

# Trafikksikkerhetsutstyr

Tekniske krav

RETNINGSLINJE

Håndbok R310



### **Statens vegvesens håndbokserie får nye nummer fra 1. juni 2014.**

Håndbøkene i Statens vegvesen er fra juni 2014 inndelt i 10 hovedtema der hvert tema får sin unike 100-nummerserie. Under hvert hovedtema er håndbøkene, som før, gruppert etter normaler, retningslinjer og veiledninger. Håndbøkene får oppdaterte kryssreferanser til de andre håndbøkene i samsvar med det nye nummereringssystemet.

Se håndboksidene ([www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker](http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker)) for mer informasjon om det nye nummereringssystemet og dokument-speil som viser oversikt over nye og gamle nummer.

Det faglige innholdet er uendret. Det er kun håndboknummeret på forsiden og kryssreferanser som er endret. Nye håndboknummer influerer ikke på gyldigheten av separate kravdokumenter, som for eksempel rundskriv, som er tilknyttet håndbøkene med den gamle nummerserien.

Denne håndboken erstatter etter omnummereringen håndbok 062, Trafikksikkerhetsutstyr: tekniske krav, 2011

**Vegdirektoratet, juni 2014**

# Trafikksikkerhetsutstyr

Tekniske krav

## Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok i Statens vegvesens håndbokserie. Vegdirektoratet har ansvaret for utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Denne håndboka finnes kun digitalt (PDF) på Statens vegvesens nettsider, [www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no).

Statens vegvesens håndbøker utgis på to nivåer:

**Nivå 1:** • **Oransje** eller • **grønn** fargekode på omslaget – omfatter *normal* (oransje farge) og *retningslinje* (grønn farge) godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.

**Nivå 2:** • **Blå** fargekode på omslaget – omfatter *veiledning* godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

Tittel på Håndboken Trafikksikkerhetsutstyr -  
Tekniske krav

Nr. R310 i Statens vegvesens håndbokserie

Forsidefoto: Arild Solerød

ISBN: 978-82-7207-633-6

## Forord

Håndbok R310 «Trafikksikkerhetsutstyr» kom ut i ny utgave i 2005. Håndboken fikk da undertittelen «Funksjons- og materialkrav», med hovedvekt på funksjonskravene. Det var for enkelte produktområder vanskelig å skille mellom de ulike krav, og det har i denne reviderte versjonen blitt besluttet å endre undertittelen til «Tekniske krav». Selv om dette er mer dekkende for innholdet er det fortsatt funksjonskravene som er i fokus.

Målet med håndboken er å oppnå riktige og gode produkter langs vegnettet, noe som igjen vil skape et trafikksikkert, funksjonelt og ensartet vegmiljø. En sentral rolle for håndbok R310 er å angi de klassene i de relevante europeiske normalene (EN) som skal benyttes på offentlige veger i Norge.

Målgruppen for håndboken er primært personell som er involvert i planlegging av tiltak og innkjøp av utstyr, samt produsenter. Avhengig av ansvar og arbeidsoppgaver vil det være stor forskjell i bruken av håndboken. Håndboken kan brukes som referansegrunnlag ved utlysning av anbud, ved inngåelse av kontrakter og i forbindelse med opplæring.

Håndbok R310 er planlagt oppdatert kontinuerlig, og gjeldende versjon er tilgjengelig på internett: <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>

Statens vegvesen Vegdirektoratet, desember 2010

Ansvarlig enhet:  
Veg- og transportavdelingen/Trafikkforvaltning

# Innhold

Forord	3
Innhold	4
Innledning	5
Gyldighet, myndighet til å fravike krav	7
Anskaffelse av produkter	7
1 Trafikkskilt	8
2 Variable trafikkskilt	28
3 Trafikksignalanlegg	46
4 Varslings- og sikringsutstyr	70
5 Oppsettingsutstyr	88
6 Vegoppmerking	122

## Innledning

Vegdirektoratet har utarbeidet de foreliggende tekniske krav til trafikksikkerhetsutstyr. Formålet med håndboken er å sikre tilfredsstillende og enhetlig kvalitet på vegnettet. Håndboken er derfor et godt grunnlag både for å planlegge tiltak og for innkjøp av trafikksikkerhetsutstyr. Siden innkjøp av slikt utstyr ofte vil foregå i ulike anskaffelsesprosesser er håndboken delt inn i 6 deler. Dette vil også lette oppdateringen av boka.

Det er viktig å se hver del i sammenheng med relevant lovverk, standarder og andre håndbøker, og henvisninger til dette er gitt i hver enkelt del. I tillegg kan krav til annet utstyr være gitt i egne håndbøker, f eks håndbok N101 «Rekkverk», og håndbok V124 «Teknisk plan-legging av veg- og gatebelysning».

Norge har, gjennom internasjonale avtaler, forpliktet seg til å følge gjeldende europeiske standarder (EN/CEN). Aktuelle standarder framgår av de enkelte deler av denne håndboken.





## Gyldighet, myndighet til å fravike krav

Kravene i håndboken gjelder for utstyr og produkter på riksveger. For andre veger anbefales kravene anvendt.

Retningslinjene kan i særlige tilfeller fravikes. Betydningen av uttrykkene skal, bør og kan, og hvem som har myndighet til å fravike de tekniske kravene framgår av tabellen under. Før rette myndighet godtar å fravike kravene, skal konsekvensene vurderes.

Verb	Betydning	Fravikelse
Skal	Krav	Kan fravikes av Vegdirektøren eller den som gis myndighet i Vegdirektoratet. Fravikelse skal begrunnes. Følgende krav/forhold kan ikke fravikes: - Krav med hjemmel i lover, regelverk og forskrifter - Forhold som er av en slik karakter at de åpenbart ikke vil være gjenstand for diskusjon
Bør	Anbefaling	Kan fravikes av regionvegsjef eller den som gis myndighet i regionen. Fravikelse skal begrunnes.
Kan	Alternativ/ Eksempel	Kan fravikes etter faglig vurdering uten spesielle krav til godkjenningrutiner.

## Anskaffelse av produkter

I kravspesifikasjonen må det stilles klare krav til hvilke produkter som skal anskaffes og hvilken kvalitet som ønskes. For produkter som hører inn under håndbok R310, må det hen-vises til denne. I håndboken står det som regel vist til hvilken klasse i henhold til NS-EN-standarder som ønskes.

Produkter som dekkes av en relevant NS-EN-standard skal være testet og godkjent for skandinavisk klimasone av en godkjent kontrollinstitusjon dersom ikke annet er spesifisert i kravspesifikasjonen. Dokumentasjon skal i så fall kunne framvises.

# 1 Trafikkskilt



<b>1 Trafikkskilt</b>	<b>8</b>
1.1 Generelt	10
1.1.1 Innledning	10
1.1.2 Gyldighet	10
1.1.3 Internasjonale krav	10
1.1.4 Definisjoner og begreper	11
1.2 Skiltfolie	11
1.2.1 Valg av folieklasse	11
1.2.2 Retrorefleksjon	14
1.2.3 Fargekoordinater og luminansfaktorer	16
1.2.4 Fysiske krav	17
1.3 Belyste trafikkskilt	18
1.3.1 Synbarhet	18
1.3.2 Fysiske krav	20
1.4 Etterlysende nødutgangskilt i tunnel- 570.2	21
1.5 Skiltplate	21
1.5.1 Materialkvalitet	21
1.5.2 Overflatebehandling	22
1.5.3 Utforming	22
1.6 Kantstolper	25
1.7 Henvisninger og referanser	26

## 1.1 Generelt

### 1.1.1 Innledning

Statens vegvesen har en 0-visjon, en visjon om et transportsystem som ikke fører til tap av liv eller varig skade. Trafikkskilt er en viktig del av det systemet som skal sikre trafikantene i kryss og på strekninger, og kravene som stilles til deres funksjonelle egenskaper er høye.

Del 1 av håndbok R310 inneholder tekniske krav til permanente og midlertidige trafikkskilt med reflek-terende egenskaper. I utgangspunktet skal alle offentlige trafikkskilt ha reflek-terende egenskaper. Med trafikkskilt menes skilt som har fast budskap og som er mon-tert i faste punkter langs vegnettet. Et trafikkskilt består normalt av selve skiltplaten (alu-minium/refleksfolie/lakk), nødvendige klammer, skiltstolpe/-mast og fundament. Del 1 omhandler selve skiltplaten og tilhørende refleksfolie. Kravene gjelder også for utvendig og innvendig belyste skilt som har reflekterende folie.

Variable trafikkskilt omhandles i håndbokens del 2, mens oppsettings- og festeutstyr behandles i del 5.

Økonomiske hensyn kommer inn i vurderingene når minimumskrav til kvalitet og styrke til materialer som anvendes til trafikkskilt, og deres opphenging skal fastsettes. Kostnader til produksjon og oppsetting må stå i et rimelig forhold til skiltenes levetid, og nødvendig vedlikehold av skiltene må kunne utføres på en rasjonell og effektiv måte. Det innebærer blant annet at de mange komponenter som et skilt består av, må standardiseres.

I den grad det i denne delen er gitt spesifikke materialkrav, er disse basert på dagens teknologi og produksjonsmetoder. Statens vegvesen er imidlertid åpen for nye og mer kostnadseffektive løsninger som har minst tilsvarende kvalitet. Disse må i så fall ha særskilt godkjenning fra Vegdirektoratet.

### 1.1.2 Gyldighet

Kravene i denne håndbokens del 1, gjelder for permanente og midlertidige trafikkskilt som settes opp langs nye og eksisterende veger. Kravene gjelder innenfor produktets garantitid.

Med «produktet» mener vi skiltplate og tilhørende refleksfolie. Garantitiden er 7 år for trafikkskilt med folieklasse 1, 10 år for trafikkskilt med folieklasse 2 og 12 år for trafikkskilt med folieklasse 3. For tekniske krav utover garantitiden vises det til håndbok R610 «Drift og vedlikehold», samt inngåtte kontrakter.

Kravene gjelder for alle riksveger. For andre veger anbefales kravene anvendt.

### 1.1.3 Internasjonale krav

Norge er gjennom internasjonale avtaler pålagt å følge gjeldende europeiske normer. Det er europeisk norm NS-EN 12899 «Faste, vertikale trafikkskilt- Del 1: Faste trafikkskilt» som omhandler tekniske krav til permanente og midlertidige trafikkskilt.

### 1.1.4 Definisjoner og begreper

For at et trafikkskilt skal kunne fylle sin oppgave i trafikken, må det til enhver tid, i dagslys og i mørke, være synbart og lesbart.

- Med synbarhet menes at skiltet må kunne oppdages av trafikantene på tilstrekkelig stor avstand.
- Med lesbarhet menes at skiltets budskap må kunne tolkes på tilstrekkelig lang avstand.

Synbarhet forutsetter at skiltet som helhet har en viss luminans (lyshet) og en kontrast i forhold til omgivelsene. Lesbarhet krever også luminans, og dessuten at skiltets symbol har tilstrekkelig kontrast mot selve skiltflaten.

Problemet med synbarhet og lesbarhet er størst i nattsituasjonen fordi eneste lyskilden da ofte er bilens egne lyskastere. Dette problemet imøtekommes ved at man belegger skiltplaten med en reflekterende folie, enten alene eller i kombinasjon med belysning. Trafikkskilt kan være utvendig eller innvendig belyst. Utvendig belyste skilt er vanlige skilt med reflekterende folie, som har en ekstern lyskilde. Innvendig belyste skilt kan være både med og uten reflekterende folie.

I det følgende er en del sentrale begrep og uttrykk forklart:

<b>Luminans:</b>	Luminans er et mål på hvor lys en flate er (skiltoverflate). Måleenheten for luminans er $\text{cd}/\text{m}^2$
<b>Retrorefleksjon:</b>	Skiltfoliens evne til å reflektere lyset fra billyktene tilbake til føreren.
<b>Retrorefleksjonskoeffisient:</b>	Mål på skiltfoliens synbarhet i mørke. Måleenheten for retrorefleksjonskoeffisienten $R'$ er $\text{cd}/\text{lx}/\text{m}^2$ .
<b>Fargekoordinater:</b>	Skiltfoliens farge angis som fargekoordinater $x, y$ i CIE-fargesystemet.
<b>Luminansfaktor:</b>	Luminansfaktoren angir materialets evne til å reflektere lys i forhold til en perfekt diffus reflektor, belyst og observert under samme forhold. En perfekt diffus reflektor har verdien 1,0.

