ledes til Vegtrafikksentralen (tlf 175). Vegtrafikksentralen bør ha direkte tilgang til overvåkingsprogrammet med mulighet til å legge inn meldinger/feil i alarmlisten. Feilen kan deretter automatisk behandles videre av overvåkingsprogrammet. Hvis Vegtrafikksentralen ikke har kontakt med overvåkingsprogrammet må det lages rutiner for hvordan de melder feil videre til driftspersonell (faks, mail, sms), og for hvordan driftspersonell legger meldingen inn i alarmlisten.

For politi og kollektivselskaper bør det foreligge rutiner om at feil skal meldes til Vegtrafikksentralen for videre behandling der.

For feilmeldinger fra øvrige trafikanter er det vanskeligere å lage fullgode rutiner. Det skyldes i hovedsak at feilene ikke blir innmeldt til riktig sted (tlf 175), men i stedet kan gå til for eksempel teknisk etat hos kommunen eller lokalt E-verk. Det er derfor viktig at alle etater som kan tenkes å motta feilmeldinger, er orientert om hvor og hvordan slike feilmeldinger skal videreformidles.

Ved mottak av feilmeldinger bør det foreligge rutiner for hvilken informasjon som skal dokumenteres:

- Tidspunkt for melding.
- Hvor er feilen (kryss mellom hvilke vejer/gater).
- Hva er feil.
- Hvem som meldte inn feilen (navn og telefonnummer), er interessant ved spesielle feilmeldinger hvor det kan være nyttig å snakke direkte med personen i etterkant.
- Hvem registrerte feilmeldingen.

5 Definisjoner

Begrep	Definisjon
Adaptiv styring	Trafikkstyring av et nettverk av signalanlegg i realtid.
Aktiv signalprioritering	En trafikantergruppe, vanligvis kollektivtrafikken, gis fortrinn foran øvrig trafikk ved at enkeltkjøretøy påvirker signalvekslingen direkte.
Akustisk signal	Et lydsignal som gir informasjon til synshemmede om hvilket signal som vises i et gangfelt.
Allrødvending	Veksling grønt - gult - grønt.
Allrødt	En tilstand der alle signalgrupper viser rødt, og dette ikke er del av en mellomtid
Anrop	Impuls fra detektor, trykknapp, prioriteringssystem mm med krav om veksling til grønt lys.
Bakgrunnsskjerm	En ikke gjennomiktig plate plassert rundt lampen for å øke kontrasten og forbedre synbarheten
Belegg	Andelen tid der et kjøretøy er tilstede på en detektor
Bevegelse	Trafikken gjennom et kryssområde fra en spesifikk tilfart til en spesifikk frafart
Blinkende lyspil	Et diagonalt pekende blinkende pilsymbol, vanligvis sammensatt av felles blinkende, gule enkeltlamper
Bussdetektor	En detektor som kun reagerer på busser
Bølge	En samlet kjøretøyskolonne etter oppstart av grønt lys
Båndbredde	Antall sekunder eller prosentdel av omløpstiden der en bølge kan passere en rekke samkjørte signalanlegg uten teoretisk å behøve stoppe
Deltilfart	En del av en tilfart som reguleres atskilt fra tilfarten forøvrig.
Delvis trafikkstyring	En styreform der minst en, men ikke alle signalgrupper er trafikkstyrt
Detektor	En enhet som gir en impuls til styreapparatet når den blir aktivisert av en trafikanter
Detektorfunksjonsplan	Komplett informasjon om alle detektorers trafikktekniske funksjoner på ethvert tidspunkt i omløpet
Driftsform	Synonymt med styreform
Elektroteknisk verifikasjon	Tiltak for å sjekke at installasjonen er i samsvar med NEK 400
Elektroteknisk inspeksjon	Undersøkelse for å påse at korrekt utstyr er valgt og elektrisk utstyr er korrekt montert.
Elektroteknisk prøving	Å bevise at realiserte tiltak i den elektriske installasjonen fungerer etter sin hensikt.
Elektroteknisk rapportering	Dokumentering av resultater fra inspeksjon og prøving.
Ettergrønt	En fase der en av to motstående tilfarter bibeholder grønt lys etter felles grønt lys i tilfartene
Fantomsignal	Et falskt signal skapt ved at sollys treffer en optisk enhet og blir reflektert.

Begrep	Definisjon
Fase	En tidssekvens hvor en eller flere signalgrupper veksler gjennom rødt, rødt/gult, grønt og gult lys, og alle konflikterende signalgrupper har rødt lys.
Fasediagram	En prinsippskisse som med piler viser hvilke trafikkstrømmer som har grønt i de enkelte faser
Fellesgrønt	Samtidig grønt i to motstående tilfarter
Filtersignal	Grønn pil sammen med et rødt hovedsignal
Fjernovervåking	Hel eller delvis automatisk overvåking av driftstilstanden for signalanlegg, f.eks. driftstilstanden for lamper og detektorer.
Forlengelse	En trafikkstyrt forlengelse av en tilstand
Forlengelsesimpuls	En impuls fra en detektor for en trafikkstrøm med krav om forlengelse av grønt lys.
Forlengelsestidsluke	Den største tidsluke mellom to forlengelsesimpulser som signalanlegget aksepterer for å gi grønntidsforlengelse.
Fotgjengersignal	Signalhode med to eller tre lysåpninger, der den (de to) øvre viser rødt symbol av stående person og den nedre viser grønt symbol av gående person.
Frafart	Del av veg som leder trafikk ut av et vegkryss eller vekk fra et gangfelt.
Fratid	En særlig forlengelse umiddelbart før veksling fra grønt til rødt
Frittstående signalanlegg	Signalanlegg som styres uavhengig av andre signalanlegg
Full trafikkstyring	En styreform med detektorer i alle signalgrupper
Førgrønt	En fase der en av flere signalgrupper får grønt lys før felles grønt lys i tilfartene
Garantert tid	Utmålt tid til en innvekslet signalgruppe etter mottatt anrop til en konflikterende, prioritert signalgruppe.
Gjenopptagende funksjon	Gjenopptagelse av en detektors forlengelsesmulighet ved et nyoppstått grøntbehov.
Grønn bølge	Situasjon i samordnede signalanlegg der kjøretøy kan passere to eller flere anlegg uten å måtte stoppe
Grønnbølgehastighet	Den minimumshastighet det siste kjøretøy i en grønn bølge må holde for å kunne passere en rekke samkjørte signalanlegg
Grønntid	Varigheten av grønt lys i en signalgruppe
Grønntidsfordeling	Fordelingen av grønt lys mellom fasene.
Grøntbehov	En situasjon der en trafikanter via en detektor anmelder eller forlenger grønt for signalgruppen
Gult blinksignal	Enten ett enkeltstående gult blinkende lys, eller to horisontalt stille, vekselvis blinkende lys som benyttes til å varsle om fare eller til å henlede trafikantenes oppmerksomhet mot et særlig viktig trafikkskilt.
Gultid	Varigheten av gult lys i en signalgruppe

Begrep	Definisjon
Helrød tid	Et intervall da samtlige signalgrupper som inngår i vekslingen viser signalbildet rødt.
Hovedfase	Fasen med fellesgrønt i hovedretningene
Hovedsignal	Normalt et 3-lyssignal for motorisert trafikk i en tilfart. Signalet gjelder også øvrige trafikantgrupper dersom eget signal for disse ikke finnes.
Hvilefase	En fase eller tilstand signalanlegget veksler til og hviler i når det ikke er anrop.
Indikativ grønn pil	Grønn pil sammen med et grønt hovedsignal
Intervall	Et tidsintervall da ikke noe signalbilde endres i et signalanlegg.
Kjørebane	Den del av vegen som er bestemt for vanlig kjøring.
Kjørefelt	Hvert enkelt av de langsgående felt som en kjørebane er delt inn i ved oppmerking, eller som er bredt nok for én bilrekke.
Kjørefeltsignal	Overhengende signal med tre mulige signalaspekter i samme fysiske enhet 1) rødt kryss, 2) gul blinkende pil og 3) grønn nedadrettet pil
Kjøretøysignal	Trelyssignal, sykkelsignal, pilsignal og kollektivsignal.
Konflikterende signalgrupper	To eller flere signalgrupper som vil skape konflikterende trafikkbevegelser hvis de gis grønt lys samtidig
Konfliktfri signalregulering	Styreform der alle primær- og sekundærkonflikter løses ved signalregulering
Konfliktpunkt	Punktet der to konflikterende trafikantstrømmer møtes
Lampe	En sammenstilling av komponenter utformet for å produsere lys av en spesifisert nominell størrelse, farge, lysstyrke og fasong
Lampeovervåkning	Et system for å kontrollere at lamper fungerer.
Ledelys	En rekke med gult blinkende lys der en lampe av gangen tennes i kjøreretningen slik at denne tydeliggjøres.
LHOVRA	Svensk detektorprinsipp. Forkortelsen står for Lastebil- /Buss-prioritering, Hovedvegsprioritering, Olyksreduksjon, Variabelt gult, Rødkjøringskontroll, Allrødvending
Lokalstyring	Styring av et signalanlegg upåvirket av andre anlegg eller av sentralstyring
Luke	Forskjellen i tid eller rom mellom enden på et kjøretøy og fronten av det påfølgende kjøretøyet.
Maksimumgrønt	Den lengste tid en signalgruppe i et trafikkstyrt anlegg kan vise sammenhengende grønt lys når det er anrop fra en konflikterende signalgruppe.
Maksimumsprioritet	Den tid i sekunder fra start grønt til siste sekund en buss kan forlenge gruppens grønntid.
Manuell styring	Manuell veksling eller forlengelse av faser i et signalanlegg.
Masterapparat	Et styreapparat som sender ut synkroniserings og programskiftepulser til andre styreapparater i en samordning.

Begrep	Definisjon
Mellomtid	Tiden fra en signalgruppe skifter fra grønt og til en konflikterende signalgruppe skifter til grønt. ("Grønt til grønt")
Mellomtidsmatrise	Matrise bestående av mellomtidene mellom de konflikterende signalgruppene
Metningsvolum	Det maksimale trafikkvolum som kan passere et punkt (i signalanlegg antar vi kontinuerlig grønt lys)
Minimumgrønt	Den korteste tid en signalgruppe kan vise grønt lys.
Nærvær-detektor	En detektor som registrerer et kjøretøys nærvær.
Offset	Starttidspunkt uttrykt i sekunder for grønt lys i et samkjørt signalanlegg på en strekning, i forhold til et valgt nullpunkt.
Omløp	En sekvens av faser der alle signalgrupper har eller kunne hatt grønt lys i minst én fase.
Omløpstid	Den tid som medgår til et omløp.
Oppstartingssekvens	En kontrollert overgang fra mørk tilstand eller blinkende gult lys til normal driftsmodus
Optimalisering	En trafikkstyring der forsinkelse, antall stopp eller luftforurensning i det signalregulerte området kontinuerlig søkes minimalisert ved å tilpasse grønntider og omløpstid.
Overvåking	En metode for å samle informasjon om styreapparatet inklusive diagnosesjekker brukt til å detektere en feilstatus.
Passasjedetektor	En detektor som registrerer passerende kjøretøy.
Passiv signalprioritering	En trafikantgruppe, vanligvis kollektivtrafikken, gis fortrinn foran øvrig trafikk uten at enkeltkjøretøy påvirker signalanleggene.
Passivt grønt	Forlengelse av grønt i en signalgruppe uten grøntbehov pga en binding til en annen signalgruppe med grøntbehov.
Pilfase	Fase med svingpil for en eller flere tilfarter
Pilsignal	Signal med en, to eller tre lysåpninger som viser rødt, gult eller grønt pilsymbol.
Primærkonflikt	En konflikt mellom kryssende trafikkstrømmer som er definert som konflikterende, og som ikke kan avvikles i samme fase.
Primærsignal	Et signal for en tilfart som trafikanten først møter ved ankomsten til et signalregulert område
Prioritering i signalanlegg	Prioritet som gis til en bestemt kategori vegbrukere i et signalregulert kryss, på en vegstrekning eller i et nettverk
Privilegietid	Den tid en signalgruppe i et trafikkstyrt anlegg kan skifte umiddelbart fra rødt til grønt ved anrop. Anvendes normalt kun i signalgrupper for gående
Privilegietid for kollektivtrafikk	Den tid i sekunder fra start grønt til siste sekund en buss kan anrope for å få forlengelse av grønntiden.

Begrep	Definisjon
Puffin	Et signalanlegg for gående der signalhodene for gangfeltet står umiddelbart over trykknappen, og der allrødtiden forlenges når det er bevegelse i gangfeltet. Kommer fra "Pedestrian User Friendly INtelligent".
Rampekontroll	Signalregulering på en rampe med det formål å kontrollere trafikken som kjører inn på hovedvegen, slik at det oppnås god trafikkavvikling nedstrøms
Relativ offset	Offset mellom ett signalanlegg og et annet.
Reservekapasitet	Forskjellen mellom kapasiteten i et kryss og det aktuelle trafikkvolumet (ofte uttrykt i prosent av kapasiteten)
Rød hvile	Anlegg med hvilestilling i rødt lys i alle tilfarter
Rødt stoppblinksignal	To horisontalt stilte, vekselvis blinkende lys som benyttes til å stenge en vegstrekning i korte perioder
Samkjøring	Styreform med to eller flere signalanlegg, som har samme faste omløpstid eller multiplum herav
Sekundærkonflikt	En konflikt mellom kryssende trafikkstrømmer som kan avvikles i samme fase.
Sekundærsignal	Et signal som viser samme signalbilde som primærsignalet, og som er plassert nedstrøms for primærsignalet
Selektiv kjøretøydetektor	En detektor som kun reagerer på visse kjøretøy, identifisert på deres karakteristika eller en elektronisk brikke
Sentralovervåking	Et system som innsamler opplysninger fra ett eller flere styreapparater om apparatenes, signalenes og detektorenes driftstilstand.
Sentralstyring	Styring og overvåking av signalanlegg ved hjelp av en styresentral.
Signal	En dynamisk beskjed gitt til vegbrukere
Signal for kollektivtrafikk	Signal med hvite symboler, beregnet på trafikk i kollektivfelt
Signalbilde	Signalet fra en lysåpning eller fra en kombinasjon av flere lysåpninger på et gitt tidspunkt.
Signalgruppe	Signalhoder som styres fra samme utgang i styreapparatet.
Signalgruppestyring	En trafikkstyrt strategi der grøntidsutmålingen gjøres separat for hver enkelt signalgruppe.
Signalhode	Enhet med innsatser for lamper og eventuelle skjermer.
Signalplan	Se Signalvekslingsplan
Signalstolpe	En stolpe som bærer ett eller flere signalhoder.
Signaltider	Varigheten av rødt, gult, gult/rødt eller grønt lys i et signalanlegg.
Signalverrsnitt	Et sett av overhengende kjørefeltsignaler i et punkt på en vegstrekning.
Signalvekslingsplan	En plan som viser hvordan hver signalgruppe veksler signalbilde i forhold til de øvrige signalgruppene
Sikkerhetstid	Den minste tid som av sikkerhetsmessige årsaker kan være mellom konflikterende signalgruppers grønne lys.