## 1.2 Skiltfolie

### 1.2.1 Valg av folieklasse

Alle trafikkskilt skal være retroreflekterende (med unntak av skilt 570.2). Refleksfolier for norske trafikkskilt deles i dag inn i tre klasser. Disse klassene er bestemt ut fra foliens reflekterende egenskaper. Det er viktig å presisere at de lystekniske egenskapene til retroreflekterende folie i utgangspunktet ikke er knyttet opp mot bestemte produkter eller produksjonsmåter. Figur 1.1 viser de tre klassene som benyttes og typiske retrorefleksjonsverdier for nye trafikkskilt (ved levering) med hvit folie i de ulike klassene.

Klasse	Typiske R' verdier (hvit folie)
Klasse 1	90
Klasse 2	230
Klasse 3	370–700

Figur 1.1 Klasser for reflekterende skiltfolie. R'-verdiene forutsettes målt med observasjonsvinkel 0,33° og innfallsvinkel 5°.

Det kan imidlertid forventes en produktutvikling som kan gjøre det mulig å velge mellom ulike luminansnivå uavhengig av produksjonsmetode. Pr. 2010 kan en få klasse 1 som glassperler i plast eller mikroprismer, klasse 2 kan fås i glassperler i luft eller mikroprismer, mens klasse 3 kun fås som mikroprismer.

Kravene i fig. 1.2 (tabell neste side) gjelder for valg av klasse for retroreflekterende folie for trafikkskilt med fast budskap, men gjelder også for skilt med variabelt budskap som er utført med retroreflekterende folie.

Systemet er bygd opp rundt skiltgrupper og to omgivelsestyper. Krav til valg av folieklasse framgår av fig 1.2. Figuren angir hvilke skiltgrupper som skal være av klasse 1, klasse 2 eller klasse 3 i de to ulike omgivelsestypene. Det presiseres at definisjonen av type omgivelser knytter seg til bebyggelsens karakter, og vegbelysning har ingen innvirkning ved fastlegging av omgivelsestypen. F. eks. vil en vegstrekning med spredt bebyggelse per definisjon være landlig selv om det er vegbelysning på strekningen.

Alle midlertidige trafikkskilt brukt til arbeidsvarsling skal ha folieklasse 3. Det stilles de samme tekniske krav til slike trafikkskilt som til permanente trafikkskilt.

Husk:

- Trafikkskilt montert på samme stolpe og som gjelder for samme kjøreretning skal ha samme folieklasse. Det er den mest høyklassige folien i skiltmontasjen som skal benyttes

Skiltgruppe	Type omgivelser	
	Landlig	Tettbygd/ bygater
Alle skiltgrupper: - Sideplasserte skilt (som ikke er belyst) der tekst eller symboler kommer høyere enn 3,5 m over kjørebanelen - Overhengende skilt som ikke er belyst	Klasse 3	Klasse 3
	Klasse 3	Klasse 3
Fareskilt (generelt): - vegarbeid (110), avstand til gangfelt (140)	Klasse 2	Klasse 2
	Klasse 3	Klasse 3
Vikeplikt- og forkjørvegskilt, - skiltene 202, 204, 210, 212	Klasse 2	Klasse 2
Vikeplikt- og forkjørvegskilt, - skiltene 206, 208, 214	Klasse 1	Klasse 2
Forbudsskilt (generelt): - skilt 334 (forbikj.forbud), 362 (fartsgr.) - skilt 302 (innkjøring forbudt)	Klasse 1	Klasse 2
	Klasse 1	Klasse 2
	Klasse 2	Klasse 2
Påbudsskilt (generelt): - på trafikkøyer	Klasse 1	Klasse 1
	Klasse 3	Klasse 3
Opplysningsskilt (generelt): - gangfeltskilt (516)	Klasse 1	Klasse 1
	Klasse 3	Klasse 3
Serviceskilt	Klasse 1	Klasse 1
Vegvisningsskilt	Klasse 1	Klasse 2
Underskilt: Refleksklasse som hovedskiltet	-	-
Markeringsskilt - bakgrunnsmarkering (902) og retningsmarkering (904)	Klasse 3	Klasse 3
	Klasse 2	Klasse 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• På flerfeltsveger i bystrøk (med konkurrerende lyskilder) med høyt fartsnivå bør det benyttes høyere klasse enn tabellen over krever (dvs. klasse 2 eller 3)</li> <li>• I landlige omgivelser kan det på veger med ÅDT &gt; 8000 benyttes en høyere folieklasse enn tabellen over krever</li> <li>• Tunneler: <ul style="list-style-type: none"> <li>- I belyste tunneler skal alle skilt unntatt markeringsskilt være innvendig belyst (unntatt skilt 570.2 som skal være etterlysende)</li> <li>- I tunneler uten belysning skal det benyttes folie i klasse 3</li> </ul> </li> </ul>		

Figur 1.2 Krav til valg av refleksfolie (folieklasse) for trafikkskilt.

### 1.2.2 Retrorefleksjon

Det er i de følgende tabeller gitt krav til retrorefleksjon for de enkelte folieklassene;

- klasse 1
- klasse 2
- klasse 3

De målte verdier skal ikke være mindre enn de verdier som er spesifisert i de respektive tabeller, og for hver farge ved forskjellige innfalls- og observasjonsvinkler.

Målingene skal gjennomføres på rene tørre folier.

Målinger skal gjennomføres med instrument som tilfredsstillende spesifikasjoner gitt i NS-EN 12899-1, med tilhørende referanser. Retrorefleksjon beregnes etter følgende formel:

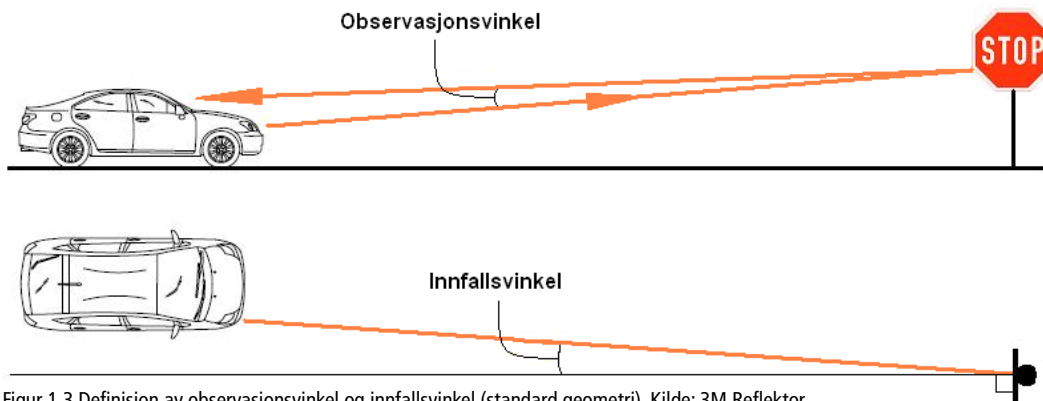
$$R' = I/E \text{ (cd/lx/m}^2\text{)}$$

$R'$  = Retrorefleksjonskoeffisient

$I$  = Lysmengden som reflekteres fra 1 m<sup>2</sup> av prøven som testes, målt i Candela (cd)

$E$  = Belysningsstyrken som faller inn mot testflaten målt i lux (lx)

En normal måling utføres med observasjonsvinkel 0,33° og innfallsvinkel 5° (standard geometri). Se følgende figurer:



Figur 1.3 Definisjon av observasjonsvinkel og innfallsvinkel (standard geometri). Kilde: 3M Reflektor.

Følgende minstekrav gjelder innenfor garantitiden. Den skraverte linjen i tabellene angir måleverdier med instrument med standard geometri. De tre følgende tabellene, fig. 1.4-1.6, gjelder for henholdsvis klassene 1, 2 og 3:



		NS-EN 12899-1 Class Ref 1 (cd/lx/m <sup>2</sup> )						
Observ.-vinkel $\alpha$	Innfalls-vinkel $\beta$	Hvit	Gul	Rød	Grønn	Blå	Brun	Oransje
0,2° (12')	5°	70	50	14,5	9	4	1	25
	30°	30	22	6	3,5	1,7	0,3	10
	40°	10	7	2	1,5	0,5	#	2,2
0,33° (20')	5°	<b>50</b>	<b>35</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0,6</b>	<b>20</b>
	30°	24	16	4	3	1	0,2	8
	40°	9	6	1,8	1,2	0,4	#	2,2
2°	5°	5	3	1	0,5	#	#	1,2
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	#	#	0,5
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	#	#	#

Figur 1.4 Minste retrorefleksjonskoeffisient R' for folie i klasse 1. # indikerer verdi større enn null.

		NS-EN 12899-1 Class Ref 1 (cd/lx/m <sup>2</sup> )						
Observ.-vinkel $\alpha$	Innfalls-vinkel $\beta$	Hvit	Gul	Rød	Grønn	Blå	Brun	Oransje
0,2° (12')	5°	250	170	45	45	20	12	100
	30°	150	100	25	25	11	8,5	60
	40°	110	70	15	12	8	5	29
0,33° (20')	5°	<b>180</b>	<b>120</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>65</b>
	30°	100	70	14	12	8	5	40
	40°	95	60	13	11	7	3	20
2°	5°	5	3	1	0,5	0,2	0,2	1,5
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	#	#	1
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	#	#	#

Figur 1.5 Minste retrorefleksjonskoeffisient R' for folie i klasse 2. # indikerer verdi større enn null.

		DIN 67520:2008-11 (cd/lx/m <sup>2</sup> )						
Observ.-vinkel $\alpha$	Innfalls-vinkel $\beta$	Hvit	Gul	Rød	Blå	Grønn	Fluoresc. gulgrønn	Fluoresc. oransje
0,33° (20')	5°	<b>300</b>	<b>195</b>	<b>60</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>240</b>	<b>90</b>
	30°	165	110	33	11	17	130	30
1,5°	5°	15	10	3	1	1,5	12	4,5
	30°	9	6	2	-	-	7	2,5

Figur 1.6 Minste retrorefleksjonskoeffisient R' for folie i klasse 3 (klasse RA3B). Disse skal oppfylles.

### 1.2.3 Fargekoordinater og luminansfaktorer

De følgende tabellene gir krav til luminansfaktor og fargekoordinater for ulike farger og folieklasser.

Alle refleksmaterialer som benyttes til trafikkskilt skal fylle disse kravene.

Målinger skal gjennomføres med instrument som tilfredsstiller spesifikasjoner gitt i NS-EN 12899-1, med tilhørende referanser. De kromatiske verdiene (fargekoordinatene) skal ligge innenfor de hjørnepunktene som er angitt i Figur 1.8- 1.10.

NS-EN 12899-1				
Farger	Folier i klasse 1		Folier i klasse 2 og 3	
	Min	Max	Min	Max
Hvit	0,35	-	0,27	-
Gul	0,27	-	0,16	-
Oransje	0,17	-	0,14	-
Rød	0,05	-	0,03	-
Blå	0,01	-	0,01	-
Grønn	0,04	-	0,03	-
Brun	0,03	0,09	0,03	0,09
Fluorescerende gulgrønn	-	-	0,50	-
Fluorescerende oransje	-	-	0,20	-

Figur 1.7 Krav til luminansfaktor i dagslys for skiltfolier i klasse 1, 2 og 3.

NS-EN 12899-1 Class CR1								
Farger	Punkt 1		Punkt 2		Punkt 3		Punkt 4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Hvit	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375
Gul	0,522	0,477	0,470	0,440	0,427	0,483	0,465	0,534
Oransje	0,610	0,390	0,535	0,375	0,506	0,404	0,570	0,429
Rød	0,735	0,265	0,674	0,236	0,569	0,341	0,655	0,345
Blå	0,078	0,171	0,150	0,220	0,210	0,160	0,137	0,038
Grønn	0,007	0,703	0,248	0,409	0,177	0,362	0,026	0,399
Brun	0,455	0,397	0,523	0,429	0,479	0,373	0,558	0,394

Figur 1.8 Fargekoordinater i dagslys for skiltfolier i klasse 1.

NS-EN 12899-1 Class CR2								
Farger	Punkt 1		Punkt 2		Punkt 3		Punkt 4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Hvit	0,305	0,315	0,335	0,345	0,325	0,355	0,295	0,325
Gul	0,494	0,505	0,470	0,480	0,513	0,437	0,545	0,454
Rød	0,735	0,265	0,700	0,250	0,610	0,340	0,660	0,340
Blå	0,130	0,090	0,160	0,090	0,160	0,140	0,130	0,140
Grønn	0,110	0,415	0,170	0,415	0,170	0,500	0,110	0,500
Brun	0,455	0,397	0,523	0,429	0,479	0,373	0,558	0,394

Figur 1.9 Fargekoordinater i dagslys for skiltfolier i klasse 2 og klasse 3.

Kravene til fluorescerende produkter betinger at testingen utføres iht. metode beskrevet i CIE-publikasjon «15.2 Colourimetry- 1986» (45/0-geometri).

CUAP 2002								
Farger	Punkt 1		Punkt 2		Punkt 3		Punkt 4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Fluorescerende gulgrønn	0,387	0,610	0,460	0,540	0,438	0,508	0,376	0,568
Fluorescerende oransje	0,595	0,351	0,645	0,355	0,570	0,429	0,531	0,414

Figur 1.10 Fargekoordinater i dagslys for skiltfolier med fluorescerende farger (klasse 3).

#### 1.2.4 Fysiske krav

Lysreflekterende flater skal være helt dekket av lysreflekterende materiale. Refleksmaterialer skal i farge ikke avvike merkbart fra de aktuelle standardfarger enten de ses i dagslys eller er belyst av billykter i mørke.

Hvis refleksmateriale av samme farge må pålegges i flere deler, skal det ikke forekomme fargenyanseskjeller mellom delene.

Ensidige skilt skal ha ensfarget, nøytral bakside, vanligvis grå. Annen baksidefarge kan benyttes når fargen inngår i en felles fargesetting for skilt, stolper og fester på en vegstrekning eller i et område.



Figur 1.11 Eksempel på uheldige fargenyanser.

## 1.3 Belyste trafikkskilt

### 1.3.1 Synbarhet

Når billyktene ikke er en tilstrekkelig lyskilde til å gi trafikkskilt med vanlig refleksfolie nødvendig luminans, benyttes belyste trafikkskilt. Innvendig eller utvendig belysning brukes bl.a. når skiltene henger over kjørebanelen og for andre skilt som vurderes spesielt viktige. For eksempel der hvor det er vanskelig å få god synbarhet med vanlig skiltfolie og der hvor konsekvensene ved å overse skiltet er store.

I belyste tunneler skal alle trafikkskilt unntatt markeringsskilt (folieklasse 3) og 570.2 (etterlysende) være innvendig belyste. Markeringsskiltet 912 «Avkjøringsmarkering» brukt i belyst tunnel, bør belyses.

### Luminansnivå

Avhengig av omgivelsestype skal innvendig belyste trafikkskilt oppfylle minimumskravene i tabellen under.

- For landlige omgivelser i tettbygde strøk, samt tunneler, skal det minimum benyttes klasse L1.
- I bygater og omgivelser med sterke konkurrerende lyskilder, benyttes klasse L2.

Det er viktig at man også dimensjonerer for at effekten kan reduseres i lyskildens levetid, samt at skiltene smusses ned. Nyverdien bør derfor ligge mot øvre grense, og nivået skal aldri under minimumsverdien i skiltets levetid.

Farge	NS-EN 12899-1 cd/m <sup>2</sup>	
	Klasse L1	Klasse L2
Hvit	$40 \leq L \leq 150$	$150 \leq L \leq 300$
Gul	$30 \leq L \leq 100$	$100 \leq L \leq 300$
Rød	$6 \leq L \leq 20$	$20 \leq L \leq 50$
Blå	$4 \leq L \leq 10$	$10 \leq L \leq 40$
Grønn	$8 \leq L \leq 20$	$20 \leq L \leq 70$
Brun	$4 \leq L \leq 10$	$10 \leq L \leq 40$

Figur 1.12 Luminansklasser for innvendig belyste skilt.

Måling av luminans utføres i henhold til beskrivelse gitt i NS-EN 12899-1.

Utvendig belyste trafikkskilt skal ha en nominell middelbelysningsstyrke på minst 450 lux.

### Luminanskontrast

Luminanskontrasten K uttrykker forholdet mellom luminansnivå for ulike kontrastfarger.

For fargene blå, rød, grønn og brun skal forholdet i luminans til hvit bakgrunn være (både for utvendig og innvendig belyste trafikkskilt):

$$5 \leq K \leq 15$$

### Luminansjevnhet

Jevnhet i luminansnivået uttrykker variasjonen i luminansnivået over hele skiltflaten for en og samme farge.

NS-EN Klasse	Skiltets høyde (m)	Maks forholdstall
U1	Over 3 m	1/10
U2	1–3 m	1/6
U3	Under 1 m	1/3

Figur 1.13 Krav til luminansjevnhet, belyste trafikkskilt.

For utvendig belyste trafikkskilt gjelder kravet i henhold til klasse U2, dvs. den minimale belysningsstyrken på skiltplaten skal være minst 1/6 av den maksimale.



Figur 1.14 Eksempler på innvendig belyste trafikkskilt med dårlig luminansjevnhet.

### 1.3.2 Fysiske krav

Den komplette konstruksjonen (ytre kapsling, opphengsutstyr, dørhengsler, lukke- og låsemekanismer, utstyr innenfor kapslingen) skal tilpasses det klima, bruks- og vedlikeholdsmønster den vil være utsatt for, slik at alle krav til funksjoner kan forventes tilfredsstillt i levetiden.

Innvendig belyste skilt skal minimum ha IP-klasse 55 (ref. NEK-EN 60529), men høyere klasse kan vurderes i hvert tilfelle avhengig av omgivelsene skiltet skal stå i, eksempelvis tunnel.

## 1.4 Etterlysende nødutgangskilt i tunnel- 570.2

Under normale forhold er skilt 570.2 belyst av tunnelbelysningen, men ved bortfall av tunnelbelysningen skal skiltene selv lyse godt nok i en lengre periode.

Etterlysende skilt er avhengig av belysning for å kunne fungere i en nødssituasjon. Kravet til belysning av etterlysende skilt er normalt 25 lux med 3000 Kelvin lysstoffrør. Belysningen i enkelte tunneler vil kunne være lavere enn 25 lux, men selv med lavere belysning skal de etterlysende skiltene tilfredsstillende kravene til luminans som er beskrevet nedenfor. For å kontrollere luxverdiene brukes et kalibrert luxmeter som plasseres flatt på tunnelveggen (1,5 meters høyde), og verdier avleses.

Det er viktig at man dimensjonerer for at luminanseffekten kan reduseres som følge av at skiltene nedsmusses over tid. Luminansverdiene som kreves vil derfor reflektere dette, og verdiene etter installasjon bør derfor ligge mot øvre grense og nivået skal aldri under minimumsverdien i skiltets levetid. Følgende luminansverdier for etterlysende skilt kreves:

Nyverdi etter installasjon i normal tunnelbelysning:

Etter 60 minutter: 15 mcd/m<sup>2</sup>

Minimumsverdi i levetiden:

Etter 60 minutter: 10 mcd/m<sup>2</sup>

Dersom det er behov for en kontrollmåling av skilt i tunnelen, skal dette utføres etter installasjon i henhold til beskrivelse gitt i NS 3926:2009.



## 1.5 Skiltplate

### 1.5.1 Materialkvalitet

Standardskilt skal normalt utføres av aluminiumsplater av kvalitet 5052/ 5754, mens for ekstruderte profiler benyttes normalt kvalitet 6063/ 6061.

Andre kvaliteter og materialer kan brukes forutsatt at de har en kvalitet tilsvarende den som er angitt for aluminium, men da etter godkjenning fra Vegdirektoratet. Vegdirektora-

tet har fått utført sammenliknede prøver med resirkulert aluminium av kvalitet 3003 og 3015 H 18, og godkjenner disse for standard trafikkskilt.

#### **Skilt 570.2 Etterlysende nødutgangskilt i tunnel**

For trafikkskilt 570.2 som kan monteres flatt på tunnelvegg, på dør, ved eller over dør, skal det benyttes saltvannsbestandig aluminium med etterlysende materiale. Symbol skal være trykket på og dekket med en beskyttelseslakk. Skiltene må kunne tåle rengjøring i henhold til normale prosedyrer. Tykkelse på skilt kan være 1,0–1,2 mm.

Der hvor skiltene skal monteres ut fra tunnelvegg eller foretrekkes av andre årsaker, anbefales det benyttet syrefast rustfritt stål (SS 304), med etterlysende materiale og symbol trykket på og dekket med en beskyttelseslakk. Skiltene må kunne tåle rengjøring i henhold til normale prosedyrer. Tykkelse på skilt kan være 0,5–0,8 mm.

Den komplette konstruksjonen (skiltet, festesystem etc.) skal tilpasses det klima, bruks- og vedlikeholdsmønster den vil være utsatt for, slik at alle krav til funksjoner kan forventes tilfredstilt i levetiden. Etterlysende skilt skal ikke kunne avgi giftige stoffer ved brann og heller ikke kunne bidra til brann.

#### **1.5.2 Overflatebehandling**

Skiltplaten må overflatebehandles på en slik måte at skiltets forventede levetid overholdes. Det må sikres en god vedheft mellom plate og folie. Anvendte metoder er eksempelvis kromatisering, klarlakk og eloksering/anodisering. Helse- og miljøfarlige stoffer skal ikke anvendes.

#### **1.5.3 Utforming**

Spisse hjørner på plane plater eller på den side av flensen som vender bort fra trafikkskiltet skal avrundes med radius minst lik 20 mm. Avrundede hjørner er særlig viktig i områder hvor fotgjengere og syklister ferdes.

På skilt med flere paneler (ekstruderte profiler) skal det være påmontert kantlister.

Platetykkelsen i mm for ulike skilt og skiltgrupper er gitt i figuren på neste side hvor det også er angitt om skiltene skal utføres i VD-profil. Flere skilt kan utføres i VD-profil.