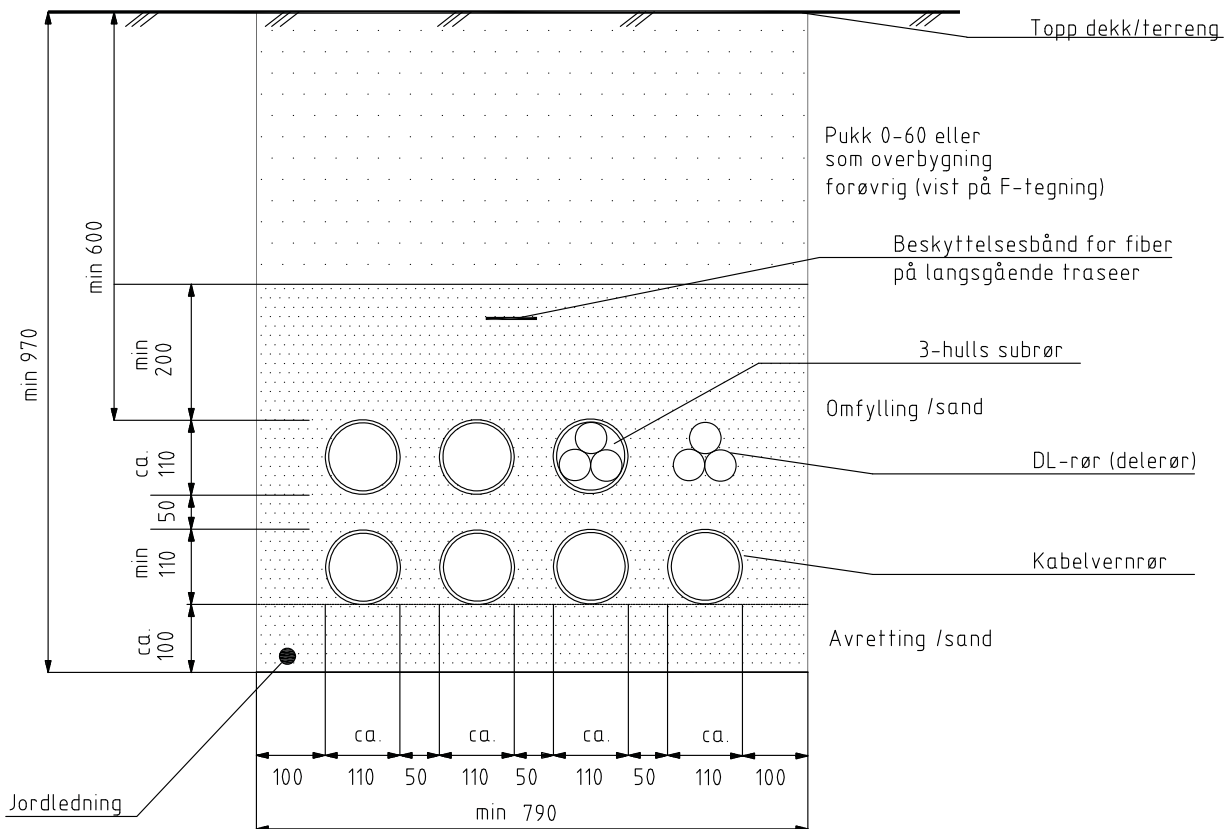
Begrep	Definisjon
Skjerm	Utstyr montert over fronten av lampen for å redusere fantomeffekten eller innsnevre synbarheten
Skyttelsignalanlegg	Signalanlegg med trelyssignal som anvendes for vekselvis envegsregulering av enfelts vegstrekning.
Sløfededetektor	En eller flere vindinger av kabel installert i vegbanen som utgjør del av en kjøretøydetektor som utnytter endringer i det elektro-magnetiske feltet forårsaket av et kjøretøy.
Stopplinje	Linje på tvers av kjøreretningen som trafikken skal stanse oppstrøms for når det er påbudt av stoppskilt, lyssignal eller jernbanesignal.
Styreapparat	En enhet i et signalanlegg som tenner og slukker de enkelte lysåpningene i de tilknyttede signalgruppene.
Styreform	Metode for å skifte signalbilder. Styreformen kan være manuell styring, tidsstyring eller trafikkstyring, og kan utføres samordnet eller ikke.
Styresentral	En enhet som enten direkte eller via undersentraler styrer og overvåker styreapparatene i et samordnet system av signalanlegg.
Styrestrategi	Algoritme for utmålingen av grønttider og tidspunkter for start av grønt lys.
Sykkelsignal	Signal beregnet for syklist
Synkpuls	En synkroniseringspuls utsendt av ett styreapparat eller styresentral for samordning av et annet styreapparat.
Taktil pil	En indikator for synshemmede som angir gangretning og/eller grønt signal for gående
Tidsstyring	En styreform der en benytter en fast rekkefølge og fast varighet av tidsintervall
Tidsstyrt signalplanskifte	Veksling mellom ulike signalplaner til forutbestemte tidspunkter.
Tid-veg diagram	Et diagram for en rekke av trafikksignalanlegg som viser anleggenes plassering på "Veg"-aksen og hovedsignalenes veksling på "Tid"-aksen. Dette kan benyttes til å prosjektere og kontrollere tidsetting av "grønne bølger".
Tilfart	Del av veg som leder trafikk inn i et vegkryss eller mot et gangfelt.
Trafikksignalanlegg	Et styreapparat og et eller flere signaler som med manuell eller automatisk styring regulerer eller varsler trafikk.
Trafikkstrøm	Kjøretøy i ett eller flere felt på den samme tilfarten som når de får klarsignal vil bevege seg i den samme retningen
Trafikkstyrt signalplanvalg	Valg av signalplan på grunnlag av informasjon fra en eller flere detektorer.
Trafikkstyrt signalregulering av kryss	Signalregulering i kryss automatisk tilpasset til den aktuelle trafikketterspørsel som registreres av trafikkdetektorer

Begrep	Definisjon
Trykknapp	En detektor som overfører en impuls til styreapparatet når den brukes av gående, og som kvitterer for dette ved å tenne et hvitt eller gult lys.
Tverrfase	En fase med grønt lys i den underordnede vegen
Tømmingstid (gående)	Tiden en gående bruker på å krysse kjørebane fra kantstein til kantstein.
Tømmingstid (kjørende)	Tiden et kjøretøy bruker fra det passerer stopplinjen og til det har passert konfliktpunktet
Uten hvilefase	Et anlegg som uten grøntbehov vil fortsette å skifte mellom de ulike definerte faser
Valgfri hvile	Anlegg med hvilestilling i den retningen som sist hadde grøntbehov
Vekselblink	Et signal med to like signalbilder som lyser vekselvis
Vekslingstid	Tiden fra en signalgruppe skifter til rødt (evt. blinkende grønt for gående) og til en konflikterende signalgruppe skifter til grønt
Ventelampe	Et belyst felt på trykkknappboksen som indikerer at et anrop har blitt registrert
Volum-kapasitetsforhold; v/c forhold; metningsgrad	Forholdet mellom trafikkintensitet og kapasitet for et transportanlegg.
Vrimlefase	Egen fase hvor kun fotgjengergrupper har grønt lys

VEDLEGG A

Standardtegninger

KABELGRØFT, LEGGING AV RØR



Retningsforandring på kabelgrøft kan skje med bend, når avvik fra traseen er mindre enn 30° fra rettlinja. Radius i bendet skal være større enn 750mm. For retningsforandringer større enn 30° skal det brukes kum.

Forarbeide:

Grøftebunn avrettes med sand slik at røret ligger stabilt og beskyttet i hele rørlengden. Sandlaget skal være min. 100mm.

Legging av plastrør:

Rørene plasseres fortrinnsvis opptil 4 i bredden. Kun ved plassmangel kan det legges i 2 rader for 4 rør eller mindre.



Rundt røret skal det brukes sand. Det skal påses at sanden pakkes godt rundt røret slik at det ikke oppstår setninger eller deformasjon av røret etter gjenfylling. Det skal legges trekketråd i alle rør. Jordledning skal legges i grøft. Legging av jordeledning må godkjennes av installatør. Rørtype bestemmes av utbygger.

Gjenfylling :

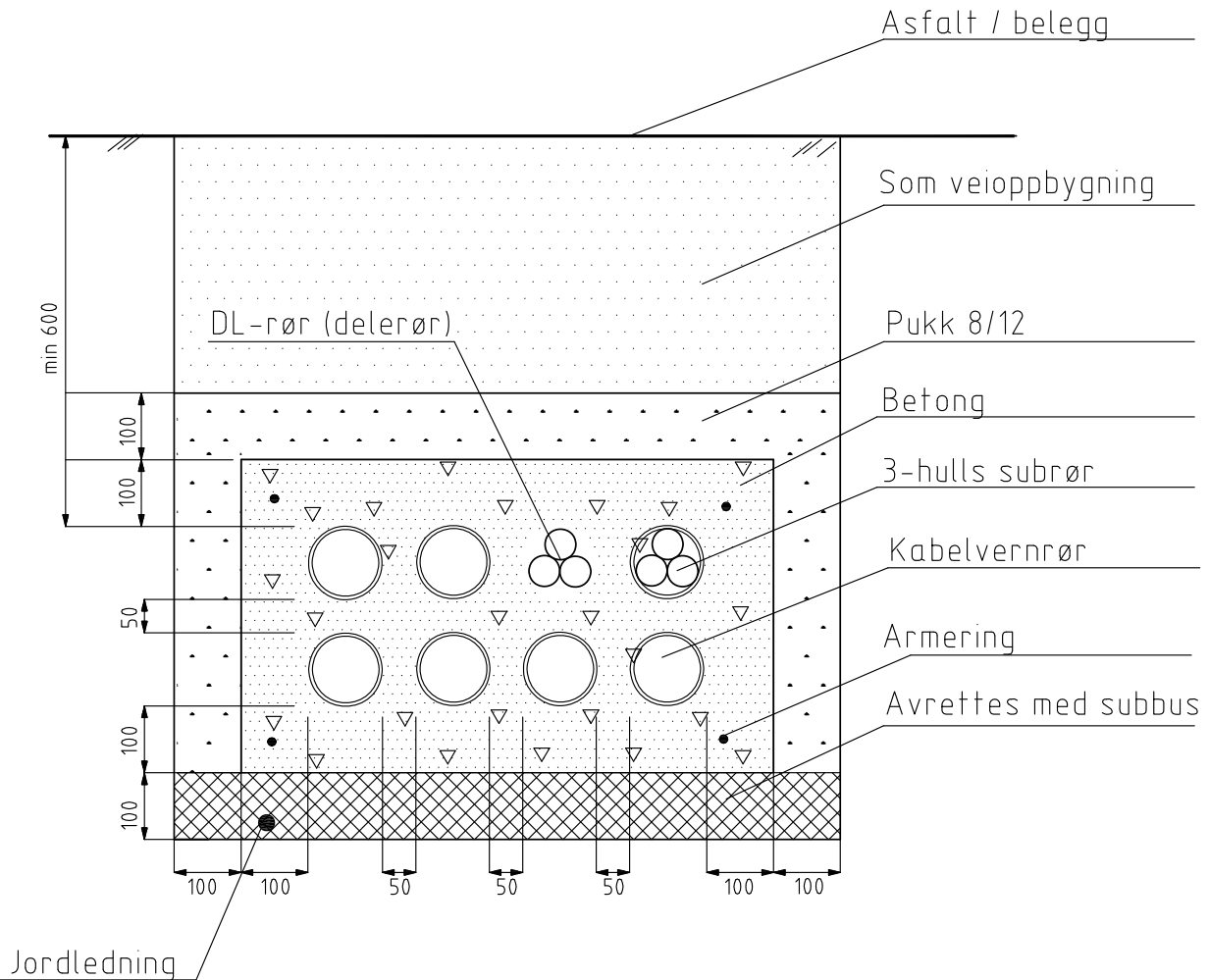
Over røret gjenfylles det med et 200mm tykt sandlag.

Deretter masser som vist på tegning eller typisk tverrsnitt (F-tegninger).

Massene skal komprimeres for å unngå setninger.

A	Slår sammen tidligere 76.11-1 og 76.11-2	24.11.06	KAR	PGJ/TF
Rev.	Endring - erstatning	Date	Saksb.	Godkj.
 Samferdselsetaten		Godkj.		
		Tegnet.		
 Statens vegvesen		Saksb.		
		Godkj.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegnning		Tegnet.		
		Date: 17.02.2006		
Kabelgrøft, legging av rør		Navn på fil: 76.11-1.dwg		
		Måstokk	Kart	
		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr. 76.11-1	A	

KABELKANAL (RØRKRYSS)



- Komprimeres som øvrig veioppbygning
- Rørkryss skal føres ca. 500mm innenfor kantstein i fortau.
- Kanal skal avsluttes i kum med omstøping av rør.

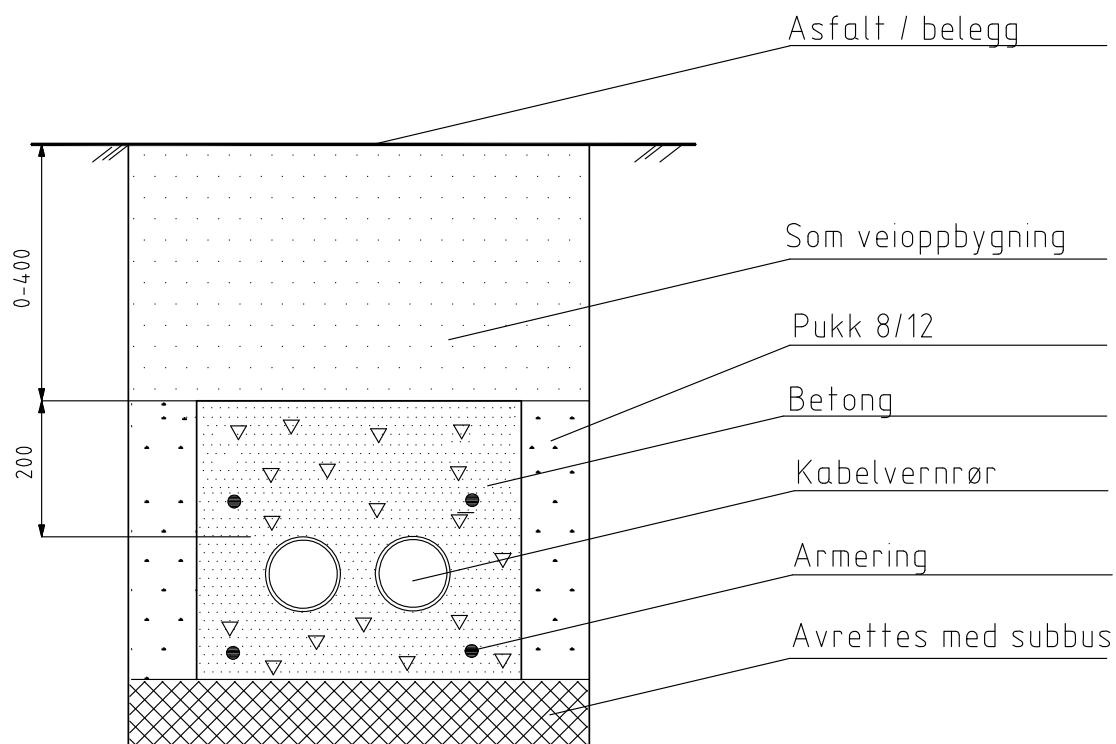
Rørene plasseres fortrinnsvis opptil 4 i bredden. Kun ved plassmangel kan det legges i 2 rader for 4 rør eller mindre. (Se stand. tegn 76.12-2 for flere rader).

Det skal legges trekketråd i alle rør. Jordledning skal legges i grøft. Legging av jordeledning må godkjennes av installatør.



Rørtype bestemmes av utbygger.