Skilt nr	Skilt størrelse CR1			VD profil
	LS	MS	SS	
	Tykkelse mm			
100–156 * <sup>1)</sup>	2,5	3,0	3,0	
136			3,0	
138		6,0		
202	2,5	3,0	3,0	
204		3,0		
206–208	3,0	3,0		
210	2,5	3,0	3,0	
212	2,5	3,0		
214		3,0		
302–364	2,5	3,0	3,0	
366–368		3,0		
370–372	2,5	3,0		
376–378		3,0		
402–406	2,5	3,0	3,0	
502–505		3,0	3,0	x
508–511	3,0	3,0		x
512–514 <sup>2)</sup>		3,0		
516	3,0	3,0		
518–522		3,0		
524–528		3,0		
530–539		3,0	3,0	x
540–550		3,0		
552 <sup>3)</sup>	3,0			
555		3,0	3,0	x
556–558	3,0	3,0		x
560		3,0		x
570	3,0	3,0	3,0	
601–637	3,0	3,0	3,0	x
701				x
703				x
705				x
707				x
709				x
711				x
713 <sup>4)</sup>				x
715				x
717				x

Skilt nr	Skilt størrelse CR1			VD profil
	LS	MS	SS	
	Tykkelse mm			
719				x
723.11–723.16		3,0		
723.21–723.22		3,0		
723.31–723.41		3,0		
723.51–723.66		3,0		
723.71–723.73		3,0		
725				x
727				x
729	4,0	4,0		
731–745				x
749	4,0	6,0		x
751	4,0	6,0		x
753	3,0	3,0	3,0	
755	3,0	3,0	3,0	
757	3,0	3,0	3,0	
802–808	3,0	3,0	3,0	x
810	3,0	3,0	3,0	x
812		3,0	3,0	x
813	3,0	3,0	3,0	x
814–816	3,0	3,0		x
817	3,0	3,0	3,0	x
822	3,0	3,0		x
824		3,0	3,0	x
826	3,0	3,0		
828		3,0		
829	3,0			
831	3,0			
834	3,0	3,0		
902		3,0		x
904	3,0	3,0		x
906 <sup>5)</sup>	3,0	3,0		
908		3,0		x
912		3,0	3,0	x
914 <sup>6)</sup>		3,0		
916	3,0	3,0		
930		3,0		x

Figur 1.15 Platetykkelser i mm og krav til VD-profil

<sup>1)</sup> Unntatt 136 og 138 <sup>2)</sup> Symbol på begge sider <sup>3)</sup> Kan ha symbol på begge sider <sup>4)</sup> Unntatt vegviserfløy <sup>5)</sup> US: 3,0 mm

<sup>6)</sup> En vertikal flens på høyre kant på høyre markeringskilt, sett i kjøretretningen

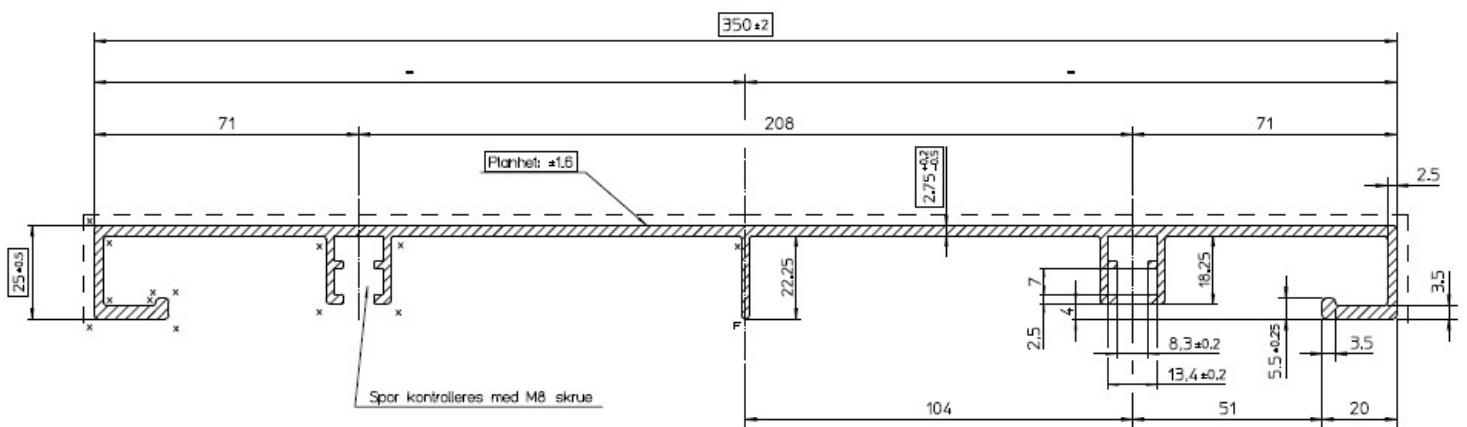
**Trafikkskilt av profilerte plater (ekstruderte profiler)**

Trafikkskilt kan etter nærmere godkjenning av Vegdirektoratet også lages av spesielt formede aluminiumsplater. Når skilt bygges opp av ekstruderte profiler må godstykkelse og profilets utforming minst tilfredsstillende de krav til styrke som gjelder for skilt laget av ordinære plater og krav som gjelder for stolper, støtter og fester.



Figur 1.16 VD-profil.

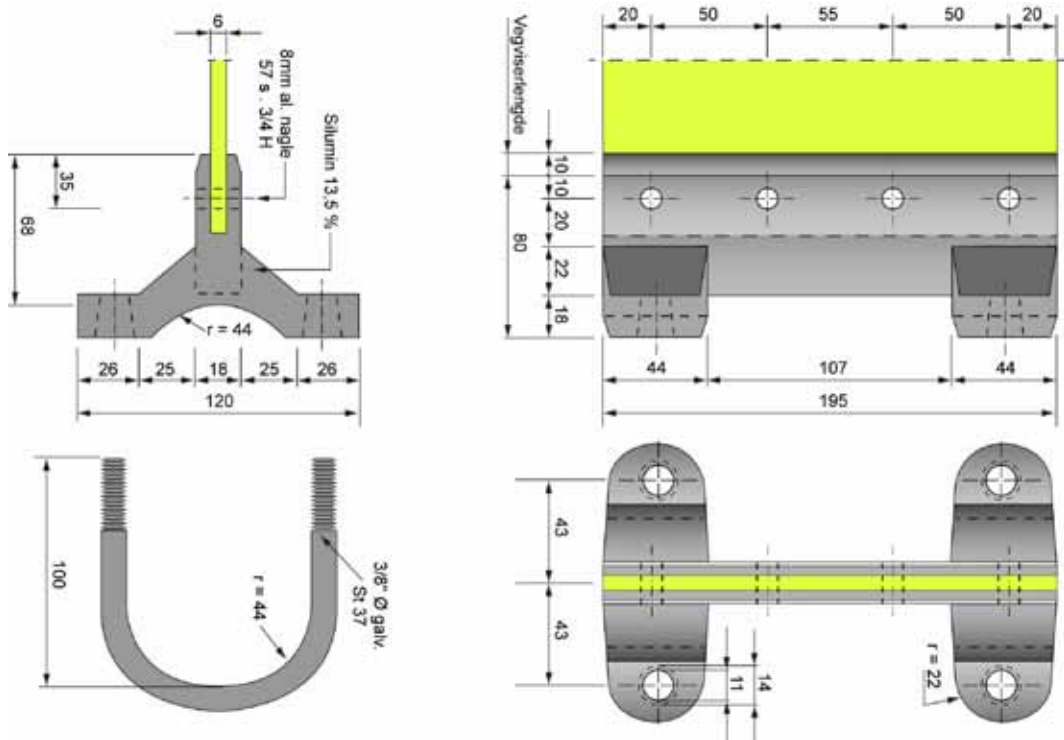
For å sikre en standardisering av festeutstyr etc. skal skilt av denne typen utformes med VD-profil dersom ikke annet er angitt.



Figur 1.17 VD-profil, her bredde 350 mm.

### Skilt 722, vegviserfløy

Vegviserfløyer skal leveres komplett med innfestingsanordning og 2 stk. bøyler, som vist i eksempelet nedenfor. Bøyler 10 mm galvanisert stål i henhold til NS-EN ISO 1461, i kvalitet ST37.



Figur 1.18 Eksempel på innfestingsanordning av vegviserfløy.

## 1.6 Kantstolper

Kantstolper skal være ettergivende og skal i størst mulig grad være motstandsdyktig mot snøbrøyting.

Dersom kantstolpen er av plast skal plasten være UV-stabilisert.

På kantstolper skal det være hvit refleksfolie av klasse 3 (mikroprismatisk folie). Minimum retrorefleksjonskoeffisient skal være  $300 \text{ cd/lx/m}^2$ . Verdien gjelder ved en observasjonsvinkel på  $0,33^\circ$  ( $20'$ ) og en innfallsvinkel på  $5^\circ$ .

## 1.7 Henvisninger og referanser

- Håndbok N300 Trafikkskilt del 1-5, Vegdirektoratet 2007/08
- Håndbok V320 Planlegging og oppsetting av trafikkskilt
- Håndbok R610 - Vedlikeholdsstandarden, Vegdirektoratet 2003
- Temahefte til Håndbok – R610, Vegdirektoratet 2003
- NS-EN 12899-1 Faste trafikkskilt - Del 1: Skilt/Fixed, vertical road traffic signs - Part 1 Fixed signs, 2007
- CIE 15.2, Colorimetry
- CIE 54, Retroreflection definition and measurement
- NEK-EN 60529 IP-Code
- Common Understanding of Assessment Procedure (CUAP)- juni 2002
- DIN 67520- November 2008
- Standard Norges websider: [standard.no](http://standard.no)
- 3M «Reflektor»



## 2 Variable trafikkskilt



<b>2 Variable trafikkskilt</b>	<b>28</b>
2.1 Generelt	30
2.1.1 Innledning	30
2.1.2 Gyldighet	30
2.1.3 Internasjonale krav	30
2.1.4 Definisjoner og begreper	30
2.2 Felles krav	31
2.2.1 Elektromateriell	33
2.2.2 Frontskjerm	34
2.3 Styreskap	34
2.3.1 Skapet	34
2.3.2 Utstyr i skapet	35
2.4 Billedpunktskilt	36
2.4.1 Ulike typer	36
2.4.2 Synbarhetskrav	37
2.4.3 Fysiske krav	40
2.5 Kontinuerlige skilt	41
2.5.1 Ulike typer	41
2.5.2 Synbarhetskrav	43
2.6 Henvisninger og referanser	44

## 2.1 Generelt

### 2.1.1 Innledning

Statens vegvesen har en 0-visjon, en visjon om et transportsystem som ikke fører til tap av liv eller varig skade. Trafikkskilt er en viktig del av det systemet som skal sikre trafikantene i kryss og på strekninger, og kravene som stilles til deres funksjonelle egenskaper er høye. Del 2 av håndbok R310 inneholder tekniske krav for variable trafikkskilt og tilhørende utstyr. Begrepene er definert i kap. 2.1.4. Denne del av håndboken må også sees i sammenheng med håndbøkene N300 «Trafikkskilt» og V321 «Bruk av variable trafikkskilt».

### 2.1.2 Gyldighet

Kravene i denne håndbokens del 2 gjelder for variable trafikkskilt som settes opp langs nye og eksisterende veger. Kravene gjelder innenfor produktets garantitid. For tekniske krav utover garantitiden vises det til håndbok 111 «Drift og vedlikehold».

### 2.1.3 Internasjonale krav

Det er europeisk standard NS-EN 12966 «Trafikkskilt - Skilt med variable meldinger - Part 1: Produktstandard» som omhandler tekniske krav til variable skilt. Der hvor det er konflikt mellom kravene i standarden og denne håndboken, gjøres håndboken gjeldende. Alt elektromateriell skal være utført i henhold til europeiske harmoniseringsstandarder (CENELEC) og godkjent av europeisk prøveanstalt. Elektromateriell skal tilfredsstillere kravene til EMC i henhold til NS-EN 50293.

### 2.1.4 Definisjoner og begreper

Følgende definisjoner gjøres generelt gjeldende for alle typer variable trafikkskilt, samt for alt teknisk utstyr (styreskap, opphengsutstyr etc.) forbundet med de forskjellige variable skilttypene.

Billedpunktskilt:	Et variabelt trafikkskilt som endrer budskap ved hjelp av enkeltelementer som kan være i en av flere tilstander, og slik kan kreere varierende budskap på samme skiltframside. Eksempel: LED- skilt.
Budskap:	En konfigurasjon bestående av symboler og/eller tekst.
Ekvivalent overflate:	Den tilsynelatende overflaten av et lysende element når det betraktes fra en viss avstand.
Fantomeffekt:	Reflektert sollys kan medvirke til at budskapet til et billedpunktskilt kan synes, selv om skiltet er avslått.
Frontpanel:	Den synbare delen av et skilt bestående av skiltframside og bakgrunnsskjerm når denne er integrert i fronten av det variable skiltet.
Frontskjerm:	Enhver gjennomiktig del i frontpanelet som beskytter hele eller deler av skiltet mot vann, støv m.v.