A	Slår sammen tidligere 76.12-1 og 76.12-2	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
Statens vegvesen		Tegnet.		
		Saksb.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegning		Godkj.		
		Tegnet.		
Kabelkanal (rørkryss)		Date: 17.02.2006		
		Navn på fil: 76.12-1.dwg		
		Måstokk	Kart	
		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr. 76.12-1		A

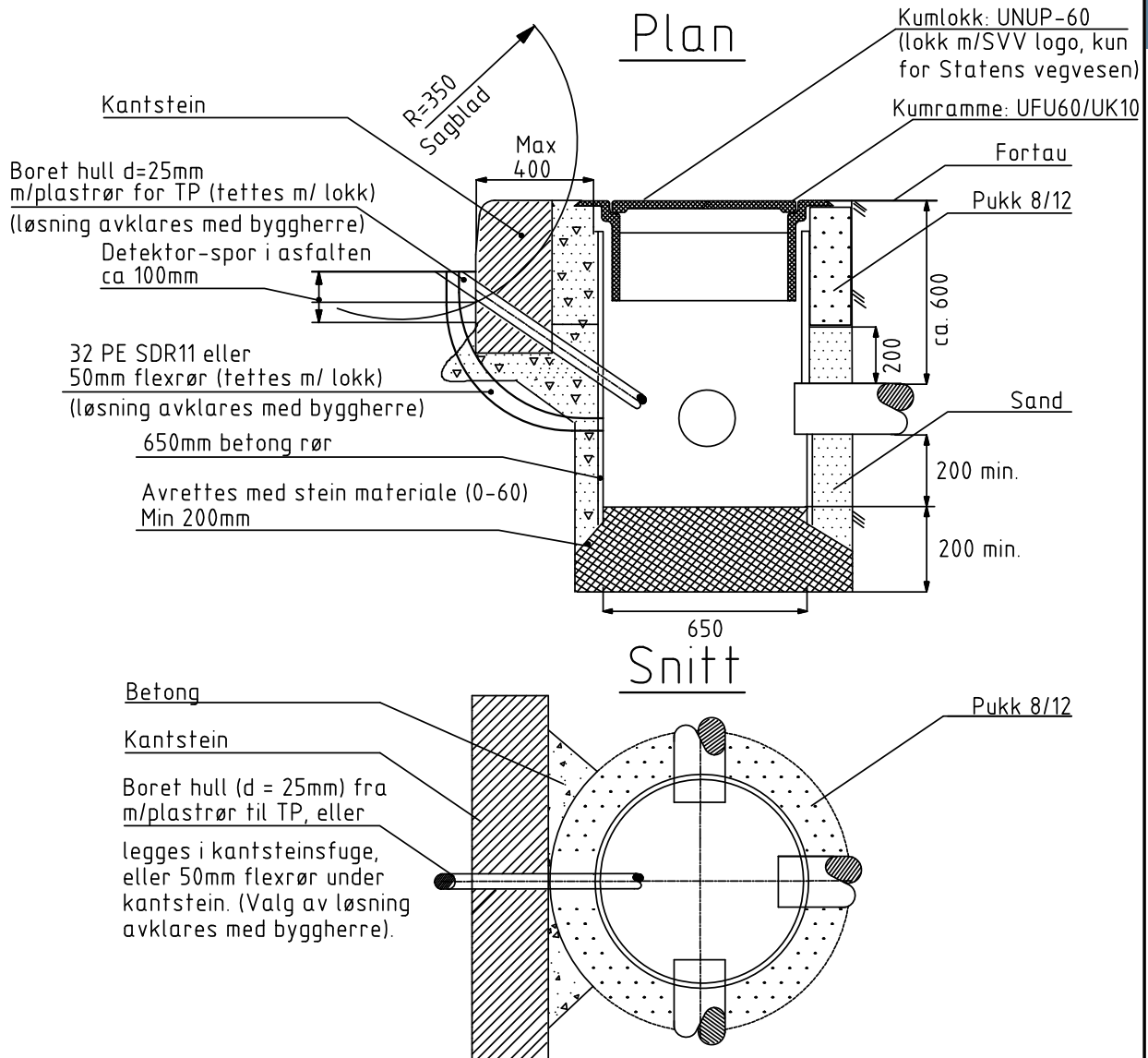
KABELKANAL/ GRUNN GRØFT



- Hvis det ikke er mulig å oppnå 600 mm overdekning over rør, skal rørene innstøpes (også i vanlig grøft) som vist her.
- Tykkelse på betong over rørene skal være 200 mm, deretter masser som øvrig veioppbygning (se F-tegninger).
- Massene skal komprimeres som øvrig veioppbygning
- Rørkryss skal føres ca. 500mm innenfor kantstein i fortau.
- Kanaler skal avsluttes i kum med omstøping av rør.
- Rørtype bestemmes av utbygger.
- Se forøvrig standard tegning 76.11-1 for grøft og 76.12-1 for kabelkanal.

A	Slår sammen tidligere 76.11-3 og 76.12-3	24.11.06	KAR	PGJ/TF
Rev.	Endring - erstatning	Date	Saksb.	Godkj.
 Samferdssetaten		Godkj.		
		Tegnet.		
 Statens vegvesen		Saksb.		
		Godkj.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegning		Date: 17.02.2006		
		Navn på fil: 76.12-2.dwg		
Kabelkanal/ grunn grøft		Måstokk	Kart	
		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr.	A	
		76.12-2		

DETEKTORKUM (D=650)



Kummen skal plasseres så nær kantstein som mulig. Det skal maks. være 400 mm fra ytterkant kantstein til innvendig kum.

Mellom kantstein og kummen skal det være betong. Betongen skal være av en slik kvalitet at det er mulig å borre inn i kummen som vist på tegning.

Bunnen skal avrettes og glattes.



Hulltagning i forbindelse med innføring av rør i kummene må utføres med betongsag eller ved kjerneboring. Rørene føres inn til ca. 5 cm innenfor innvendig kumvegg.

Det skal tettes rundt innføringen av kabelvernrør, med støp innvendig og utvendig, slik at omfyllingsmasser ikke kan trenge inn i kummen.

Innføring av rør i kummer er vist som prinsipper. Riktig antall rør er vist på plantegning.

Det skal avklares med byggherre om rør skal legges gjennom, eller under kantstein.

Avvik fra standard skal meldes til vegholder før videre arbeider.

A	Diverse oppdateringer	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
	 Samferdselsetaten		Saksb.	
	 Statens vegvesen		Godkj.	
			Tegnet.	
			Saksb.	
			Godkj.	
			Tegnet.	
	Signalanlegg, arbeider i grunnen	Date: 02.03.2006		
	Standardtegning	Navn på fil: 76.13-1dwg		
		Måstokk		Kart
	Detektor kum for detektorsløyfer d=650cm	Prosj. nr		Rev.
		Tegn. nr.	76.13-1	A

TREKKEKUM FOR KABLER (D=650/800)

Kumlokk UNUP-60

(med SVV logo, kun for Statens vegvesen)

Flytende kumramme type UFU 60/UK10

Asfalt/belegg

Justeringsring(er) $\varnothing = 650 (800)$

Omfyllingsmasser

Pukk 8/12

Støp

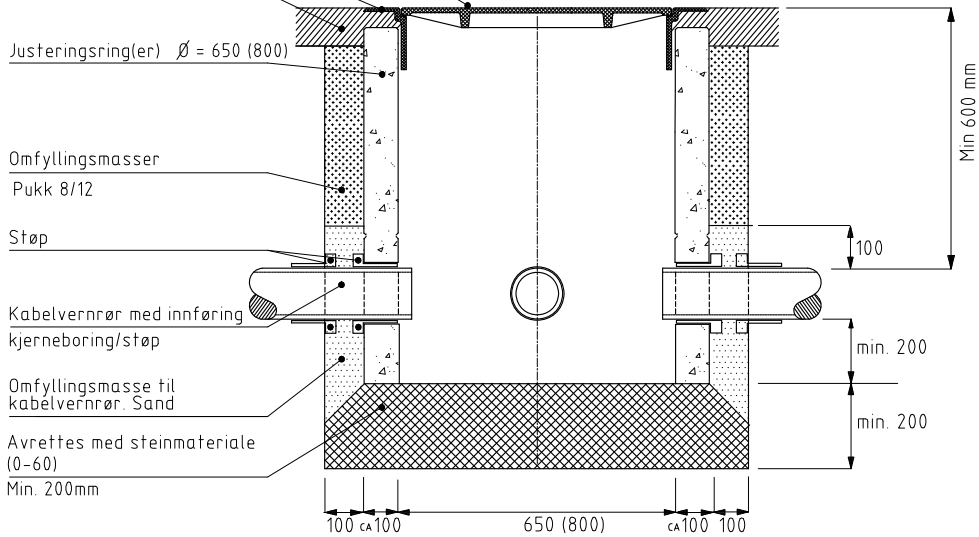
Kabelvernør med innføring
kjerneboring/støp

Omfyllingsmasse til
kabelvernør: Sand

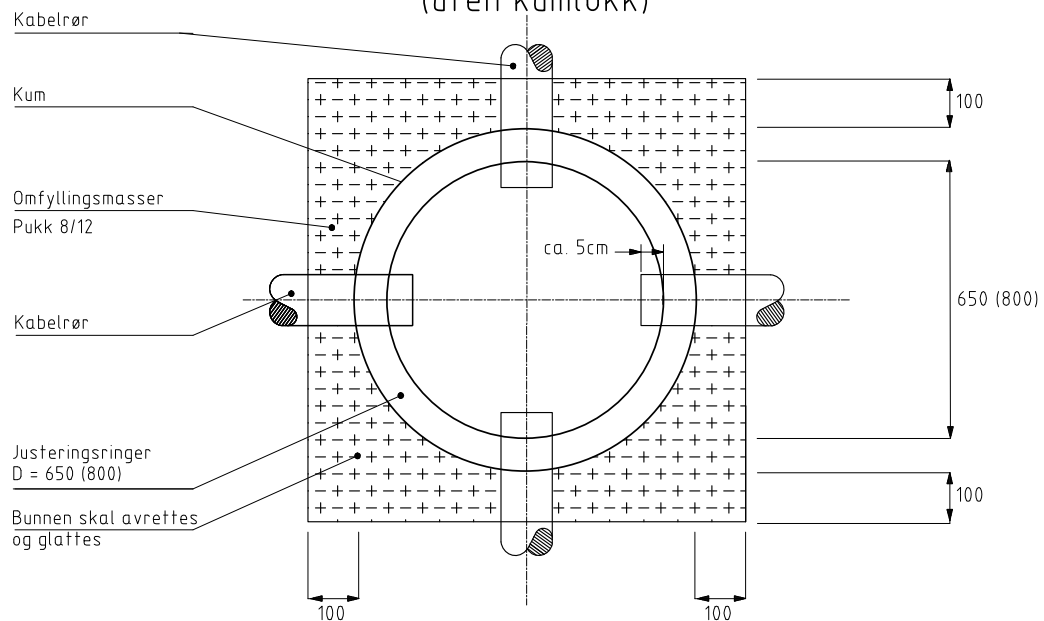
Avrettes med steinmateriale
(0-60)

Min. 200mm

Snitt



Plan
(uten kumlokk)



Bunnen skal avrettes og glattes.

Hulltagning i forbindelse med innføring av rør i kummene må utføres med betongsag eller ved kjerneboring. Rørene føres inn til ca. 5 cm innenfor innvendig kumvegg.

Det skal tettes rundt innføringen av kabelvernør, med støp innvendig og utvendig, slik at omfyllingsmasser ikke kan trenge inn i kummen.

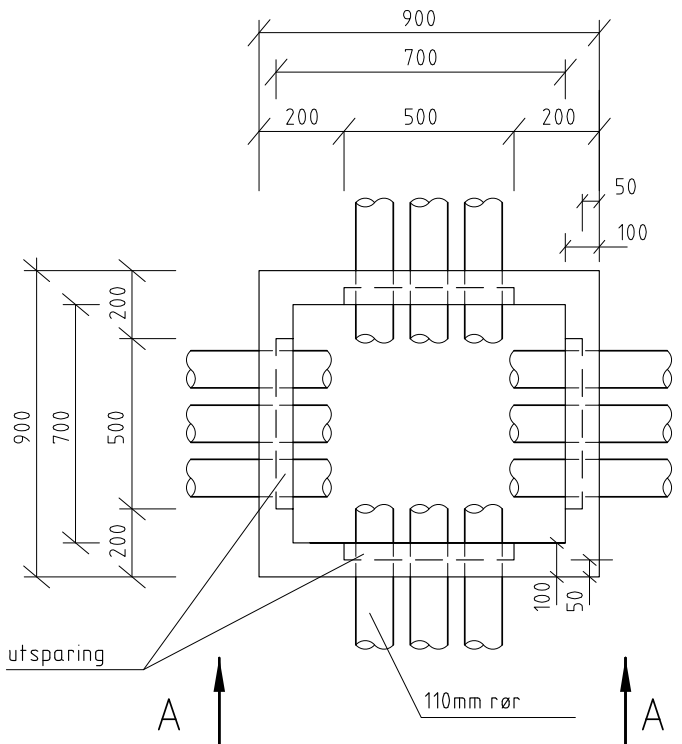
Innføring av rør i kummer er vist som prinsipper. Riktig antall rør er vist på plantegning.

Avvik fra standard skal meldes til vegholder før videre arbeider.

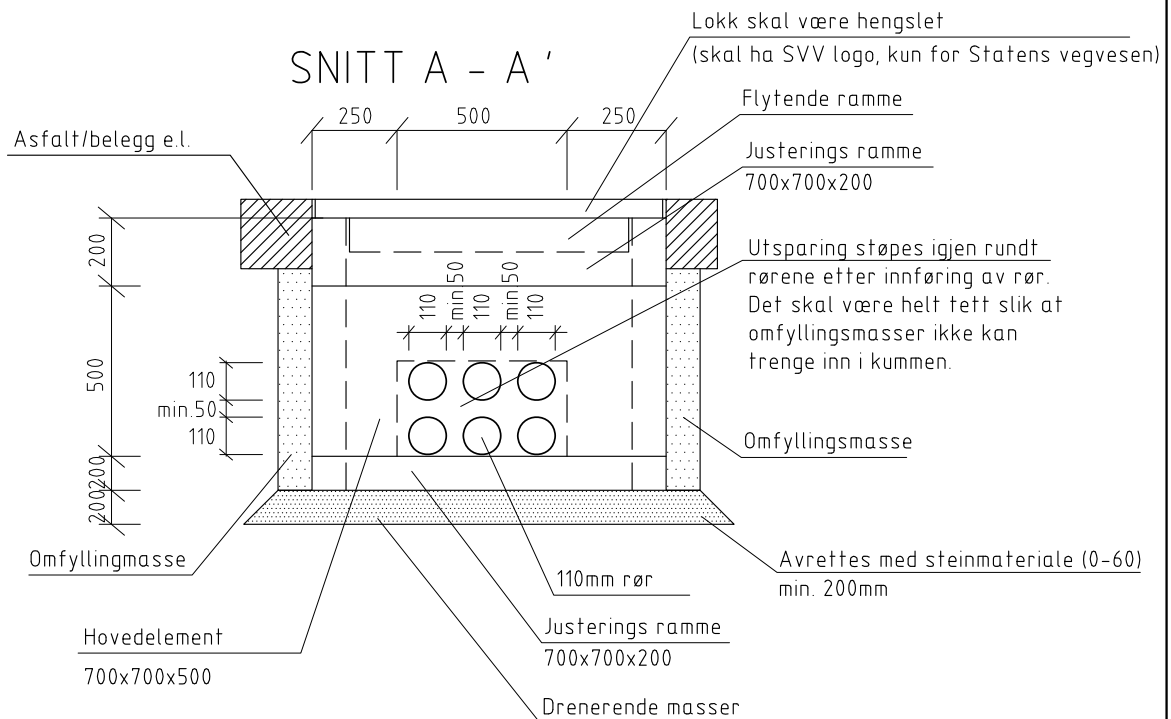
A	Slår sammen tidligere standardtegning 76.13-2 og 76.13-3	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Data	Saksb.	Godkj.
Samferdselsetaten		Godkj.		
		Tegnet.		
Statens vegvesen		Saksb.		
		Godkj.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegning		Tegnet.		
		Data: 17.02.2006		
Trekkekum for kabler (d = 650mm)		Navn på fil: 76.13-2.dwg		
		Måstokk	Kart	
	Prosj. nr.		Rev.	
	Tegn. nr.	76.13-2		A

TREKKEKUM FOR KABLER, 700 x 700

PLAN



SNITT A - A'



Bunnen skal avrettes og glattes.

Hele utsparingen skjæres ut og det støpes igjen rundt rørene, innvendig og utvendig, etter innføring av rør slik at det blir helt tett.

Rørene føres inn til ca. 5 cm innenfor innvendig kumvegg.

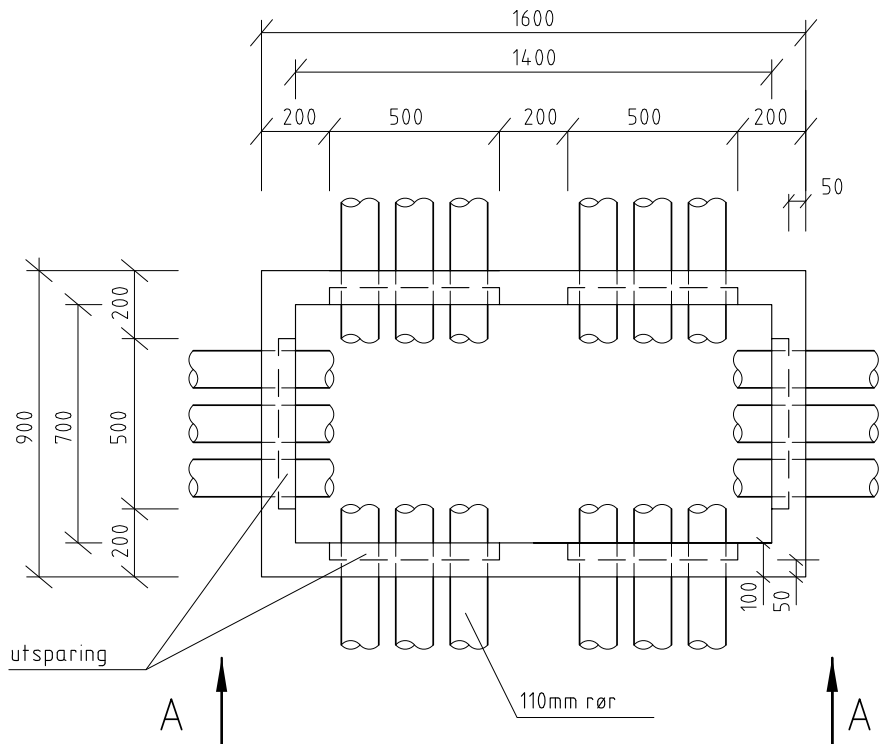
Innføring av rør i kummen er vist som prinsipper.
Riktig antall rør er vist på plantegning.

Avvik fra standard skal meldes til vegholder før videre arbeider.

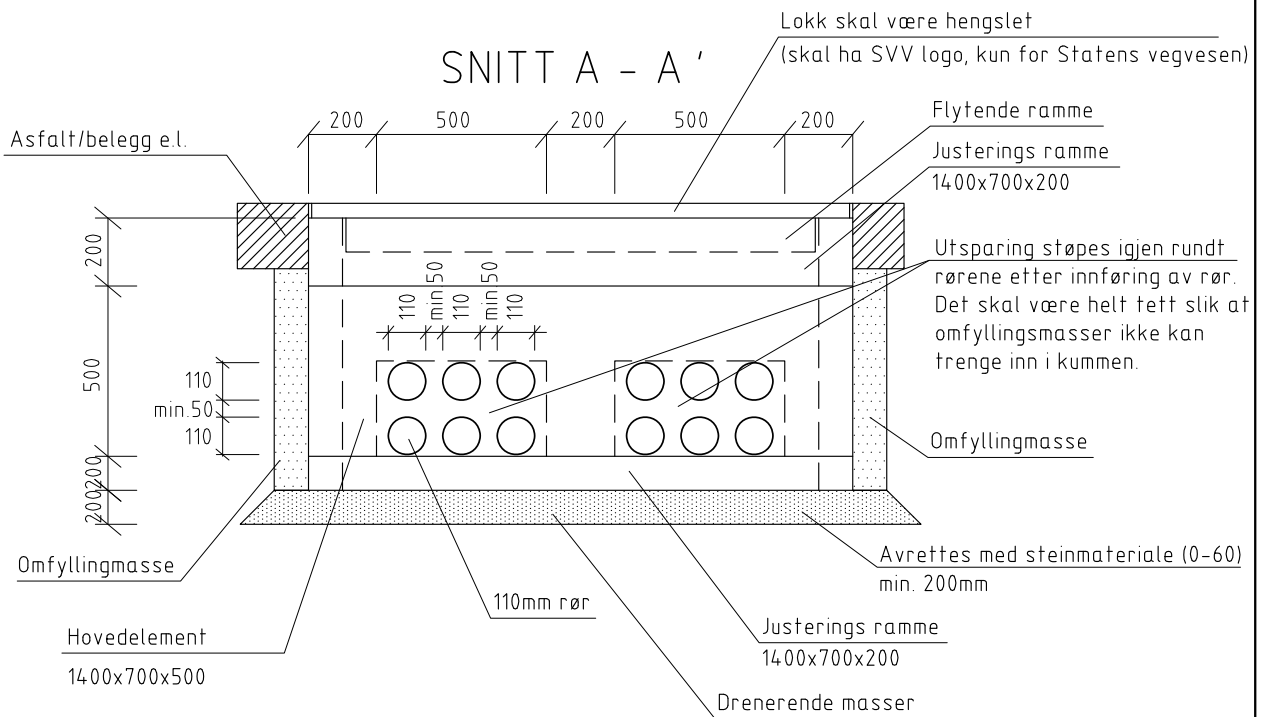
A	Nytt tegningsnummer (tidl. 76.13-4) + div endringer i tekst.	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Data	Saksb.	Godkj.
 Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
		Tegnet.		
 Statens vegvesen		Saksb.		
		Godkj.		
		Tegnet.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen		Date: 03.03.2006		
Standardtegning		Navn på fil: 76.13-3.dwg	Måstokk	Kart
Trekkefum for kabler 700 x 700 mm		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr. 76.13-3	A	

TREKKEKUM FOR KABLER, 700 x 1400

PLAN



SNITT A - A'



Bunnen skal avrettes og glattes.

Hele utsparingen skjæres ut og det støpes igjen rundt rørene, innvendig og utvendig, etter innføring av rør slik at det blir helt tett.

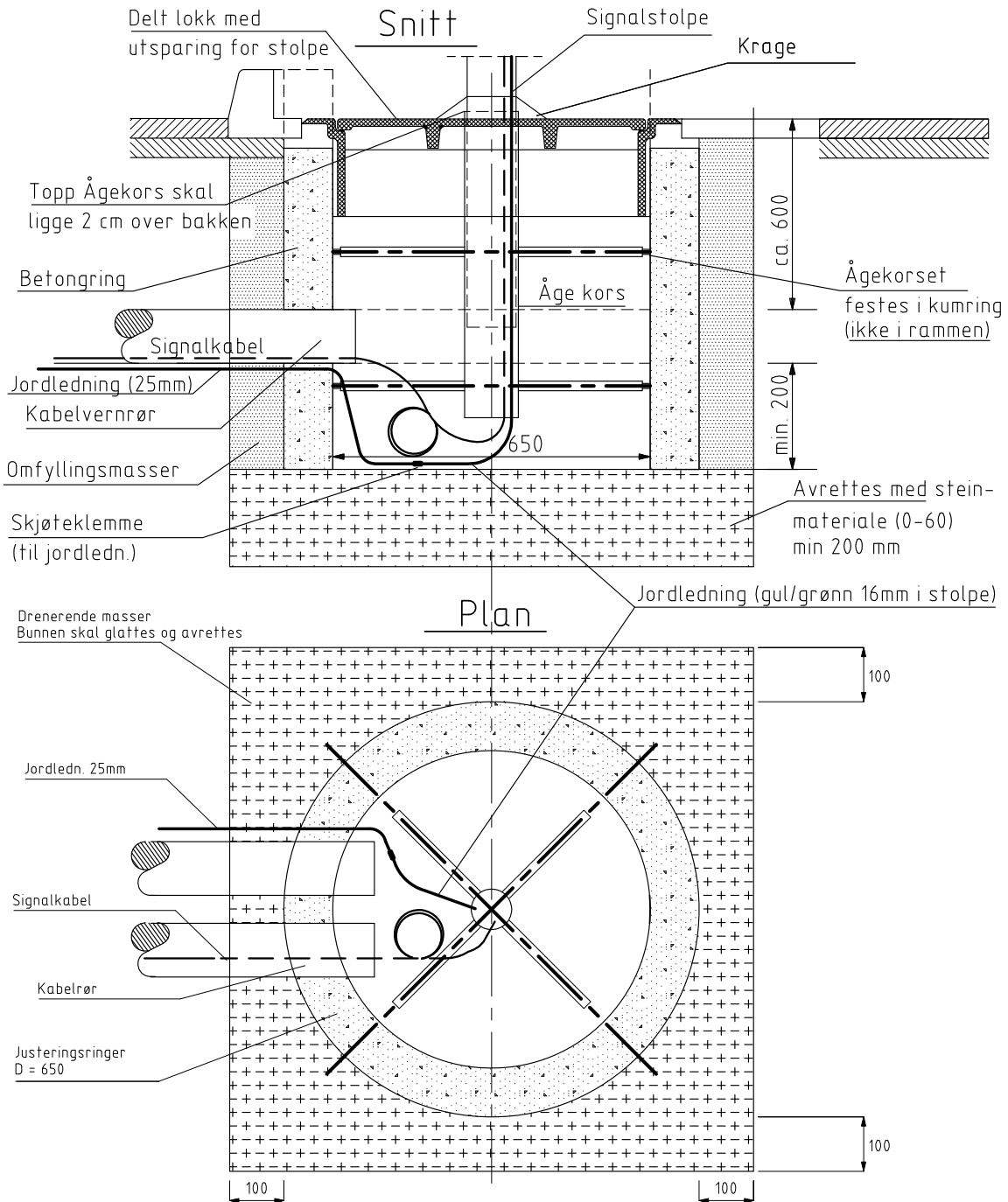
Rørene føres inn til ca. 5 cm innenfor innvendig kumvegg.

Innføring av rør i kum er vist som prinsipper.
Riktig antall rør er vist på plantegning.

Avvik fra standard skal meldes til vegholder før videre arbeider.

A	Nytt tegningsnummer (tidl. 76.13-5) + div endringer i tekst.	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Data	Saksb.	Godkj.
 Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
 Statens vegvesen		Tegnet.		
		Saksb.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegn		Godkj.		
		Tegnet.		
Trekke-kum for kabler 700 x 1400 mm		Data: 03.03.2006		
		Navn på fil: 76.13-4.dwg		
		Måstokk	Kart	
		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr.	76.13-4	

ÅGEKORSKUM (D=650)



Bunnen skal avrettes og glattes.

Hulltagning i forbindelse med innføring av rør i kummen må utføres med betongsag eller ved kjerneboring. Rørene føres inn til ca. 5 cm innenfor innvendig kumvegg.

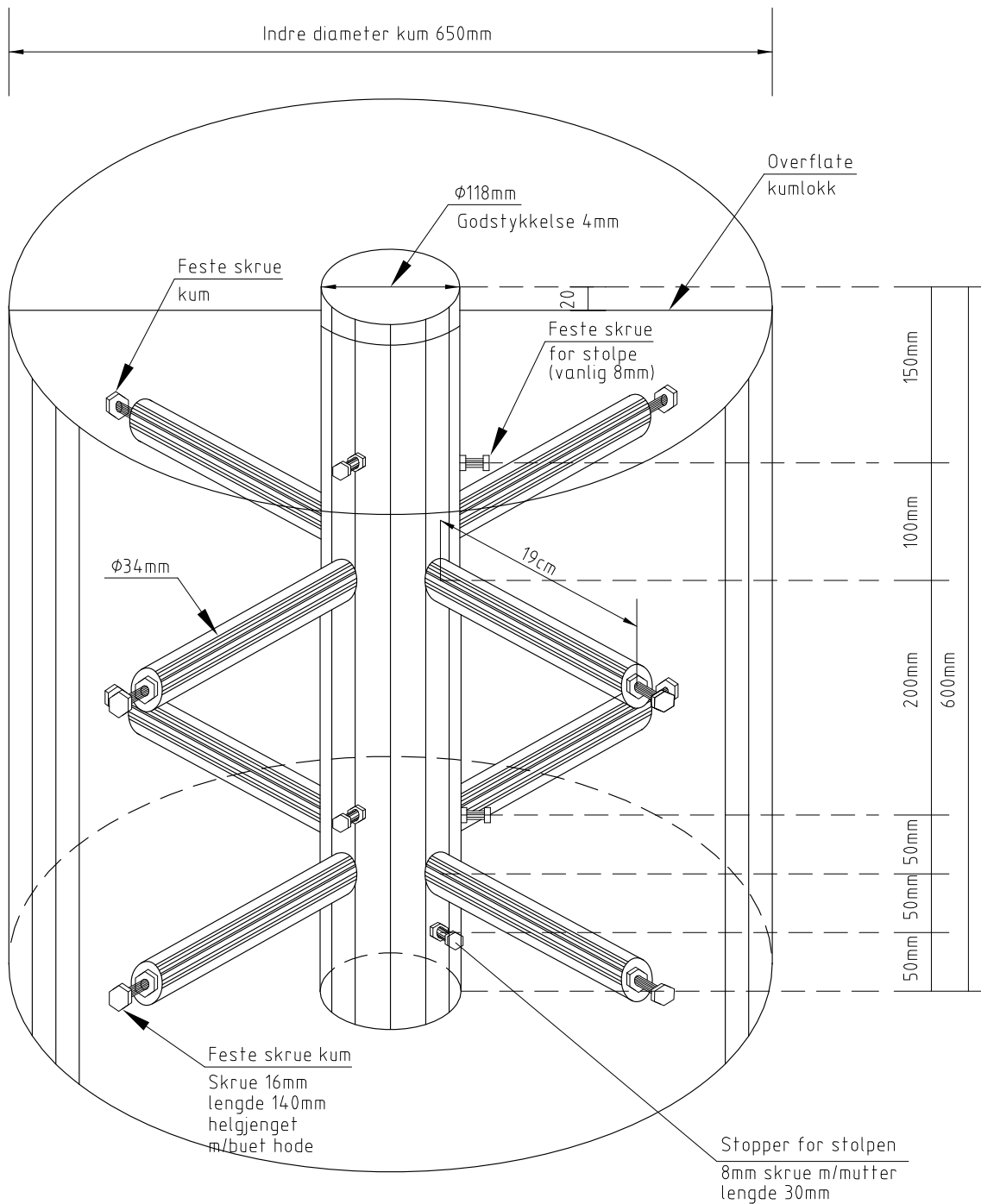
Det skal tettes rundt innføringen av kabelvernør, med støp innvendig og utvendig, slik at omfillingsmasser ikke kan trenge inn i kummen.

Innføring av rør i kummen er vist som prinsipper. Riktig antall rør er vist på plantegning.

Avvik fra standard skal meldes til vegholder før videre arbeider.