Fullmatriseskilt:	Et variabelt skilt der en eller flere matriser dekker hele skiltframsiden og tekstbudskapet er fritt programmerbart.
Kontinuerlige skilt:	Et variabelt trafikkskilt som er likt et fast trafikkskilt, men som kan vise ulike budskap ved hjelp av en elektromekanisk anordning. Eksempel: prismeskilt.
Luminans:	Mål i SI-systemet for hvor mye lys en overflate sender ut (cd/m <sup>2</sup> ).
Luminansforhold:	Forholdet mellom luminansen i påslått tilstand sammenlignet med den i avslått tilstand: $LR = (L_{p\ddot{a}} - L_{av}) / L_{av}$ .
Matrise:	Et rutenett med elementenes midtpunkter i skjæringspunktene. En matrise kan dekke hele eller deler av skiltet. X- og Y-aksene kan være vinkelrette.
OPC:	Står opprinnelig for <b>O</b> bject <b>L</b> inking and <b>E</b> mbedding for <b>P</b> rocess <b>C</b> ontrol, og med uttrykket menes å oppnå en åpen tilkoblingsbarhet via åpne standarder.
Prismeskilt:	Variabelt skilt hvor budskapet på skiltet varieres ved rotasjon av nødvendig antall prizmer, hvor hver prismeside har forskjellig budskap.
Skiltframsiden:	Den synlige delen av et variabelt skilt som inneholder et budskap.
Skiltkasse:	Fysisk innkapsling av et variabelt skilt.
Styreapparat:	Enhet for styring og overvåkning av ett eller flere variable skilt, samt tilhørende skiltlys og blinklys.
Styreskap:	Skapet/kabinettet som rommer styreapparatet.
Utforming:	Det fysiske arrangementet av bokstaver (tekst) og symboler på skiltframsiden.
Variabelt trafikkskilt:	Et trafikkskilt som kan vise et antall budskap som kan endres eller bli slått av eller på ved behov.

## 2.2 Felles krav

Følgende krav gjøres generelt gjeldende for alle typer variable skilt, samt for alt teknisk utstyr (styreskap, opphengsutstyr etc.) forbundet med de forskjellige variable skilttypene.

Den komplette konstruksjonen (ytre kapsling, opphengsutstyr, dørhengsler, lukke- og låsesystemer, utstyr innenfor kapslingen) skal tilpasses det klima, bruks- og vedlikeholdsmønster den vil være utsatt for, slik at alle krav til funksjoner kan forventes å være tilfredsstillt i **minimum 20 år**.

Ved valg av materialkvaliteter skal korrosjonsproblematikken tas hensyn til. Valg av materiale skal gjøres med hensyn på de aktuelle klimaforholdene. Valg av montasjeutstyrets (braketter, skinner, plater, bolter etc.) materialkvalitet skal gjøres på bakgrunn av materialkjennskap også til den konstruksjon utstyret skal monteres på, slik at korrosjon unngås.

Ved valg av løsninger skal det legges vekt på

- at utstyret er utført for rasjonell montasje og implementering,
- lave drifts- og vedlikeholdskostnader,

- at feilsøking og modifikasjoner kan utføres rasjonelt og uten unødvendig hinder for trafikken,
- åpenhet (leverandøruavhengighet)
- mulighet for kommunikasjon med VTS innenfor eksisterende systemer.

Det skal sørges for god og sikker elektrisk forbindelse til den konstruksjon utstyret skal monteres på, der hvor denne konstruksjonen kan være elektrisk ledende.

Utstyret skal være forberedt slik at montasje kan gjøres rasjonelt og uten forringelse av kapslingsgrad og eventuell korrosjonsbeskyttelse.

Alle festedetaljer skal være tilpasset mastetyper/konstruksjonen utstyret skal monteres på. Variable skilt skal utstyres med løfteører slik at montering/demontering kan gjøres enkelt.

Skilt skal kunne innfestes på standard stolper/master, portaler eller tunnelvegg. Styreapparatet skal plasseres utenfor skilt og mast.

Atkomsten til varmeelement, motorer etc. skal være mulig uten at demontering av andre elementer er nødvendig.

Lykter for signal nummer 1098 (gult blinksignal) og 1094 (rødt stoppblinksignal) tilhørende variable skilt skal være plassert over budskapet. Disse kan være en integrert del av skiltkassen.

Skiltflater uten informasjon som skiltbaksider, skiltkasser, rammer og festeutstyr skal, hvis ikke annet er spesifisert, ha en nøytral farge. Utførelse skal godkjennes av vegholder før produksjon.

Avledning av vann fra skiltets overside skal foregå slik at det ikke renner over skiltframsiden.

Overhengende skilt skal være utformet slik at istapper ikke kan dannes under skiltkassen.

### **Innkapsling (IP) og temperatur**

Løsninger for materialkvalitet, utførelse og sammenbygning skal tilpasses det klima og miljø utstyret skal være plassert i, samt det bruks- og vedlikeholdsmønster (serviceintervall og oppetid) utstyret vil være utsatt for, på en slik måte at funksjonskrav samt nevnte krav til beskyttelse og temperatur vil være tilfredsstillt i utstyrets forventede levetid. Dette betyr eksempelvis at utstyret skal tåle påvirkning av direkte sollys, regnvær og høytrykkspyling med 140 Bar veiledende trykk.

Skiltkasser skal, hvis ikke annet er spesifisert, varig tilfredsstillende følgende minimumskrav til kapslingsgrad (NEK-EN 60529) og temperaturløse:

Norsk/ engelsk begrep	Henviing til NS-EN 12966-1	Klasse i Norge	Merknad
Temperatur/ Temperature	8.2.1	T2	-25°C - +55°C.
Forurensningsmotstand/ Resistance to pollution	8.2.2	D1	
Innkapslingsbeskyttelse/ Degrees of protection provided by enclosures (IP-level)	8.2.4	P3	Skal tåle høytrykks-spyling.

Figur 2.1 Klasser i henhold til NS-EN 12966-1.

For kapslingsgrad (IP) for styreskap, se kap. 2.3.1.

### Master og fundament

Master for variable trafikkskilt skal være utformet slik at kabelføring på/i masten kan gjøres rasjonelt.

Det bør vurderes å støpe inn nødvendig antall trekkerør i fundamentene. Alternativt bør fundamentene forberedes for kabelinnføring på annen måte, men kabelen skal ikke ligge ubeskyttet.

Det henvises for øvrig til del 5 i denne håndbok.

### 2.2.1 Elektromateriell

Leveranser skal oppfylle gjeldende norske forskrifter, f.eks. Forskrift om Elektriske Lavspenningsanlegg (FEL) med tilhørende Norsk Elektroteknisk Norm om Lavspenningsinstallasjoner (NEK400), FEU (forskrift om elektrisk utstyr) og FM (forskrift om maskiner).

Variable trafikkskilt skal være CE-merket iht. CE-merkeregisteret.

Utstyret skal være tilpasset norsk forsyningsnett, med følgende nominelle elektriske data:

- Spenning: 1-fas 230 V AC, 3-fas 400 V AC eller 230 V AC (stedsbestemt).  
Toleransekrav: -13 % til +10 %.
- Frekvens: 50 Hz. Toleransekrav: ±1Hz.

Spenningsdipp (mikroavbrudd) tolereres, men opprinnelig skiltbudskap bør vises umiddelbart etter at skiltet fungerer normalt igjen. Det vises for øvrig til NS-EN 12966-1 pkt 8.4.1.6.2.

### 2.2.2 Frontskjerm

Frontskjermer skal være varme- og formbestandig og UV-resistent der sollys slipper til. Frontskjermer skal være av klar type og være antirefleksbehandlet.

Skjermen skal ikke hindre normal lesbarhet av budskapet.

## 2.3 Styreskap

Kravene i dette kapitlet gjøres gjeldende i tillegg til de krav som er beskrevet i kap. 2.2. I den etterfølgende tekst vil uttrykket skap bli benyttet.

Alle skap skal tilfredsstillere kravene i NEK-EN 60439-1 «Lavspennings koblings- og kontrollanlegg. Del 1: Krav til typeprøve og delvis typeprøve anlegg».

### 2.3.1 Skapet

Elektrodelen av skapet skal innkapsles i henhold til gjeldende forskrifter. Type låssystem skal avklares med vegholder før bestilling.

Skapet skal plasseres i normal arbeidshøyde, utenfor vegbane (jf. del 5 i denne håndbok). Skapet skal ha doble vegger i tilfeller med fare for stor mekanisk påkjenning (for eksempel brøyting i høy hastighet). Alle skap skal ha belysning, stikkontakt samt varmeelement for hindring av kondens.

Kapslingsgraden (NEK-EN 60529) skal være

- minimum IP54 når alle skapdører er lukket, men minimum IP 66 når skapet står i tunnel
- minimum IP43 når dør til betjeningsutstyr er åpen
- minimum IP21 når hoveddør er åpen

Det skal gjøres tiltak for å hindre farlig berøringsspenning ved elektrisk feil. Lokal utjevningforbindelse skal vurderes. Lokalt jordspyd/-elektrode skal vurderes der hvor skapet skal monteres utendørs. Den valgte løsning skal gi tilstrekkelig lav overgangsmotstand til jord.

Alle skap skal dimensjoneres med fysiske mål slik at det vil være minimum 30 % reserveplass for eventuell senere montasje av utstyr. Skapet skal inneholde plass til lagring av tilstrekkelig dokumentasjon i format A4, i form av påsveiset lomme i skapdør eller lignende.

### 2.3.2 Utstyr i skapet

Skapet skal inneholde alt nødvendig utstyr for

- manuell og automatisk/fjernstyring av tilknyttede objekter som variable skilt, blinklys og skiltlys
- overvåking av tilknyttede objekter
- overvåking av skapets utstyr og tilstand (vern/sikringer utløst, skapdør åpen, spenningsfeil)
- kommunikasjon mot overordnet styrings- og overvåkningsentral
- terminering og vern av tilknyttede kabler og utstyr

Alt utstyr skal være skinnemontert og det skal ikke skrus i veggene på skapet.

Alt utstyr skal ha holdbar og tydelig merking, i henhold til NEK-IEC 60417. Utstyrsmerking skal være i henhold til NEK-EN 61346. Grafiske symboler på skjemaer skal være i henhold til NEK-IEC 60617.

Det skal i styreapparatet finnes en lett tilgjengelig hovedstrømsbryter. Denne skal bryte all strøm til alt tilgjengelig utstyr, både i apparatet og ute i skiltene. Der hvor de lokale forholdene krever at denne hovedstrømsbryteren også skal ha funksjon som hovedsikring, skal selektivitet mellom de foranstående og etterstående vern tas hensyn til.

Det skal benyttes automatsikringer.

For billedpunktsskilt skal styreapparatet kunne feildiagnostiseres ved hjelp av separat diagnoseprogram for PC. Oppgradering av software og hardware skal være mulig. Styreprogrammet skal ligge på standardisert minnekort, og skal kunne oppgraderes og reinstallerer ved hjelp av PC. Software skal kunne tilpasses og endres til ønsket kommunikasjonsprotokoll.

Styreapparatet skal ha standardisert grensesnitt, RS232 eller tilsvarende, for tilkobling til f.eks. PC.

Alle skap skal inneholde overspenningsvern for alle faser, tilpasset lokale forhold samt oppstrøms el-nett. Behov for overspenningsvern for signaler/elektronikk skal vurderes.

Samtlige betjeningsorganer og indikasjonslamper skal være forsynt med symbol og/eller norsk tekst. Utstyret skal på et lett synlig sted være merket med produsentens/leverandørens navn og produksjonsnummer.

Ledninger, rekkeklemmer, o.s.v. skal anordnes og merkes på en slik måte at det klart fremgår hvilket spenningsområde de tilhører.

Signalkabler skal holdes atskilt fra kraftkabler, slik at elektromagnetiske forstyrrelser unngås. Alle hjelpereléer skal være pluggbare og ha stillingsmarkering.

Interne ledningsforbindelser skal legges i plastkanaler eller tilsvarende. Kanalene skal ha maksimalt 70 % fyllfaktor.

Det skal i hvert skap medtas rekkeklemmer for alle inn- og utgående kabler.

#### **Grensesnitt mot overordnet system**

Styreapparatet skal være utstyrt med ett eller flere standardiserte grensesnitt. Hvis styreapparatet er utstyrt med ethernet-grensesnitt, skal ethernet-protokoll med OPC-grensesnitt være utviklet (OPC: Åpen tilkoblingsbarhet via åpne standarder). Siste versjon av Statens vegvesens prosessgrensesnitt skal benyttes. Protokollen mellom OPC-server og styreapparat skal være basert på TCP/IP og UDP/IP. Som et minimum kreves at styreapparatet skal kunne utveksle digitale kommando- og statussignaler (inn- og utganger) med overordnet system. Signalene skal tilrettelegges via potensialfrie reléer som også er utstyrt med stillingsindikasjon og slukke diode.