A	Nytt tegningsnummer (tidl. 76.13-6)	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
Statens vegvesen		Tegnet.		
		Saksb.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegning		Godkj.		
		Tegnet.		
Ågekorsrum D = 650		Dato: 02.03.2006		
		Navn på fil: 76.13-5.dwg		
		Målstokk	Kart	
		Prosj. nr	Rev.	
		Tegn. nr		A
		76.13-5		

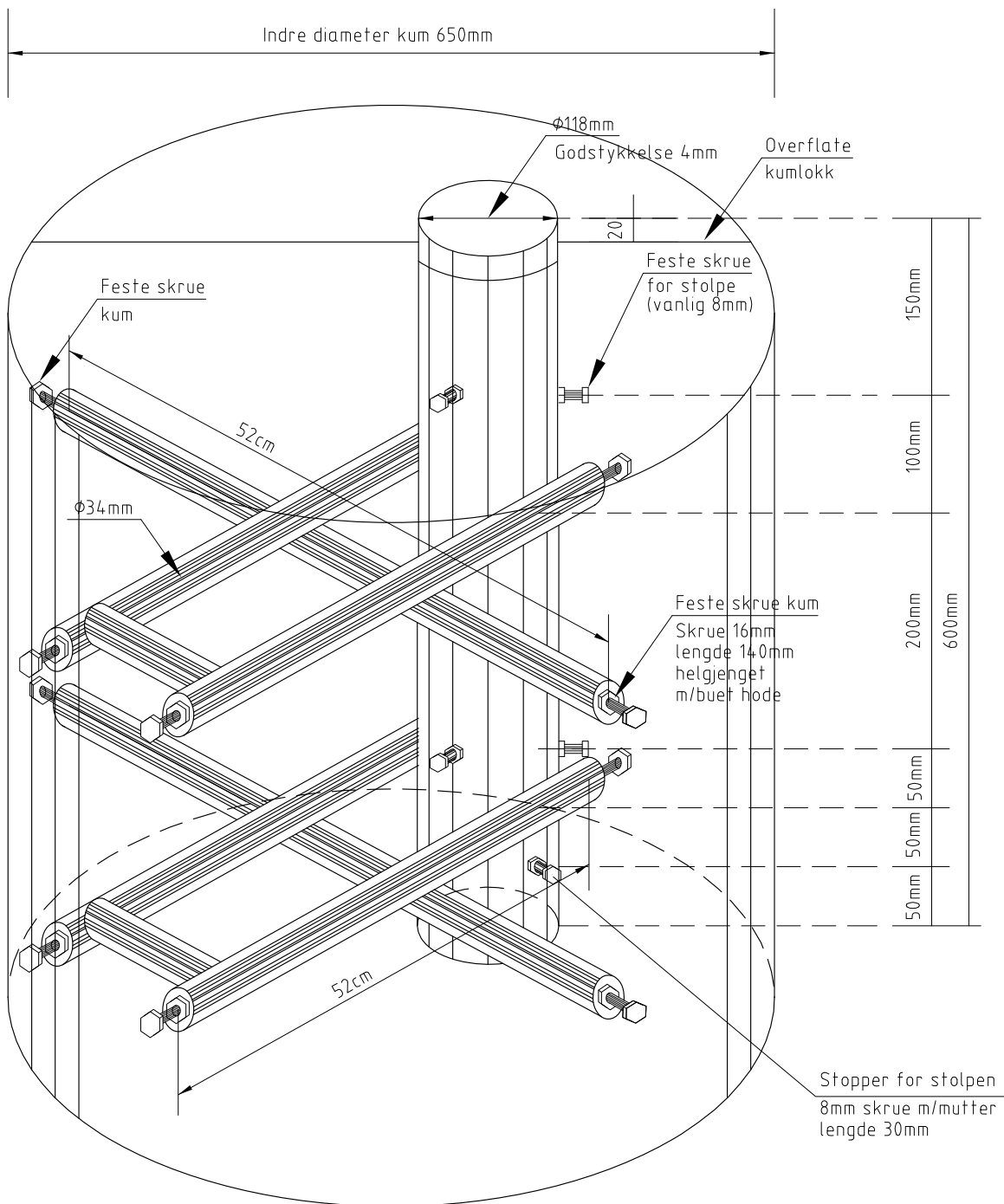
ÅGEKORS, SENTRISK



M=1:50

A	Nytt tegningsnummer (tidl. 76.13-7)	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
Statens vegvesen		Tegnet.		
		Saksb.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegnning		Godkj.		
		Tegnet.		
Ågekors, sentrisk		Dato: 08.02.2006		
		Navn på fil: 76.13-6.dwg	Målestokk	Kart
		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr.	A	
		76.13-6		

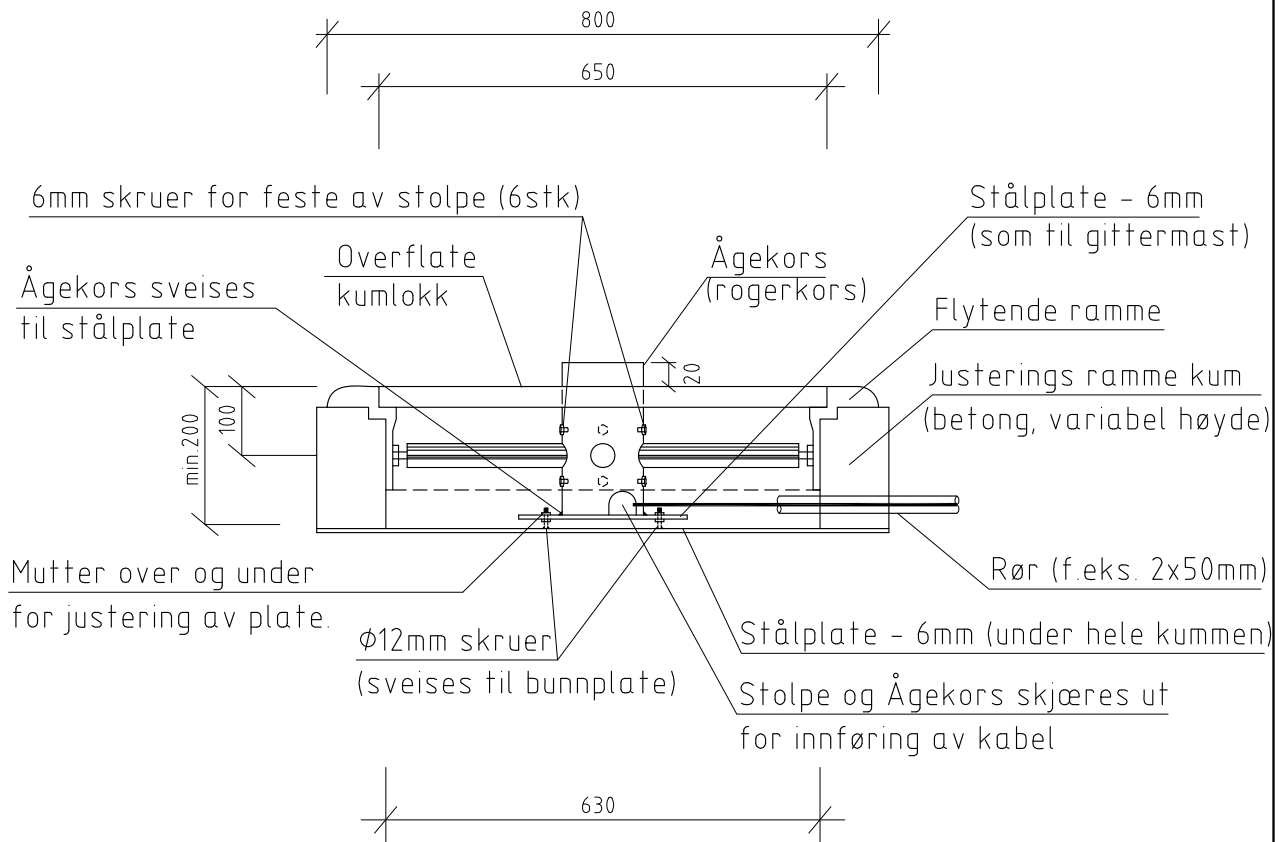
ÅGEKORS, EKSENTRISK (ROGERKORS)



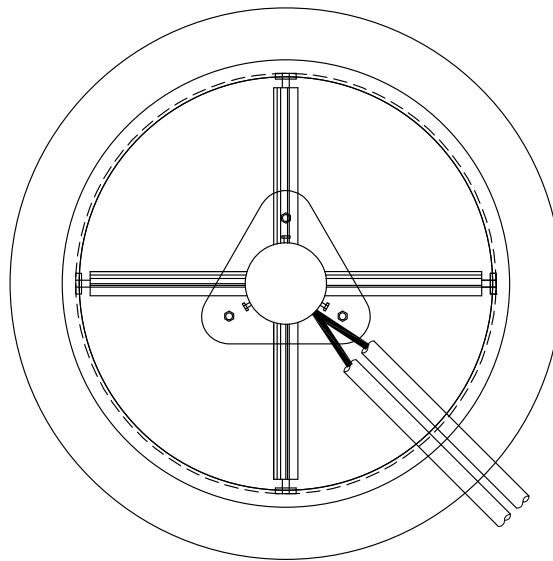
M=1:50



A	Nytt tegningsnummer (tidl. 76.13-8)	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Date	Saksb.	Godkj.
Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
		Tegnet.		
Statens vegvesen		Saksb.		
		Godkj.		
		Tegnet.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegnning		Date: 08.02.2006		
		Navn på fil: 76.13-7.dwg		
Ågekors, eksentrisk (Rogerkors)		Måstokk	Kart	
		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr.	76.13-7	A

ÅGEKORS, LAV KUM



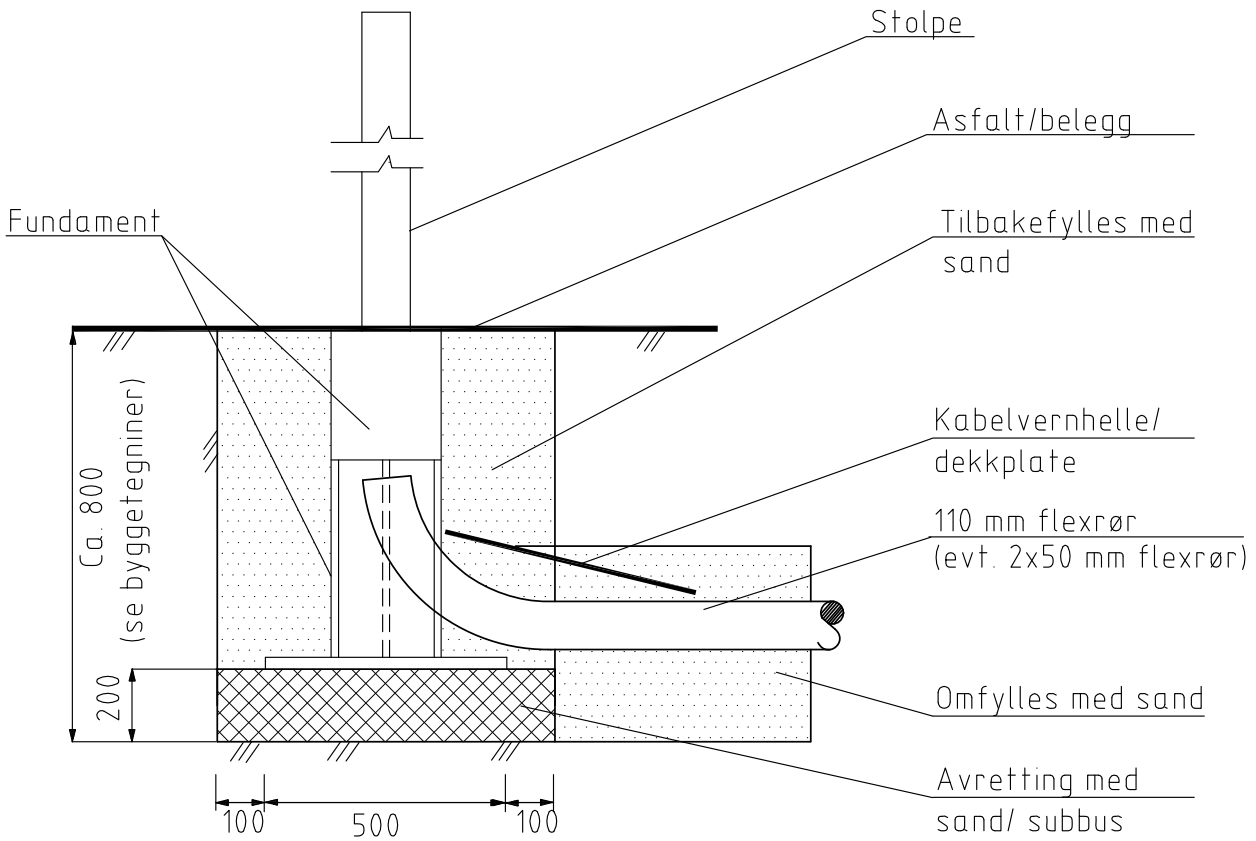
PLAN



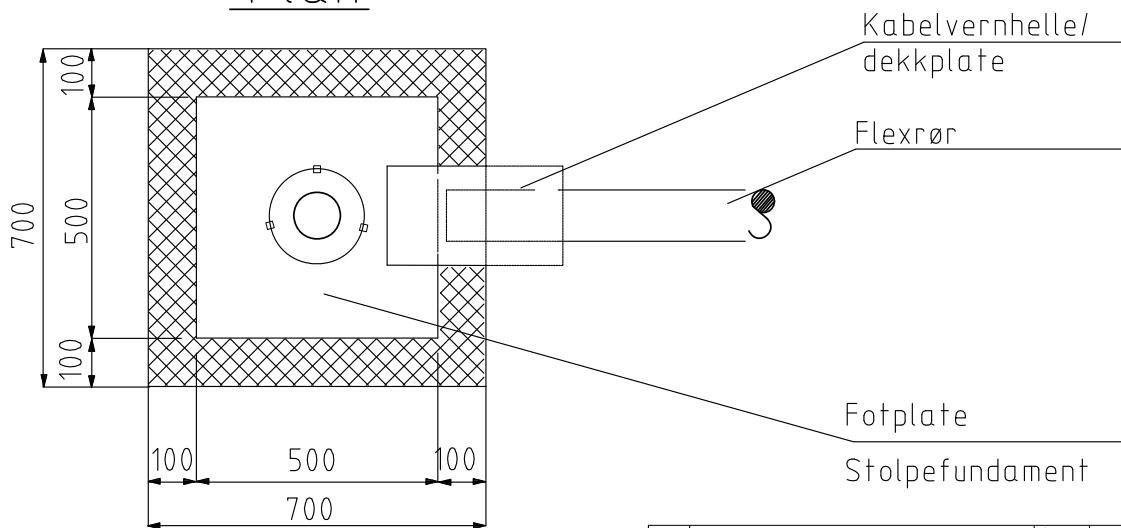
A	Nytt tegningsnummer (ifl. 76.13-9)	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
 Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
		Tegnet.		
 Statens vegvesen		Saksb.		
		Godkj.		
		Tegnet.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen		Dato: 03.03.2006		
Standardtegnning		Navn på fil: 76.13-8.dwg	Måstokk	Kart
Ågekors, lav kum (under 40 cm)		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr. 76.13-8		A