Funksjoner og parametere skal kunne endres ved hjelp av enkel programmering av software.

Konfigureringsdataene skal være lagret i EEPROM eller tilsvarende, slik at dataene ikke blir slettet ved spenningsbortfall. Styreapparatet skal være utstyrt med selvtestfunksjon. Skulle styreapparatet detektere feil, skal en statusutgang for FEIL aktiveres.

Ved feil på overordnet system eller kommunikasjonen mot dette skal siste skiltposisjon opprettholdes. Det skal, også ved eventuelt svikt i det overordnede systemet eller kommunikasjonen mot dette, være mulig å kunne styre skiltet manuelt til en vilkårlig posisjon ved hjelp av lokalt betjeningspanel på/ved styreapparatet.

Fritekstskilt skal kunne styres lokalt ved hjelp av bærbar PC med nødvendig software.

## **2.4 Billedpunktskilt**

### **2.4.1 Ulike typer**

Billedpunktskilt kan være bygd opp av ulike teknologier:

- Lysende (eks. LED)
- Ikke-lysende

Budskapene i billedpunktsskilt bygges opp av et antall elementer, som kan være lysende. De lysende elementenes spredningsvinkel kan kontrolleres ved bruk av linser.

Antall elementer, spredningsvinkel og skiltstørrelse bestemmes på bakgrunn av stedlige forhold og trafikantens leseavstand.



Figur 2.2 Eksempel på lysende billedpunktsskilt.

Konstruksjonen skal være utført slik at fantomeffekt blir hindret, dvs. når skiltet er avslått skal ingen budskap synes under noen omstendigheter.

#### 2.4.2 Synbarhetskrav

Trafikanten skal enkelt kunne lese og forstå budskapet på variable skilt. Dette setter krav til hvordan tekst og symboler utformes, samt at lysende elementer verken blir for svake eller for sterke.

Skilt basert på lysende billedpunkter skal være utformet med dimmefunksjon, for å unngå at trafikantene opplever ubehagelig blending når omgivelsene har lavt lysnivå. Dimmefunksjonen skal være tilpasset de lokale omgivelsenes lysforhold. Dimmefunksjon skal baseres på en lysmåler. Dimming av skiltgrupper i et område bør styres med samme nivå.

Utforming av budskapene for lysende billedpunktsskilt skal gjøres med utgangspunkt i den ekvivalente overflaten hos de aktive elementene.

Kravene til utforming av billedpunktsskilt finnes i håndbok N300- del 1. Billedpunktsskilt kan konstrueres med budskap hvor fargene er inverse. Vegvisningsskilt skal derimot ha en far-gebruk tilsvarende faste skilt.

#### Utforming av tekst, symboler og border

Variable trafikkskilt skal vise en skiltflate med samme størrelse som normalbestemmelsene for det aktuelle skilt i fast utførelse tilsier. For skilt med tekstbudskap (for eksempel opplysningstavle 560) skal nødvendig leseavstand, og dermed nødvendig teksthøyde og skiltstørrelse, vurderes og kontrolleres på samme måte som for faste skilt. For disse normalbestemmelsene vises det til håndbok N300- del 1, vedlegg 1.

Symboler og tekst på billedpunktsskilt tillates av praktiske årsaker utført med et noe lavere

detaljeringsnivå enn for faste trafikkskilt. Symboler og tekst må imidlertid være gjengitt med tilstrekkelig nøyaktighet til at de lett gjenkjennes av trafikantene. Skriftens kvalitet er avhengig av strektykkelse og størrelsen på mellomrommene. Kravet er at bokstaver og tall i størst mulig utstrekning skal oppfattes som kontinuerlige.

Bredden på enkeltelementer og avstander mellom enkeltelementer innenfor en skiltflate skal også for denne kategorien trafikkskilt i størst mulig grad følge normalbestemmelsene for faste trafikkskilt (håndbok N300- del 1, vedlegg 2 «Trafikkalfabetet»).

Utover dette vises det til NS-EN 12966-1, Annex D, for minimumskrav for følgende: Avstand mellom tekst og bord og avstand mellom ord og linjer.

Det vises spesielt til NS-EN 12966-1, Annex D, for følgende minimumsverdier:

- Sirkelhøyde og bredden på sirkelstreken
- Trekantside og bredden på trekantstreken

Tall skal minimum ha en høyde på 9 elementer, men det anbefales 10 elementer eller mer i høyden.

### Fritekstskilt

Variable trafikkskilt som gir andre budskap enn de som er standardisert for faste trafikkskilt, faller inn under skilt 560 «Opplysningstavle». Under skilt 560 i håndbok N300- del 3, står det om teksthøyder og dimensjoner for spesielt dette skiltet (refererer til håndbok N300- del 1, vedlegg 1).

Skrifttypen skal være så nært opp til trafikkalfabetet som mulig. Av standard skrifttyper anbefales Arial brukt. Det er viktig at det ikke benyttes skrifttyper som har store avvik fra trafikkalfabetet. For eksempel skal liten «g» ikke plasseres i sin helhet over linjestreken.

Fritekstskilt kan være bygget opp av rektangulære matrisemoduler. Matrisen skal bestå av tilstrekkelig antall rader og kolonner til at alle norske tegn kan gjengis med god lesbarhet. Det skal være mulig å bytte skriftstørrelser på bokstaver og tegn. Tekster på fritekstskilt skal ha gul farge på svart bakgrunn dersom skiltet har inverterte farger.



Figur 2.3 Eksempel på feil (t.v.) og korrekt utformet tekst (t.h.) på fritekstskilt.



### Krav til klasser

Tabellene i figurene 2.4 og 2.5 nedenfor gir forklaring/oversettelse av noen av de begrep som forekommer i NS-EN 12966-1.

Tabellene er bestemmende for valg av parameterklasser for fotometriske og fysiske forhold for variable trafikkskilt basert på billedpunkter. Punktene 7.2, 7.3, 7.4 og 7.5 gjelder kun for skilt med lysende billedpunkter, dvs. synbarhetskrav for ikke-lysende, variable skilt, finnes i NS-EN 12899-1 og Del 1 av denne håndbok.

Norsk/ engelsk begrep	Henvisning til NS-EN 12966-1	Klasse i Norge	Merknad
Farge/ Colour	7.2	C2	
Luminans/ Luminance	7.3	L2,L3 <sup>(*)</sup> <sup>1)</sup>	Jf. figur 2.5
Luminansforhold/ Luminance ratio	7.4	R2	
Spredning/ Beam width	7.5	B1-3, B5	Jf. figur 2.5

<sup>1)</sup>L3<sup>(\*)</sup> er en spesialklasse for nordiske lysforhold (lav sol).

Figur 2.4 Klasser i henhold til NS-EN 12966-1 for lysende billedpunktskilt.

	Overhengende		Sideplassert	
	Luminans	Spredning	Luminans	Spredning
Rettsrekning	L3(*)	B1/ B3 <sup>1)</sup>	L2	B3
Kurver	L3(*)	B2	L2	B3
Ramper	L2	B3	L2	B3
< 2 felt	L3(*)	B3	L2	B3/ B5

<sup>1)</sup>B3 ved skiltbredder over 3 m.

Figur 2.5 Kombinasjoner av luminans og spredning for lysende billedpunktskilt.

Belysningsstyrke på skiltets forside		Farge på felt på skiltforsiden					
		Hvit	Hvit/gul	Gul	Grønn	Rød	Blå
40 000 lx	Min	6200	5270	3270	1860	1550	620
	Maks	31100	26350	18600	9300	7750	3100
4 000 lx	Min	1100	935	660	330	275	110
	Maks	11000	9350	6600	3300	2750	1100
400 lx	Min	300	255	180	90	75	30
	Maks	3000	2550	1800	900	750	300
40 lx	Min	200	170	120	60	50	20
	Maks	1250	1065	750	375	315	125
≤ 4 lx	Min	90	51	36	18	15	6
	Maks	375	320	225	115	95	37,5

Figur 2.6 Minimums- og maksimumsluminanser i cd/m<sup>2</sup> for klasse L2.

### Luminanskrav

Lysende billedpunktstilt skal regulere luminansen automatisk i forhold til omgivelsens luminans (målt på skiltets forside). Det stilles derfor krav til minimum og maksimum luminans for luminansklassene L2 og L3. Figurene 2.6 og 2.7 viser kravene til maksimum- og minimumsverdier for henholdsvis klasse L2 og L3.

Tabellene skal leses slik: Ved en belyningsstyrke på skiltets forside, som ligger mellom 40 lx og 400 lx, skal luminansen av et hvitt felt ikke være lavere enn 200 cd/m<sup>2</sup> og ikke høyere enn 3000 cd/m<sup>2</sup>. (L2)

Belysningsstyrke på skiltets forside		Farge på felt på skiltforsiden					
		Hvit	Hvit/gul	Gul	Grønn	Rød	Blå
40 000 lx	Min	12400(*)	10540(*)	7440(*)	3720(*)	3100(*)	1240(*)
	Maks	31100	26350	18600	9300	7750	3100
4 000 lx	Min	2200	1870	1320	660	550	220
	Maks	11000	9350	6600	3300	2750	1100
400 lx	Min	600	510	360	180	150	60
	Maks	3000	2550	1800	900	750	300
40 lx	Min	250	213	150	75	63	25
	Maks	1250	1065	750	375	315	125
≤ 4 lx	Min	90	64	45	23	19	7,5
	Maks	375	320	225	115	95	37,5

(\*): Det kan her kreves at omgivelsens luminans skal være 10 000 lx for tilfeller med lav sol.

Figur 2.7 Minimums- og maksimumsluminanser i cd/m<sup>2</sup> for klasse L3

Maksimal skiftetid, samt tiden mellom synlige skift mellom reguleringstrinn av luminans, er 5 sekunder.

Generelt bør luminansen økes når strektykkelsen er liten og reduseres når strektykkelsen er stor.

### 2.4.3 Fysiske krav

Fritekststilt kan være bygget opp av rektangulære matrisemoduler. Hver modul skal ha separat varmeelement. Kraft- og signalkabler skal tilkobles modulene ved hjelp av hurtigkoblinger. Modulene skal grupperes seksjonsvis. Hver seksjon skal ha separat kraftforsyningseenhet. Skiltet skal bygges med tanke på lett tilgjengelighet og servicevennlighet.

## 2.5 Kontinuerlige skilt

### 2.5.1 Ulike typer

Kontinuerlige skilt deles inn i følgende to hovedtyper:

- Mekanisk variabelt skilt (prismeskilt)
- Toposisjonsskilt
  - Posisjonsendring gjennom spenning/strøm (eks. Dulf, LCD)
  - Posisjonsendring gjennom mekanisk/manuell operasjon

#### Mekanisk variabelt skilt (prismeskilt)

Budskapet på skiltet varieres ved rotasjon av nødvendig antall prizmer, hvor hver prismeside har forskjellig budskap. Skilt som bygges opp slik at hvert budskap fordeler seg over flere parallelle prismesider, kan utstyres med flere motorer. Motorene skal da synkroniseres.

Skiltets totale frontpanel skal ikke ha vesentlig større ytre mål enn et fast skilt av tilsvarende type.

Drivverket må være sterkt nok til å tåle normale norske vinterforhold, men skiltet skal være bygget med sikkerhetsmekanisme som stopper rotasjonen hvis fremmedlegemer skulle ha kommet mellom prismene.

Motorens hastighet skal om nødvendig kunne varieres, for å muliggjøre nøyaktig stopp ved nådd posisjon. Hastigheten skal muliggjøre endring av skiltbudskap innen maksimalt 5 sekunder.

Ved spenningsbortfall skal det være mulig å rotere prismene manuelt.

Skiltmotoren og prismene skal ikke være plassert i samme rom. Rommet hvor motoren er plassert skal være lett tilgjengelig ved at det etableres en separat dør/luke. Rekklemmer for terminering av eksterne og interne ledninger/kabler kan plasseres i motorrommet eller i separat koblingsboks.