FUNDAMENT FOR SIGNALSTOLPE

Snitt

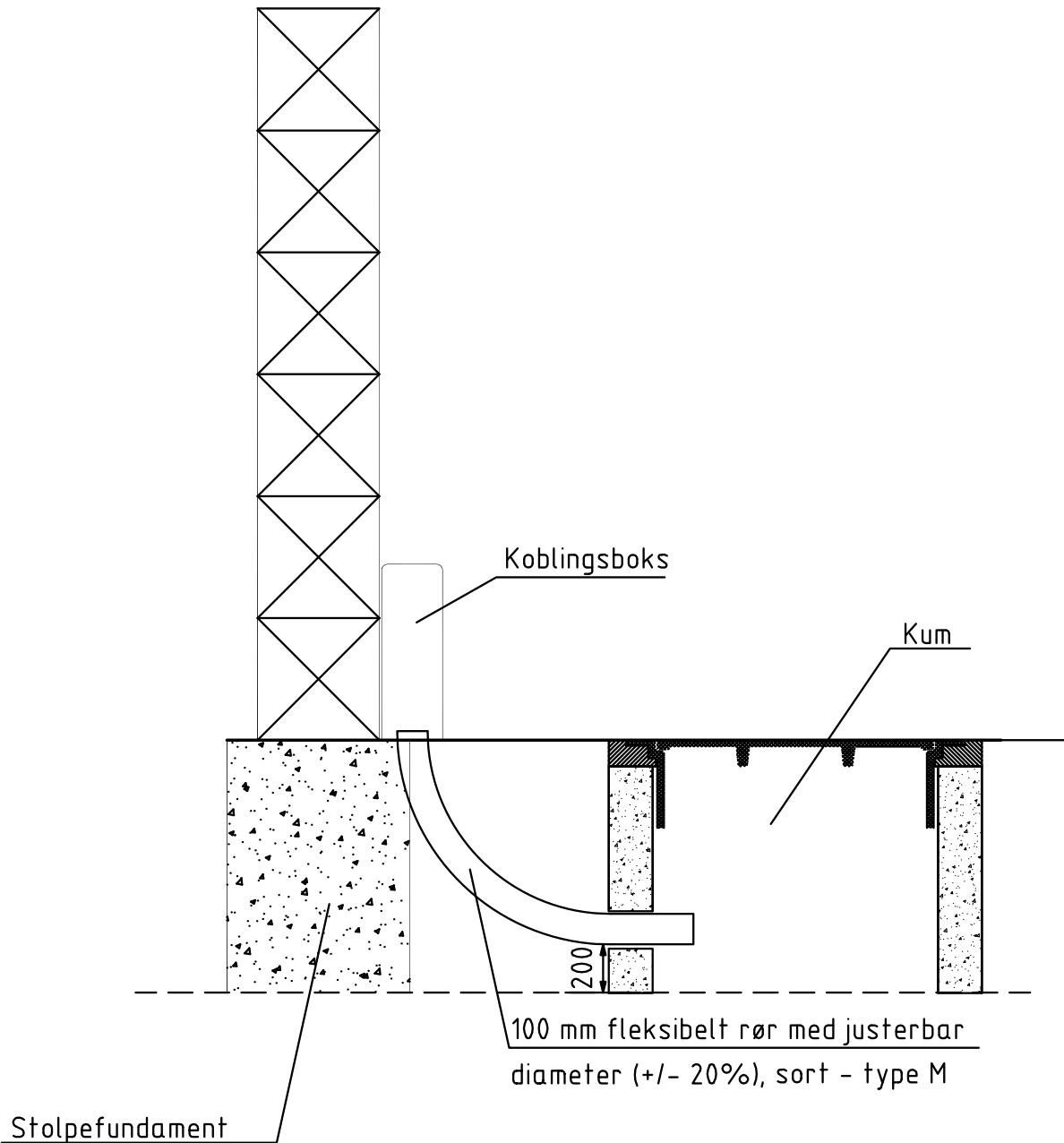




Plan



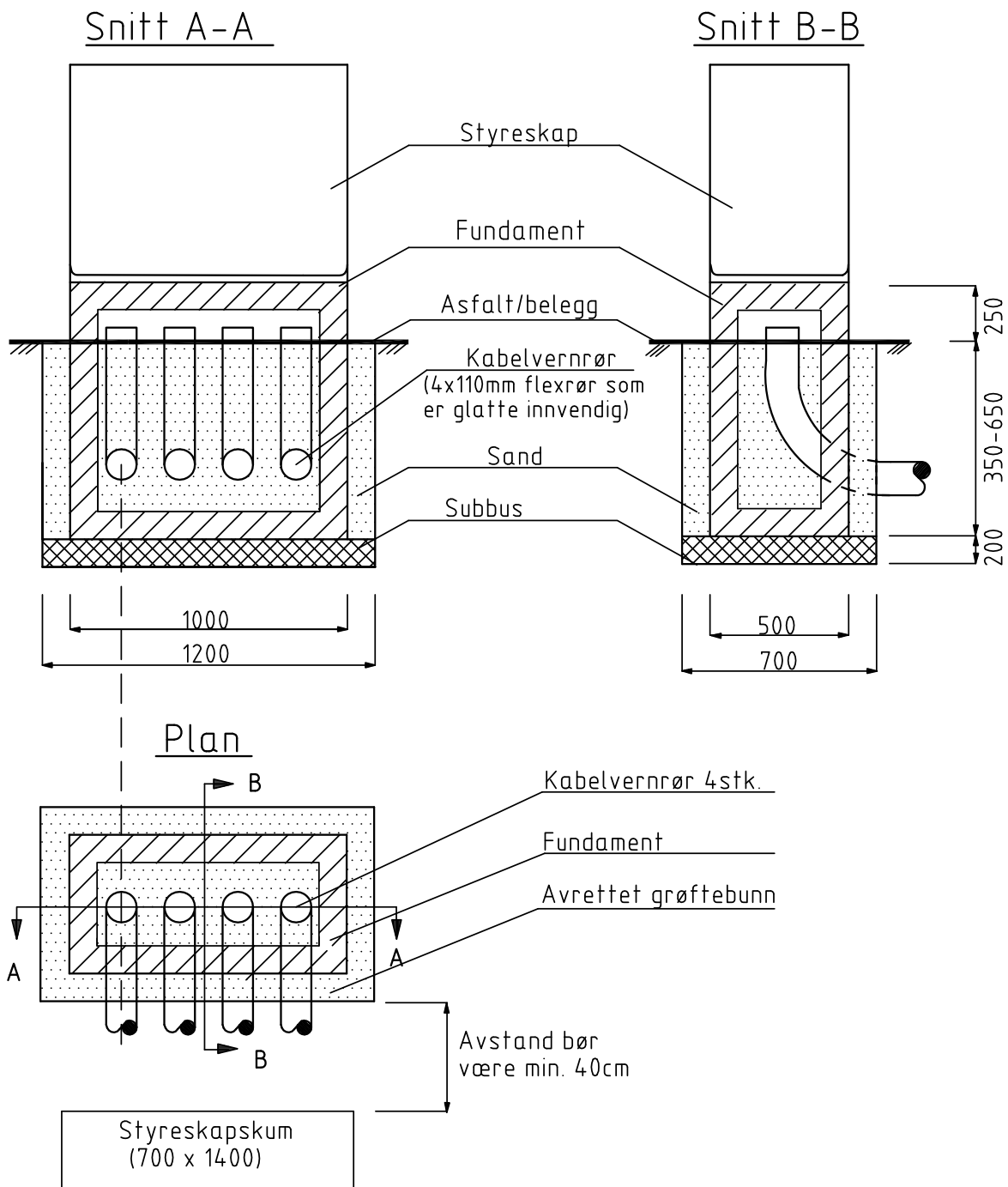
A	Nytt tegningsnummer (tidl. 76.13-10)	24.11.06	KAR	PG/TF
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
	Samferdselsetaten		Saksb.	
	Statens vegvesen		Godkj.	
	Signalanlegg, arbeider i grunnen	Dato: 17.02.2006	Tegnef.	
	Standardtegnning	Navn på fil: 76.13-9.dwg	Saksb.	
		Målestokk	Godkj.	
		Kart	Tegnef.	
	Fundament for signalstolpe	Prosj. nr	Rev.	
		Tegn. nr		A
		76.13-9		

Rør til gittermast, portal, lysverkstolpe





A	Nytt tegningsnummer (tidl. 76.13-11), oppdatert rørtegning	26.11.06	KAR	PGJ/TF
Rev.	Endring - erstatning	Date	Saksb.	Godkj.
 Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
 Statens vegvesen		Tegnet:		
		Saksb.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegn		Godkj.		
		Tegnet:		
Rør til gittermast/portal/ lysverkstolpe		Date: 08.02.2006		
		Navn på fil: 76.13-10.dwg		
		Måstokk	Kart	
		Prosj. nr	Rev.	
		Tegn. nr: 76.13-10		A

FUNDAMENT FOR STYRESKAP

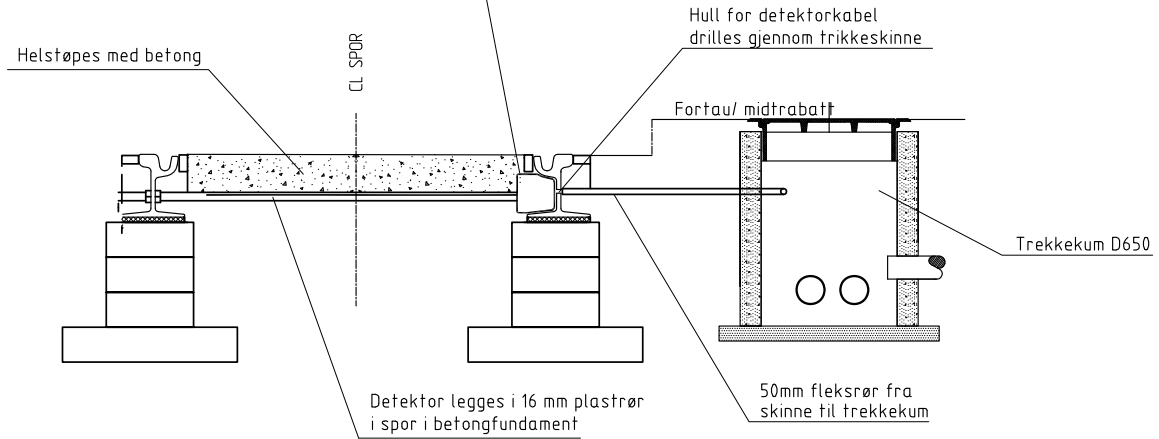


Grøftebunnen avrettes med sand før fundamentet settes ned. Fundamentet skal stå horisontalt. Tilbakefyllmassen skal være sand. Det påseses at fyllmassen ikke inneholder ting som kan skade kabelvernørret/kabelen. Sanden skal komprimeres uten at kabelvernørret/ kabelen skades. Fundamentet kan variere i form og størrelse. Foran fundament skal det alltid være kum 1400x700. Avstanden mellom kum og fundament bør være min. 40 cm.

Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
	 Samferdselsetaten		Saksb.	
	 Statens vegvesen		Godkj.	
	Signalanlegg, arbeider i grunnen	Date: 08.02.2006	Tegnet.	
	Standardtegning	Navn på fil: 76.16-1.dwg	Måstokk	Kart
	Fundament for styreskap	Prosj. nr.	Tegn. nr.	Rev.
			76.16-1	

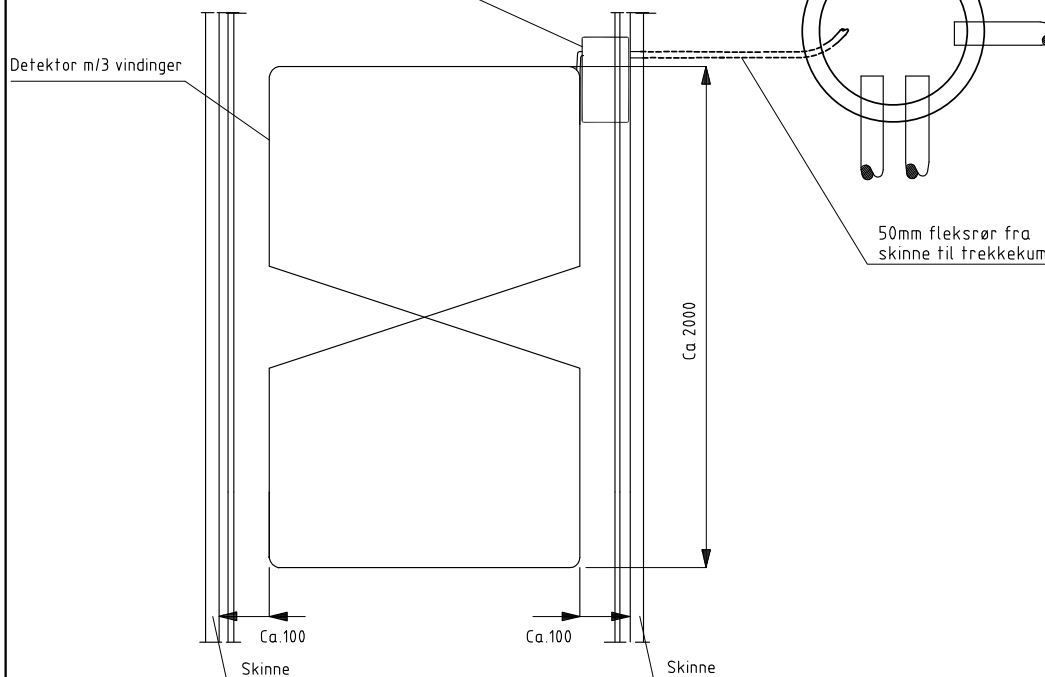
Detektor i trikke-trase - med eller uten minuskasse

Minuskasse, Sporveiens patent eller tilsvarende
(kan legges på utsiden eller innsiden av skinne hvis benyttet)



Plan

Minuskasse, legges inntil skinne hvis benyttet
(kan legges på utsiden eller innsiden av skinne)



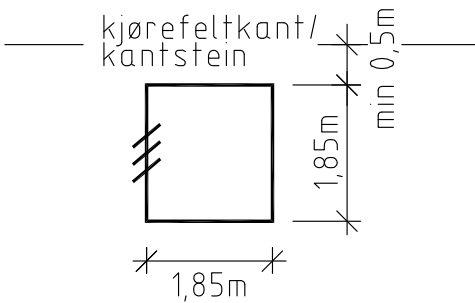
Merknad

- Evt. eksisterende betongplate fjernes.
- Det lages spor i betongfundamentet for detektoren. Dybde = 3 cm.
- Sporet fylles med enkornig sand etter at detektor er innlagt.
- Detektorløsefen skal være TP90 og skal legges i 16mm plastrør.
- Detektor legges i en lengde på ca 2 m og bredde ca 0,9 m.
- Hull drilles gjennom trikkeskinne for tilføring av detektorkabel
- Eventuell minuskasse legges inntil skinnen på utsiden eller innsiden.
- Flexrør (50mm) legges fra trekkeikum i fortau ut til utsiden av skinnen eller til minuskassen.
- TP90 avsluttes i minuskasse for kobling til tilleder. Der det ikke benyttes minuskasse legges TP90 helt tilbake til trekkeikum for kobling.
- Åpning i kjørebane gjenstøpes med betong over detektor.