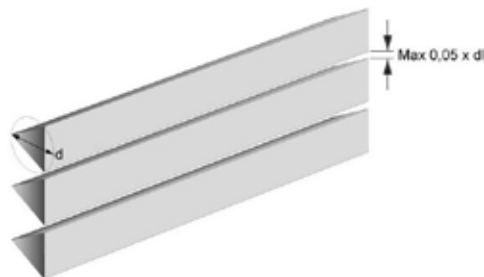
Styreapparatet skal plasseres utenfor skilt og mast.

For å sikre at tegn og symboler fremkommer



Figur 2.8 Eksempel på mekanisk variabelt skilt/ prismeskilt (med utvendig belysning)

sammenhengende, skal mellomrommet mellom 2 tilstøtende flateelementer (prismer) i skiltflaten ikke være større enn 5% av diameteren av den største sirkel som kan innskrives i flateelementet, dog maksimalt 12 mm. Jf. figur 2.9.



Figur 2. 9 Avstand mellom tilstøtende flateelementer

Ved endring av et skilts posisjon (kommando) skal styreapparatet overvåke tilbakemeldingen fra posisjongiveren. Avvik på maksimalt  $\pm 7^\circ$  skal godkjennes av styreapparatet. Kommer ikke riktig tilbakemelding innen en predefinert tid (f.eks. 5 sek.), skal statusutgangen for FEIL aktiveres. Utgangen skal være aktiv til feil er rettet uavhengig av skiltets posisjon.

Skiltbelysningen skal være konstruert og montert slik at blanding av trafikanter unngås. Dersom lysarmaturen inneholder flere lyskilder, skal den sammenkobles slik at ikke alle lyskildene slukker ved feil på en lyskilde.

Dersom skiltet er utstyrt med frontskjerm, kan lysarmaturene plasseres innenfor skjermen.

Utforming av budskapene for kontinuerlige skilt skal, med unntak av de avbrudd i budskapoverflaten som selve konstruksjonen medfører, baseres på Statens vegvesens håndbøker 050 Trafikkskilt og 053 Bruk av variable trafikkskilt.

### Toposisjonsskilt

For skilt som endrer posisjon ved hjelp av tilsatt spenning/strøm, skal skiltets frontplate i avslått tilstand fremstå som en nøytral grå flate, uten synlig budskap. Aktivering av skiltets budskap gjøres ved påsetting av spenning/strøm.

Ved spenningsbortfall skal det for gardinskilt være mulig å rotere lerreter manuelt. Rommet hvor motoren er plassert skal være lett tilgjengelig ved at det etableres en separat dør/luke. Rekkeklemmer for terminering av eksterne og interne ledninger/kabler skal være lett tilgjengelig.



Figur 2.10 To-posisjonsskilt i aktiv og passiv stilling.

For skilt som endrer posisjon ved en mekanisk eller manuell operasjon, skal skiltets frontplate i lukket tilstand fremstå som en nøytral grå flate, uten synlig budskap.

Generelt: For alle belyste toposisjonsskilt skal antall lyskilder tilpasses skiltets størrelse, slik at luminansen blir jevn over hele skiltflaten.

### 2.5.2 Synbarhetskrav

Synbarhetskrav for kontinuerlige skilt er de samme som for faste skilt, og trafikkalfabetet skal benyttes. For krav til skiltfolie henvises det derfor til del 1 av denne håndbok og NS-EN 129899-1. Dette gjelder bl.a. både valg av riktig folieklasse, krav til retrorefleksjon, farger og luminansfaktorer.

For belyste, kontinuerlige skilt stilles bl.a. krav til luminansnivå, luminanskontrast og luminansjevnhet. Kravene her finnes i del 1 i denne håndbok.

Variable trafikkskilt skal vise en skiltflate med samme størrelse som normalbestemmelsene for det aktuelle skilt i fast utførelse tilsier. For skilt med tekst skal nødvendig leseavstand og teksthøyder vurderes og bestemmes på samme måte som for faste skilt. For disse normalbestemmelsene vises det til håndbok N300- del 1, vedlegg 1.

Variable trafikkskilt som gir andre budskap enn dem som er standardisert for faste trafikkskilt, faller inn under skilt 560 «Opplysningstavle». Håndbok N300- del 3, omhandler teksthøyder og dimensjoner for spesielt dette skiltet (refererer også til håndbok N300- del 1, vedlegg 1).

## 2.6 Henvisninger og referanser

- FOR 1993-12-14: Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk.
- FOR 1995-08-10: Forskrift om elektrisk utstyr.
- FOR-1998-11-06-1060: Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg
- NS-EN 12966-1:2005 «Trafikkskilt - Skilt med variable meldinger - Part 1: Produktstandard»
- NS-EN 12899-1 Faste trafikkskilt - Del 1: Skilt/Fixed, vertical road traffic signs - Part 1 Fixed signs, 2007
- NEK IEC 60417 «Graphical symbols for use on equipment»
- NEK IEC 60529 «Degrees of protection provided by enclosures (IP code)»
- NEK IEC 61346 «Industrial systems, installations and equipment and industrial products - structuring principles and reference designations»
- NEK IEC 60617 «Graphical symbols for diagrams»
- NEK EN 50293 «Electromagnetic compatibility - road traffic signal systems - product standard»
- NEK EN 60439-1 «Lavspennings koblings- og kontrollanlegg. Del 1: Krav til typeprøvde og delvis typeprøvde anlegg»
- Håndbok N300 «Trafikkskilt» (skiltnormalen, Vegdirektoratet, 2007/08)
- Håndbok V321 «Bruk av variable trafikkskilt» (Vegdirektoratet, 2004)
- Håndbok R610 «Drift og vedlikehold» (Vegdirektoratet, 2003)
- Standard Norges websider: [www.standard.no](http://www.standard.no)



## 3 Trafikksignalanlegg





<b>3 Trafikksignalanlegg</b>	<b>46</b>		
3.1 Generelt	48	3.3.3 Detektorer	60
3.1.1 Innledning	48	3.4 Kjørefeltsignaler	62
3.1.2 Gyldighet	48	3.4.1 Signalveksling	62
3.1.3 Internasjonale krav	48	3.4.2 Størrelser	62
3.1.4 Definisjoner og begreper	49	3.5 Gult blinksignal	63
3.2 Signalanlegg for vegkryss og gangfelt	49	3.5.1 Generelt	63
3.2.1 Styreskap	49	3.5.2 Klasseinndeling, NS-EN 12352	63
3.2.2 Styreapparat	50	3.5.3 Blinkfrekvens	64
3.2.3 Overvåking	52	3.5.4 Nedblending	64
3.2.4 Gult blinkende lys	54	3.5.5 Blinkende lyspil	64
3.2.5 Grønn blinkende mann	54	3.6 Rødt stoppblinksignal	64
3.2.6 Programmeringsdel i styreapparatet	54	3.6.1 Blinkfrekvens	65
3.2.7 Betjeningspanel	55	3.7 Elektriske anlegg	65
3.2.8 Lokalstyring	55	3.7.1 Kompetansekrav	65
3.2.9 Trafikkavhengig styring	55	3.7.2 Dokumentasjonskrav	65
3.2.10 Tidsstyring	56	3.7.3 Kopling i stolper	65
3.2.11 Manuell styring	56	3.7.4 Vern	65
3.2.12 Signalhoder	56	3.7.5 Effekt/Sterkstrømskabler	66
3.2.13 Detektorer	58	3.7.6 Signal-/ svakstrømskabler	66
3.2.14 Akustiske signalgivere	59	3.7.7 Detektorkabler	66
3.3 Midlertidige skyttelsignalanlegg	60	3.7.8 Fiberoptiske kabler	66
3.3.1 Generelt	60	3.7.9 Jordingsystemer og beskyttelsesledere	66
3.3.2 Stolper og signalhoder	60	3.8 Henvisninger og referanser	68

## 3.1 Generelt

### 3.1.1 Innledning

Statens vegvesen har en 0-visjon, en visjon om et transportsystem som ikke fører til tap av liv eller varig skade. Signalanlegg er en viktig del av det systemet som skal trygge trafikantene i kryss og på strekninger, og kravene som stilles til deres funksjonelle egenskaper er høye. Del 3 av håndbok R310 inneholder krav til trafikksignalanlegg, dvs. signaler for veg-kryss og gangfelt, kjørefeltsignaler og andre signaler.

Alt arbeid og materiell i signalanlegg skal være i samsvar med gjeldende regler og forskrifter for elektriske lavspenningsanlegg. Alt utstyr skal være CE-merket, og skal tilfredsstillende krav som gis i de europeiske normer som til enhver tid gjelder i Norge. Bestemmelsene i disse normene vil ved avvik gjelde foran dette dokumentet.

Alt materiell skal være utført slik at det har betryggende funksjonssikkerhet ved plassering utendørs.

### 3.1.2 Gyldighet

Kravene i denne håndbokens del 3 gjelder for trafikksignalanlegg som settes opp langs nye og eksisterende veger. Kravene gjelder innenfor produktets garantitid. For tekniske krav utover garantitiden vises det til håndbok R610 «Drift og vedlikehold», samt inngåtte kontrakter.

### 3.1.3 Internasjonale krav

For så langt som mulig å kunne operere med felles krav for utstyr innen de nordiske landene har kravene i Norge, Danmark, Sverige og Finland blitt forsøkt harmonisert. De ulikhetene som finnes er stort sett begrunnet i ulikt klima, topografi og regelverk.

Arbeid med revisjon av standardene EN 12352 og EN 12368 er igangsatt innenfor TC 226/WG4 (CEN). Harmoniseringsdokumentet HD 638 er også under revisjon (CENELEC), og dokumentet CLC/TS 50509:2007 «Use of LED signal heads in road traffic signal systems» ventes da å inngå i denne standarden.

### 3.1.4 Definisjoner og begreper

Se håndbok V322 «Trafikksignalanlegg» for fullstendig liste!

Akustisk signal:	Et lydsignal som gir informasjon til synshemmede om hvilket signal som vises i et gangfelt.
Anrop:	Impuls fra detektor, trykknapp, prioriteringssystem mm med krav om veksling til grønt lys.
Bakgrunns skjerm:	En ikke gjennomsiktig 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 én spesifikk tilfart til én spesifikk frafart.
Detektor:	En enhet som gir en impuls til styreapparatet når den blir aktivisert av en trafikant for å gi grønt eller forlenge grønttiden.
Lokalstyring:	Styring av et signalanlegg upåvirket av andre anlegg eller av sentralstyring.
Signalgruppestyring:	En trafikkstyrt strategi der grønttidsutmålingen gjøres separat for hver enkelt signalgruppe.
Signalhode:	Enhet med innsatser for lamper og eventuelle skjermer.
Skyttelsignalanlegg:	Signalanlegg med trelyssignal som anvendes for vekselvis envegsregulering av enfelts vegstrekning.
Styreapparat:	En enhet i et signalanlegg som tenner og slukker de enkelte lysåpningene i de tilknyttede signalgruppene.
Tidsstyring:	En styreform der en benytter en fast rekkefølge og fast varighet av tidsintervall.

## 3.2 Signalanlegg for vegkryss og gangfelt

### 3.2.1 Styreskap

Skap til styreapparat til signalanlegg skal dimensjoneres på en slik måte at det gir plass til eventuelt framtidig utstyr som det kan være aktuelt å benytte i signalanlegget. Dette kan være utstyr til strømmåling, overvåking, kollektivprioritering etc. En størst mulig grad av standardisering er også ønskelig fra vegholders side, selv om de ulike produsenter leverer sine egne ytterskap tilpasset sitt produkt. Det bør spesifiseres at elektronikken skal være basert på standardmål, slik at den kan plasseres inn i standard rack i andre ytterskap enn produsentens eget. Dette vil lette senere ombygginger og utskiftninger av utstyr.