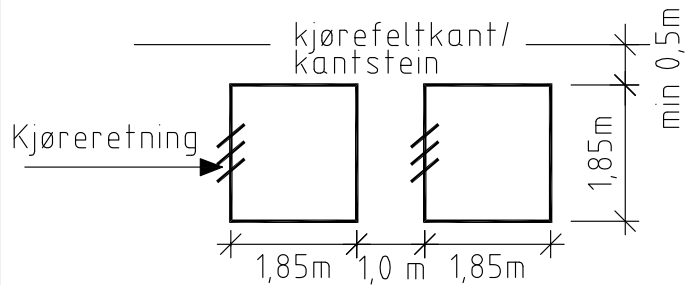
Rev.	Endring - erstatning	Date	Saksb.	Godkj.
 Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
 Statens vegvesen		Tegnet.		
		Saksb.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen Standardtegn		Godkj.		
		Tegnet.		
Detektor i trikke-trase med el. uten minuskasse		Date: 17.02.2006		
		Navn på fil: 76.17-1.dwg		
		Måstokk	Kart	
		Prosj. nr.		Rev.
		Tegn. nr.	76.17-1	

Detektorer - utvalg av sløyfer

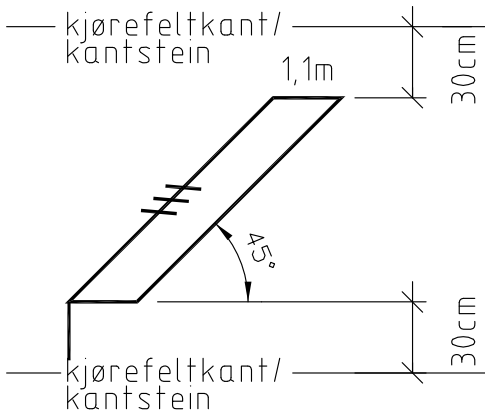
SPOT- og passasjedetektorer



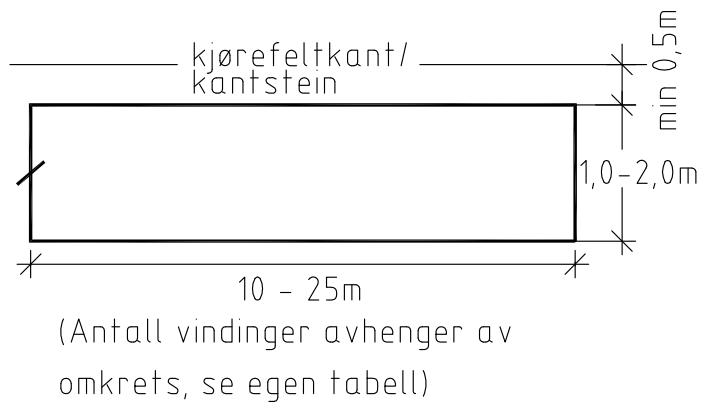
Telledetektorer



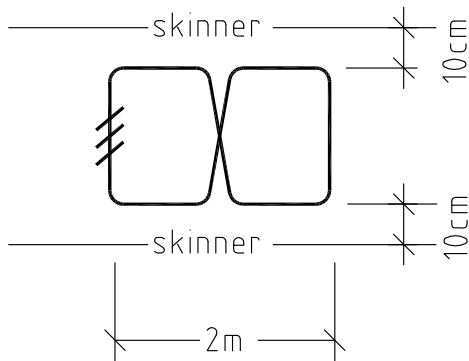
Sykkelfølsom detektor



Nærværddetektor (long loop)



Detektor i skinner



Anbefalt antall vindinger

Detektorlengde (sløyfeomkrets)	Antall vindinger
< 15m	3
15 - 30m	2
> 30m	1

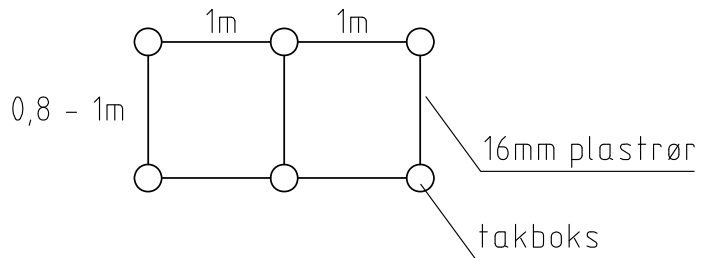
Merknader:

- * Avvik fra standard skal meldes før arbeidet igangsettes
- * Egne detektorer legges generelt for hvert kjørefelt

C	oppdatert tabell vedr. vindinger + div. avstander	2/11/2006	KAR	
B	oppdatert passasjedetektor	27/10/2006	KAR	
A	oppdatert SPOT/telledetektor	8/9/2006	KAR	
Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
Samferdselsetaten		Saksb.		
		Godkj.		
		Tegnet.		
Statens vegvesen		Saksb.		
		Godkj.		
		Tegnet.		
Signalanlegg, arbeider i grunnen		Dato: 17.02.2006		
Standardtegning		Navn på fil: 76.17-2.dwg		
		Måstokk	Kart	
Detektorer - utvalg av sløyfer		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr.	76.17-2	

Prefabrikerte detektorer (kassetter)

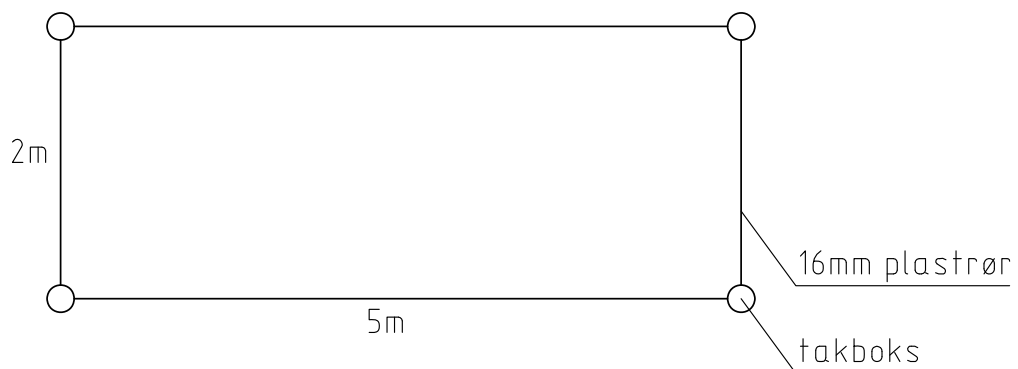
Detektorer lagt i skinnegang





Detektor lagt i gata v/dårlig asfalt

(NB! Må frese og legge ny asfalt over.)

Eks. 5x2m




Som trekkepunkter brukes takbokser
og 16mm rør mellom.

Rev.	Endring - erstatning	Dato	Saksb.	Godkj.
	 Samferdssetaten			
	 Statens vegvesen			
	Signalanlegg, arbeider i grunnen	Dato: 17.02.2006		
	Standardtegning	Navn på fil: 76.17-3.dwg		
	Prefabrikerte detektorer (kassetter)	Måstokk	Kart	
		Prosj. nr.	Rev.	
		Tegn. nr.		
		76.17-3		


Vedlegg B


Plan for tidsetting (SK-skjema)

 Mal		XXX			
Statens vegvesen					
Ukeautomatikk		Siste revisjon:		21.11.2005	
Hverdag		Fra		Til	
S1	Morgenrush hverdag	kl	06:30	-	09:30
S2	Ettermiddagsrush hverdag	kl	14:30	-	17:30
S3	Døgn				
S4					
S5					
S6					
S7					
S8					
S9	Minimums omløpstid				
Lørdag		Fra		Til	
S1					
S2					
S3	Døgn	kl	00:00:00	-	24:00:00
S4					
S5					
S6					
S7					
S8					
S9					
Søn- / helligdag		Fra		Til	
S1					
S2					
S3	Døgn	kl	00:00:00	-	24:00:00
S4					
S5					
S6					
S7					
S8					
S9					

8 - Logiske betingelser


182

	Mal	XXX
Statens vegvesen		
Logiske betingelser		Siste revisjon: 21.11.2005
<p>Anlegget har tilnærmet fri gruppestyring.</p> <p>Ved anrop til alle signalgrupper vil vekslingsforløpet i hovedsak være som illustrert i faseplanen på Ark "1 - Revisjon"</p> <p>Ved samtidig anrop til "alle" grupper skal vekslingsforløpet være i rekkefølge gruppe: 1, 2, 3, 4 (eksempel)</p> <p>Anlegget hviler med grønt signal for gruppe: 1, 2 (eksempel) Hvilepunkt er: 1 sekund etter utløpt minimumstid (eksempel)</p> <p>Signalgrupper som ikke inngår i hvilestilling får <u>kun</u> grønt etter anrop fra detektorer / trykknapper med følgende unntak:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 2 <p>Førgrønt for fotgjengere og eventuell andre tidsmessige bindinger mellom signalgrupper, er angitt på ark "3 - Offset"</p>		
<p>Kollektivprioritering</p> <p>Det er følgende kollektivprioritering i anlegget:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 2 		
<p>Fotgjengere</p> <p>På trykknappbokser med dobbeltfunksjon aktiveres akustisk signal kun ved anrop til "underknapp"</p> <p>Akustisk signal (uten knapp) skal være aktive i følgende tidsrom: Hverdager: kl 07.00 - 22.00 (eksempel) Lørdag / søndag og helligdager: kl 09.00 - 22.00 (eksempel)</p>		
<p>Merknader:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 2 		

 Mal		XXX		
Logiske betingelser		Siste revisjon: 21.11.2005		
Fase	Forlengelse	Veksling	Til fase	Prioritet
1				
2				
3				
4				
5				
Dxx - anrop detektor xx Txx - anrop trykknapp Lxx - luketid detektor xx Prioritet: H-høy, L-lav, I-Ingen		DxxN - ikke anrop detektor xx TxxN - ikke anrop trykknapp Lm - luketid maks Bxx - beleggstid på detektor xx * og, + eller, < mindre enn		
Merknader:				
1				

9 - Trådfordelingsskjema


184

 Mal XXX									
Trådfordelingsskjema					Siste revisjon: 21.11.2005				
Kabel nr.		Til stolpe nr.			Kabel nr.		Til stolpe nr.		
A		???			B		???		
Antall tråder :		37			Antall tråder :		37		
Tråd nr	Farge	Gruppe nr	Anm.	Rekkekl.	Tråd nr	Farge	Gruppe nr	Anm.	Rekkekl.
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
7					7				
8					8				
9					9				
10					10				
11					11				
12					12				
13					13				
14					14				
15					15				
16					16				
17					17				
18					18				
19					19				
20					20				
21					21				
22					22				
23					23				
24					24				
25					25				
26					26				
27					27				
28					28				
29					29				
30					30				
31					31				
32					32				
33					33				
34					34				
35					35				
36					36				
37					37				

F	Felles
R	Rød
G	Gul
Gr	Grønn
TK	Trykknapp retur
Tilv	Tilvalg (Lyd)
Rad	Radar
C	Fas
AN	Anropsindikator
A	Akustisk

Prisma trykknapp		
Klemme	Farge	Anmerkning.
1	Sort	Tilvalg
2	Brun	TK retur
3	Hvit	Fas
4	Rød	Rød
5	Blå	Felles
6	Grå	Grønn
7	Jord	Jord

 Statens vegvesen	Mal	XXX
Begrunnelse for valgte prioriteringstiltak		Siste revisjon: 21.11.2005

 Mal Statens vegvesen		XXX	
Prioriteringstiltak		Siste revisjon: 21.11.2005	
Detektor- nummer	Anrops- nivå	Prioritets- nivå	Hendelse/ Funksjonalitet
XXX Y	0	Ingen	Fase 1: Fase 2: Fase 3: Fase 4: Fase 5:
	1	Lav	Fase 1: Fase 2: Fase 3: Fase 4: Fase 5:
	2-3	Høy	Fase 1: Fase 2: Fase 3: Fase 4: Fase 5:
	0	Ingen	Fase 1: Fase 2: Fase 3: Fase 4: Fase 5:
	1	Lav	Fase 1: Fase 2: Fase 3: Fase 4: Fase 5:
XXX Y	1	Lav	Fase 1: Fase 2: Fase 3: Fase 4: Fase 5:
	2-3	Høy	Fase 1: Fase 2: Fase 3: Fase 4: Fase 5:

Vedlegg C

Sjekkliste for oppstarting av nye signalanlegg



Sjekkliste for oppstarting av signalanlegg

Anlegg: _____
 Dato: _____
 Prosjekt nr: _____
 Deltakere: _____

Kontroll og gjennomgang etter avsluttet arbeid	Kontroll av leverandør	Ferdig-befaring	Kommentarer
Funksjonskontroll av anlegget gjennomført	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Isolasjonsmåling	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Måling av kontinuitet	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av jordledertilkoblinger - kummer, skap og stolper	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Spenningsmåling jord/fas med anlegg frakoblet	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av funksjonsbrytere og indikasjonslamper i styreskap	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av trekketråd i rør	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av koblinger til lyshoder, trykknapper og detektorer	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Trådfordelingsskjema	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Merking av alle kabler i skap, stolper og kummer	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av trykknapper (lyd, lys, relieff, retningspil)	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av lyshodeplassering og retning mot M-tegning	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av plastskiver i koblingsluker	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av alle lokk, deksler er på plass	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Tette rundt rør som er boret inn i stolpe med Sikaflex	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av Glava i stolpeende	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Lakkert montasjedetaljer og rør i anleggets original farge	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroller at alle grupper kommer inn	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroller at virkemåte til anlegget er fornuftig	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroller at evt samkjøring virker fornuftig	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av alle grupper med hensyn til fiendtlig grønt	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroll av alle grupper med hensyn til rødlampeovervåkning	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Kontroller at automatisk overvåkning virker	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Rydde kabelrester og søppel i skap og anlegg	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Bilder (detaljbilder med referanser og oversiktsbilder)	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Servicerapport med time- og deleforbruk	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Skrive ned aktuell faktisk kabellengde som benyttes	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Anlegget satt i drift – dato / tidspunkt	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Samsvarserklæring og sluttkontroll sendt oppdragsgiver	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Bilder med referanser sendt oppdragsgiver	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Trådfordelingsskjema sendt oppdragsgiver	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
M-tegning revidert i henhold til bygget	<input type="checkbox"/> OK	<input type="checkbox"/> OK	
Tidsfrist for ferdigstilling av noterte mangler	<input type="text"/>		
Avtalt dato for gjennomføring av etterkontroll / etterstramning	<input type="text"/>		

Kommentarer til protokollen:

Godkjent protokoll

Dato: _____

Signatur: _____


På vegne av leverandør

Signatur: _____

På vegne av vegholder

Vedlegg D


Sjekkliste for trafikkteknisk vedlikehold

Sjekkliste for trafikkteknisk vedlikehold		
 Statens vegvesen	Anlegg:	
	Dato / klokkeslett:	
	Prosjekt nr:	
	Utført av:	
Gjennomgang av anlegget gjort på bakgrunn av		
	M-tegning (revisjon):	
	SK-skjema (revisjon):	
	Krysset trafikkeres av følgende kollektivlinjer:	
Målsettingen for signalanlegget er:		
Trafikksikkerhet		
Antall politianmeldte ulykker		
Årstall	Antall	Merknader (f. eks uhellstype / trafikantgrupper / skadegrad)
Sum (U)		
Trafikkmengder (sum innkjørende trafikk)		Kryssets ulykkesfrekvens: <input type="text"/>
Årstall	ÅDT	Ulykkesfrekvens for tilsvarende kryss: <input type="text"/>
		Kommentar til ulykkesfrekvens
Sum for perioden:		
Gjennomsnittlig ÅDT:		
Vekslingstider	Ja / Nei	Avvik
Programmerte verdier kontrollert mot dokumentasjon:		
Programmerte verdier observert mot reell trafikk:		
Kommentarer / endringsforslag :		
Vurdering av trafikksikkerhet	Ja / Nei	Kommentarer / endringsforslag
Problemer i faseplanen:		
Problemer i signalplanen:		
Problemer i utformingen:		
Generell trafikkavvikling		
Tema	Kontrollert	Resultat / kommentarer
Virker anlegget ihht. målsettingen		
Avvikler anlegget all kjøretøy som ankommer på rødt		
Er kølengde og forsinkelse rettferdig fordelt		
Er veksling til gult optimalt		
Omløpstid ved lavtrafikk		C = sek, gjennomsnitt 3 omløp
Omløpstid ved rushtrafikk		C = sek, gjennomsnitt 3 omløp
Er faseplanen optimal		

Signalgrupper		
Funksjon	Kontrollert	Resultat / kommentarer
Veksling til grønt		
Veksling til rødt		
Minimum grønttid		
Maksimum grønttid		
Privilegietid fotgjengere		
Førgrønt fotgjengere		
Hvilestilling ved lavtrafikk		
Detektorer		
Funksjon	Kontrollert	Resultat / kommentarer
Kjøretøydetektorer		
Kollektivprioritering		
Trykknapper		
Samkjøringr		
Funksjon	Kontrollert	Resultat / kommentarer
Programvalg		
Omløpstid (kryssavstand / trafikk)		
Grønn bølge / off'set mellom kryss		
Visuelle forholdr		
Oppgaver	Utført	Kommentarer
Bilder av stolper		
Bilder av styreskap / styreapparat		
Bilder av spesielle forhold		
Kommentere eventuelle spesielle forhold / mangler til signalanlegget og veganlegget		
Vurdering av tiltak / endringer		
Trafikksikkerhet		
Kollektivtrafikk		
Avviklingsforhold		
Visuelle forhold		

Vedlegg E

Sjekkliste for teknisk vedlikehold

Sjekkliste for teknisk vedlikehold				
 Statens vegvesen		Anlegg:		
		Dato / klokkeslett:		
		Prosjekt nr:		
		Utført av:		
Gjennomgang av anlegget gjort på bakgrunn av				
		M-tegning (revisjon):		
		SK-skjema (revisjon):		
Element / funksjon	Kontrollert	OK	Rettet	Merknad
Styreskap / styreapparat				
1	Fjerning av eventuell graffiti og plakater			
2	Kontroll av at skapet er merket med "plakatklistring forbudt"			
3	Utvendig vask			
4	Kontroll av eventuelle rust-, lakk eller malingskader			
5	Kontroll av at skapet og fundament er i bra stand og uten skader.			
6	Kontroll av bunnplate eller Leca-kuler			
7	Kontroll og smøring av hengsler			
8	Kontroll og smøring av låser			
9	Innvendig vask, støvsuging, trykkluftblåsing og fjerning av smuss og spindelrev			
10	Kontroll av at skapet er merket innvendig og utvendig med anleggsnummerr			
11	Eventuell utskiftning av kort og moduler			
12	Kontroll av automatisk overvåkning			
13	Kontroll av manuelle betjeningsknapper / håndstyring			
14	Kontroll av at klokken i skapet går riktig			
15	Kontroll av at oppdatert dokumentasjon er plassert i skapet			
16	Kontroll av at sikkerhetsmatrise er i henhold til dokumentasjon			
17	Kontroll av at programfunksjoner er i henhold til dokumentasjon			
18	Kontroll av at alle kabler er merket i henhold til gjeldende standard			
19	Kontroll av at termineringsplinter er merket i henhold til gjeldende standard			
20	Kontroll av at kabeltilkoplinger er i forskriftsmessig stand og ettertrekking av disse			
21	Kontroll av utkopling av jordfeilbryter			
Strømtilførsel				
22	Visuell kontroll av at inntaksskap er uskadd og at lokket sitter fast			
Kabler				
23	Kontroll av strekkavlaster på alle kabler			
24	Ettertrekking av koplinger på jordingsskinne og kontroll av at alle kabler er tilkoblet			
25	Måling og kontroll av isolasjonsmotstand i anlegget inkludert strømtilførsel			
26	Måling og kontroll av at potensialforskjellen mellom anlegget og strømleverandørens jord			
27	Måling og kontroll av driftspenning i anlegget inkludert strømtilførsel			
28	Måling og kontroll av driftsstrømmen i anlegget			
29	Måling og kontroll av kortslutningsstrøm ytterst i anlegget			

Element / funksjon	Kontrollert	OK	Rettet	Merknad
Kummer				
30 Registrering av behov for slamsuging av kummer				
Stolpe og fundament				
31 Kontroll og eventuell oppretting av skjeve stolper				
32 Kontroll og eventuell oppretting av at fundament står stødig og er uten skader				
33 Fjerning av graffiti og plakater				
34 Utvendig vask				
35 Registrering av eventuelle rust-, lakk eller malingsskader				
36 Registrering av at koblingsluker er tilskrudd og dekker luken i stolpen				
Lyshoder				
37 Skifte av lamper (skal foretas jevnlig ut i fra type lyshode)				
38 Utvendig vask				
39 Innvendig vask (linser, reflektorer mm)				
40 Kontroll av at lyshodene er i bra stand				
41 Kontroll og eventuell oppretting av skjermer				
42 Kontroll og eventuell oppretting av retning på lyshoder				
43 Kontroll av synlighet i forhold til siktlinjer				
Trykknapper				
44 Utvendig vask				
45 Kontroll av at trykknapper gir anrop				
46 Kontroll av at ventelampe virker, eventuelt skift av pære				
47 Kontroll av at ventelampe tennes ved anrop				
48 Kontroll av at eventuelle akustiske signal fungerer og at de har riktig lydstyrke				
49 Kontroll av taktil pil og eventuelt taktilt kart				
50 Kontroller og eventuell reparasjon / utskifting ved berøringsfare				
Detektorer				
51 Kontroll av at alle detektorer gir riktig anrop				
52 Vask av IR-, radar- og videodetektorer				
53 Kontroll av retning / detektorsoner på radar- og IR-detektorer				
54 Kontroll av retning / skarpt bilde på videodetektor				
55 Måling og kontroll av at sløvfemotstand er $<1\Omega$ og isolasjonsmotstand er $>10M\Omega$				
Oppmerking				
56 Kontroll av at stopplinj er synlig og riktig plassert				
57 Kontroll av at midtlinjer og delelinjer er synlig og merket som sperrelinje siste 15 – 30 m				
58 Kontroll av at eventuelle piler i asfalten er synlige og riktige				
59 Kontroll av at gangfelt er synlig				
60 Kontroll av at eventuell nedsenk er riktig i forhold til gangfeltene				
61 Kontroll av tilstand til asfalt				
Estetikk				
62 Kontroll av at istandsetting rundt stolper, styreskap og kummer er ordentlig				
63 Kontroll av enhetlig fargebruk				
64 Ta bilder av elementene i signalanlegget				
M-tegning				
65 Kontroll av at elementene i signalanlegget er plassert i henhold til M-tegning				

Vedlegg F

Eksempel på M-tegning med tegnforklaring

Vedlegg G

Registreringer

Registrering av tidsluker og metningsvolum

Enkel metode

I forbindelse med innstilling av luketider på detektorer, kan det være nødvendig å registrere tidslukene i en trafikkstrøm under avvikling. Den metoden som er beskrevet nedenfor er en forenklet metode, men vil i de fleste tilfellene gi gode nok resultater. Metoden tar ikke hensyn til forskjellen i tidslukene på de første kjøretøyene som starter opp på grønt og de kjøretøyene som følger etter i en såkalt mettet strøm. Metoden for registrering og beregning av tidsluker kan også enkelt benyttes til å beregne metningsvolumet for en tilfart. Dette benyttes i beregning av optimal omløpstid.

Gjennomføring

Registrering av tidsluker i en tilfart utføres av en observatør med stoppeklokke. Til registreringen kan skjemaet som er vist på neste side benyttes. Eksempel på utfyllt skjema er vist på siden etter.

Observatøren starter stoppeklokken i det bil nummer 2 passerer stopplinjen med sin front, etter at den aktuelle tilfarten har fått grønt. Deretter telles de kjøretøyene som passerer stopplinjen på grønt i mettet strøm, det vil si de som har stått i kø eller ankommet køen mens den avvikles. Bil nummer 2 skal ikke telles.

Når det siste kjøretøyet i den mettede strømmen passerer stopplinjen med sin front, stoppes stoppeklokken. Målt tidsperiode og antall kjøretøy som har passert i tidsperioden føres inn i skjemaet. Det bør gjennomføres mellom 10 og 20 målinger i hver tilfart

Beregning

Beregning av gjennomsnittlig tidsluke og metningsvolum fremgår av skjemaet. Det beregnede metningsvolumet gjelder egentlig bare for den tilfarten som registreringen er utført i. Dersom metningsvolumet skal benyttes i andre beregninger, bør det korrigeres for feltbredde, andel tungtrafikk, stigning og kurvatur. En skal heller ikke se bort fra at virkninger nedstrøms (eller oppstrøms) krysset kan påvirke avviklingen i en tilfart. Dårlig avvikling nedstrøms et signalanlegg kan fort forplante seg bakover i trafikkstrømmen og gi en dårligere avvikling, det vil si store luketider, over stopplinjen.

MÅLING AV TIDSLUKER OG METNINGSVOLUM		
Kryss: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Tilfart: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Felt / trafikkstrøm: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Veg og føre: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Feltbredde: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Stigning (siste 30m): <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	Dato: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Klokke: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Obeservatør: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Andel tunge kjøretøy: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> Svingeradius: <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>	
Grønnperiode nummer	Passeringstid for kjøretøy i mettet strøm	Antall tellede kjøretøy i mettet strøm
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
Sum	a =	b =
Gjennomsnittlig tidsluke: $TL = \frac{a}{b}$:		
Metningsvolum: $M = \frac{3600}{TL}$:		

MÅLING AV TIDSLUKER OG METNINGSVOLUM

Kryss: Rv 65 x Grøtvn
 Tilfart: Grøtvn vest
 Felt / trafikkstrøm: Rettfrem / høyresving
 Veg og føre: Bar veg
 Feltbredde: 3,3 m
 Stigning (siste 30m): 0 %

Dato: 04.12.1986
 Klokke: 07:45 – 08:00
 Obeservatør: TFo
 Andel tunge kjøretøy: 8 %
 Svingeradius: 15 m

Grønnperiode nummer	Passeringstid for kjøretøy i mettet strøm	Antall tellede kjøretøy i mettet strøm
1	10	4
2	12	6
3	13	7
4	14	6
5	12	5
6	11	6
7	14	7
8	15	7
9	10	4
10	11	4
11	12	5
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
Sum	a = 134	b = 61

Gjennomsnittlig tidsluke: $TL = \frac{a}{b}$: 2,2 sekund

Metningsvolum: $M = \frac{3600}{TL}$: 1640 kjt/time

Registrering av midlere forsinkelse og stoppandel

Enkel metode

Registrering av midlere forsinkelse etter kølengde-metoden er en relativt enkel metode. Metoden kan også benyttes til å finne stoppandelen.

Metoden kan bare benyttes så lenge køene er så korte at observatøren hele tiden ser køen og rekker å telle kjøretøyene. I motsatt fall er reisetidsmålinger eller nummer-skrivning aktuelle metoder.

Gjennomføring

Metoden krever 2 personer. Med jevne mellomrom, for eksempel hvert 15. sekund, noterer den ene observatøren hvor mange kjøretøy som står i kø i den betraktede tilfarten. Den andre observatøren noterer hvor mange kjøretøy som har passert siden forrige registrering.

Hvis det skal beregnes stoppandel, deles antall passerte kjøretøy opp i antall som har stoppet i kø og antall som har passert uten å stoppe. Det kan være litt vanskelig å definere hva som er kø, men et enkelt kriterium å holde seg til er at alle kjøretøy med hastighet mindre enn ganghastighet er biler som befinner seg i en kø.

Skjema som er vist på neste side kan benyttes til registreringene. Eksempel på utfylt skjema er vist på siden etter.

Beregning

Midlere forsinkelse finnes ved å multiplisere det totale antall kjøretøyer som har stått i kø med observasjonsintervallet og dividere på antall kjøretøy som har passert i måleperioden. Observasjonsintervallet bør velges slik at omløpstiden i signalanlegg med fast omløpstid ikke er et multiplum av dette.

Antall målinger

Antall målinger som skal utføres er avhengig av hvor sikkert resultatet skal være og hvor stor andel av trafikken som må stoppe. Følgende formel kan benyttes til å beregne antall observasjoner:

$$N = \frac{(1-p) \times X^2}{p \times f^2}$$

hvor:

- N = nødvendig antall observasjoner.
- p = antatt andel kjøretøy som står i kø.
- f = tillatt relativ feil av p.
- X² = chi-square-verdien for ønsket konfidensnivå
X² = 2,71 for 90 % og X² = 3,84 for 95 %

Eksempel:

Hvis man antar at 60 % av trafikken stopper, det tillates en usikkerhet på 10 % på antagelsen og en ønsker et konfidensnivå på 90 %, vil regnestykket se slik ut:

$$N = \frac{(1 - 0,6) \times 2,71}{0,6 \times 0,1^2} = 180$$

Med et observasjonsintervall på 15 sekunder vil det ta om lag 45 minutter å gjennomføre nødvendig antall målinger.

Måling av forsinkelse og stoppandel i trafikksignalanlegg													
Kryss :								Dato :					
Tilfart :								Klokke :					
Felt / trafikkstrøm :								Observatør :					
Observasjonsintervall, t :													
Observasjons tidspunkt nr	Antall kjøretøy i kø ved respektive observasjonstidspunkt										Sum i kø		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1 – 10													
11 – 20													
21 – 30													
31 – 40													
41 – 50													
51 – 60													
61 – 70													
71 – 80													
81 – 90													
91 – 100													
Totalt antall kjøretøy i kø										N			
Antall kjøretøy som passerer under måleperioden										Q			
Antall kjøretøy som stopper										Q _s			
Midlere forsinkelse: $d = \frac{N \times t}{Q} =$ sek / kjt													
Stoppandel: $S = \frac{Q_s \times 100}{Q} =$ %													

Måling av forsinkelse og stoppandel i trafikksignalanlegg											
Kryss : Rv 65 x Grøtvn Tilfart : Grøtvn vest Felt / trafikkstrøm : Rettfrem / høyresving Observasjonsintervall, t : 15 sek						Dato : 04.12.1986 Klokke : 08:00 – 08:15 Observatør : TFo					
Observasjons tidspunkt nr	Antall kjøretøy i kø ved respektive observasjonstidspunkt										Sum i kø
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 – 10	5	7	6	8	4	7	5	8	10	9	69
11 – 20	7	6	8	9	10	8	4	6	5	7	70
21 – 30	8	7	5	5	6	7	6	8	6	7	65
31 – 40	6	6	5	4	8	12	10	9	8	7	75
41 – 50	7	7	8	8	7	6	6	7	8	9	73
51 – 60	8	6	5	9	9	8	6	6	5	8	70
61 – 70											
71 – 80											
81 – 90											
91 – 100											
Totalt antall kjøretøy i kø										N	422
Antall kjøretøy som passerer under måleperioden										Q	673
Antall kjøretøy som stopper										Q _s	501
Midlere forsinkelse: $d = \frac{N \times t}{Q} = 9,4$ sek / kjt											
Stoppandel: $S = \frac{Q_s \times 100}{Q} = 74,4$ %											

Registrering av reisetid - reisetidsmåling

Gjennomføring

Ved reisetidsmålinger kjører observatøren den strekningen som skal registreres og benytter en stoppeklokke til å registrere reisetiden.

Antall observasjoner

Antall observasjoner er avhengig av sikkerheten på resultatet. Følgende formel kan benyttes til å beregne antall nødvendige observasjoner:

$$N = \frac{X^2 \times s^2}{d^2}$$

hvor:

- N = nødvendig antall observasjoner.
- X^2 = chi-square-verdien for ønsket konfidensnivå.
 $X^2 = 2,71$ for 90 % og $X^2 = 3,84$ for 95 %
- s = spredningen i enkeltobservasjonene.
- d = største akseptable avvik i middelveidien til reisetiden

Eksempel:

Forsinkelse på en signalregulert hovedveg gjennom et sentrum skal registreres for å måle effekten av planlagte tiltak. Effekten skal måles som en antatt økning av gjennomsnittshastighetene før og etter tiltakene.

Det er ønskelig med en sikkerhet på 4 km/t og et konfidensnivå på 90 %. For å være på den sikre siden er det antatt en spredning på 10 km/t på observasjonene. Nødvendig antall observasjoner blir da:

$$N = \frac{2,71 \times 10^2}{4^2} = 17$$

Registrering av reisetid - nummerskiltregistrering

En annen måte å registrere reisetid på er nummerskiltskriving. Dette krever en observatør i hver ende av den strekningen som skal observeres. Med grunnlag i synkroniserte klokker skrives bilnummer og passeringstidspunkt.

Metoden krever en del etterarbeid, både manuelt og bruk av dataprogram.

Metoden fanger ikke opp korte stopp underveis på strekningen, og alle reisetider må kontrolleres mot en rimelig maksimal reisetid.



Statens vegvesen

Håndbøker bestilles fra:

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Publikasjonsekspedisjonen
Bok 8142 dep.
0033 Oslo

Tlf. 22 07 35 00
Faks. 22 07 37 68
publvd@vegvesen.no

ISBN 978-82-7207-608-4