Det elektroniske utstyret skal tåle 90 % relativ fuktighet over lang tid og 100 % relativ fuktighet periodevis uten at dette fører til funksjonsproblemer. Konstruksjoner som kan medføre fare for kondens, skal derfor ha et system for selvventilering og -drenering. Ventilasjonsåpninger skal være utstyrt med støvfilter, og være utført på en slik måte at vanninntrengning normalt ikke kan forekomme. Skapet skal kunne rengjøres utvendig med høytrykkspyler uten at dette reduserer driftssikkerheten. Skapets kapslingsgrad skal være

minimum IP55 når alle dører er lukket, men skal ha tilstrekkelige utluftingsmuligheter slik at det ikke dannes kondens og at ikke direkte sollys får en negativ effekt på elektronikken i skapet. Når dør til manøverpanel er åpen skal beskyttelsen være i henhold til IP43, og med hoveddør åpen til IP20.

Kabelavslutninger skal være minst 30 cm over topp fundament. I skapet skal det finnes koblingsskinne med tydelig merking av alle tilkoblede ledere. Det skal være støv-tette nipler i bunnplaten i skapet dersom ikke annet er angitt i tilbudsgrunnlaget.

Skapet skal ha separate dører til betjeningspanelet og elektronikkdelen. Disse skal kunne åpnes uavhengig av hverandre og med bruk av forskjellige nøkler, men med kun én nøkkel for hver dør. Dørene skal kunne festes i åpen stilling. Type låsanlegg spesifiseres i tilbudsgrunnlaget. Dørene skal være innfelt eller konstruert slik at innbrudd vanskeliggjøres.

Når døren til betjeningspanelet er åpen, skal bare de betjeningsknapper som er nevnt under pkt 3.2.7 Betjeningspanel være tilgjengelige.

Skapet skal inneholde plass til lagring av tilstrekkelig dokumentasjon i format A4, i form av påsveiset lomme i skapdør eller lignende.

Styreskap skal være utført av slagfast materiale og skal ha korrosjonsbeskyttelse tilpasset de klimatiske forhold der skapet plasseres.

### 3.2.2 Styreapparat

Styreapparatet skal baseres på tilslutning til 230V (-13% – +10%), 50 Hz ( $\pm$  4%) vekselstrøm og utendørs montering i skap, dersom ikke annet er spesifisert i tilbudsgrunnlaget.

Hovedsikringer (inntakssikringer) skal monteres i egen sikringsboks på utsiden av styreapparatet eller etter nettselskapets krav.

Hovedsikringene skal være dimensjonert etter det forbruket som anlegget har ved montering, + 20 %. Kurssikringen skal ikke overskride 10A, i stedet nyttes to eller flere kurser. Hvis en av sikringene kobler ut, skal hele anlegget slukke eller gå i gult blinkende lys. Det skal benyttes automatsikringer.

Styreapparatet skal baseres på NS-EN 12675, «Styreapparater for trafikklyssignaler. Krav til funksjonssikkerhet».

Norsk/ engelsk begrep	Henvisning til NEK-HD 638 S1	Klasse som skal brukes i Norge	
		Klasse	Merknad
Driftsspenning/ Operating voltage range	4.2	A1	-13% - +10%
Utkoblingsnivå ( $V_{off}$ )/ Switch off response voltage ( $V_{off}$ )	4.3.1	B1	
Overspenning/ Over voltage	4.4	D1	
Spenningsvariasjoner/ Voltage dip	4.5	E3	
Nettfrekvens/ Mains frequency	4.6	F2	50Hz $\pm$ 4%
Terminering av hovedstrømkabler/Terminations	5.1.1.6	H1	
Deteksjon av manglende signal/ Location of monitoring elements for detection of absent signals	5.2.5.1	N0	
Deteksjon av uønsket visning / Location of monitoring elements for detection of unwanted displays	5.2.5.2	P0	
Vegtrafikksignalsystemer/ Road Traffic Signal Systems	5.1.1.1.1	T1	
Tilførsel til vedlikeholdsutstyr/ Maintenance equipment supply	5.1.1.1.2	U1	
Jordtilkobling av eksterntutstyr/ PE wiring of external equipment	5.1.1.2.2	L1	
Aksepterte jordingsmetoder/ Accepted methods of earthing	5.1.1.2.3	M3	
Skap/ Enclosure	5.1.1.3	V4	Jf 3.2.1.
Skapdører/ Controller enclosure doors	5.1.1.7	J1	
Styreskap signalutgang/ Controller Signal outputs	5.1.2	K1	0,1A til 4A
Krav til signalintensitet/ Requirements of signal intensity for safety	5.2.2	AF1	
Krav til signaltilstand/ Requirements for signal states	5.2.3.3	AG4	Utkobling 300ms etter feil.
Krav til signaltilstand/ Requirements for signal states	5.2.3.4	X1	
Feilsløyfe impedansetest/ Fault loop impedance test	8.5.3	AA1	
Isolasjon av strømførende deler til jord/ Insulation of live parts to earth	8.6	R2	>0,5M $\Omega$
Jordbryter/ RCD (residual current detector/ earth leakage breaker)	8.7	S1	30mA
Vedlikeholdstestprosedyrer/ Maintenance Testing Procedures	9.6	Y1	
Tørr varme/ Dry Heat	11, tabell 3	AB1	40°C
Kulde/ Cold	11, tabell 3	AE4	-40°C
Fuktig varme, syklisk/ Damp Heat, Cyclic	11, tabell 3	AK2	
Solbestråling/ Solar Radiation	11, tabell 3	AH1	
Tilfeldig vibrasjon/ Random Vibration	11, tabell 3	AJ1	1 time
Slag mot signalhoder/ Impact for Signals	11, tabell 3	AC3	

Figur 3.1 Klasseinndeling, NEK-HD 638-S1.

Styreapparatet skal ha følgende mulige styringsformer:

- a) Automatisk styring (trafikkstyrt, tidsstyrt, eventuelt tidsstyrt fra sentral)
- b) Manuell styring
- c) Tidsstyrt lokalprogram
- d) Gult blink
- e) Avslått

Ved styring gjelder følgende prioritering:

1. Betjeningspanel («Politoluke»)
2. Styreapparat
3. Styresentral.

Lampeutganger skal være bygd opp av halvledere. Kapasiteten skal være 600 W pr farge pr gruppe, ved 230 V. Reléer eller annet galvanisk skille skal brukes mellom inn- og utganger for eventuelle eksterne kobberkabler.

All tidsmåling skal utføres digitalt med en nøyaktighet lik toleransen i nettfrekvensen. Utstyret skal tåle 90% relativ fuktighet over lang tid og 100% relativ fuktighet periodevis uten at dette fører til funksjonsproblemer.

Styreapparatet skal ha ut- og innganger tilpasset kommunikasjon mot styre-/overvåkingsentral. Styreapparatet skal være utstyrt med ett eller flere standardiserte grensesnitt, eller som spesifisert i tilbudsgrunnlaget. Kommunikasjon skal foregå via serielle grensesnitt.

Signalanlegget skal være utstyrt med kalenderklokke. Klokka skal kunne veksle automatisk mellom sommer- og vintertid. Minimum antall programskifter pr dagplan skal være 20, og minimum 7 dagplaner skal kunne legges inn pr uke.

Styreapparater for alle signaleringssystemer rettet mot vegtrafikk, unntatt flyttbare anlegg, skal tilfredsstille krav i henhold til NEK-HD 638 S1:2001, «Road Traffic Signal Systems». Leverandøren av utstyret skal kunne fremlegge dokumentasjon på at det er testet av en uavhengig, godkjent europeisk instans, og tilfredsstiller krav gitt i figur 3.1.

### 3.2.3 Overvåking

Styreapparatet skal oppfylle krav til funksjonssikkerhet i henhold til NS-EN 12675, «Styreapparater for trafikklyssignaler. Krav til funksjonssikkerhet». Godkjennelse fra uavhengig institusjon skal foreligge før styreapparatet settes i drift, og bestiller skal kunne kreve apparatet testet av en tilsvarende institusjon i Norge for leverandørs regning dersom dette ikke er dokumentert utført tidligere.

Norsk/ engelsk begrep	Henvisning til NS-EN 12675	Klasse som skal brukes i Norge	
		Klasse	Merknad
Grønt – grønt konflikt/ Green-green conflict	4.5.1 a	AA1	Går i gulblink
Grønt – gult konflikt/ Green-yellow conflict	4.5.1 b	AB1	Går i gulblink
Nasjonale signalforskrifter (overtredelse)/ National signal regulations (infringement)	4.6 a	BA1	Går til mørk
«Standby»-status (gulblink)/ Standby mode (flashing signals)	4.6 b	BB1	Normal drift
Feilstatus (gulblink)/ Failure mode (flashing signals)	4.6 c	BC1	Går til mørk
Frekvens og varighet av gulblink i «standby»-status/ Rate and duration of flashing signals during standby mode	4.6 d	BD1	Normal drift
Frekvens og varighet av gulblink i feilstatus/ Rate and duration of flashing signals during failure mode	4.6 e	BE1	Går til mørk
Fravær av rødt signal i en utvalgt signalgruppe/ Absence of a red signal on a specified signal group	4.7.1 a	CA1	Normal drift
Fravær av siste røde signal/ Absence of the last red signal	4.7.1 b	CB1	Går i gulblink
Fravær av røde signaler/ Absence of a number of red signals	4.7.1 c	CC1	Normal drift (Krav kan fravikes med LED)
Fravær av spesifiserte røde signaler/ Absence of specified red signals	4.7.1 d	CD1	Normal drift (Krav kan fravikes med LED)
Fravær av gult eller grønt signal i signalgruppen/ Absent signal groups, yellow or green signals	4.7.2	CE1	Normal drift (Krav kan fravikes med LED)
Kontroll av overensstemmelse/ Compliance checking	4.8	DA1	Går i gulblink
Lagrede tider/ Stored values of timings	4.9 a	FA1	Går i gulblink
Taktfrekvens/ Time base frequency	4.9 b	FB1	Går i gulblink
Minimumstider/ Minimum values of time settings	4.9 c	FC1	Normal drift
Maksimumstider/ Maximum values of time settings	4.9 d	FD1	Normal drift
Tidsutmålingen/ Duration of timings	4.9 e	FE1	Går i gulblink
Nasjonal signalsekvens (overtredelse)/ National signal sequences (infringement)	4.10 a	GA1	Går i gulblink
Feil på eksterne innganger / Faults of external inputs	4.11	HA1	Normal drift. Ved feil skal de signalgrupper som er tilkopleet detektoren få maksimal grønttid eller tid i hht lokalprogram.

Figur 3.2 Klasseinndeling, NS-EN 12675.

Tilstander som skal overvåkes og som skal meldes i apparatet fremgår av figur 3.2. Alle feil skal registreres og logges i apparatet. Dersom signalanlegget kobles over i gult blinkende lys (gbl) skal det indikeres i styreapparatet hva feilårsaken var, og når utfallet fant sted. Slik indikasjon skal ikke mistes selv om apparatet slås over i manuell drift eller blir strømløst.

Videre skal apparatet registrere når en oppstått feil er utbedret og anlegget er satt i normal drift igjen.

Dersom signalveksling ikke har funnet sted i løpet av en programmerbar tid, evt fra mot-tatt detektoranrop ved trafikkstyring, skal anlegget gå i gult blinkende lys, jf. håndbok V322.

### 3.2.4 Gult blinkende lys

Apparatet skal ved utkobling på grunn av en vesentlig feil vise blinkende gult lys i kjøretøysignalene og mørke signaler for gående. Ved manuell betjening til blinkende gult lys skal styreapparatets CPU fortsette i normal drift. Blinkfrekvensen skal være 60 blink pr minutt, og med 50 % periodeintervall.

### 3.2.5 Grønn blinkende mann

Alle fotgjengersignalgrupper skal kunne ha grønn blinkende mann. Tiden skal være programmerbar. For tidsetting se håndbok N303. Blinkfrekvensen skal være 120 blink pr minutt, og med 50 % periodeintervall.

### 3.2.6 Programmeringsdel i styreapparatet

Etter førstehåndsoplæring av utstyrsleverandørens personell skal vegholder kunne endre brukerparametre som f.eks.:

- minimum grøntider for hver signalgruppe
- maksimum grøntider for hver signalgruppe
- luketider for alle detektorer
- forsinkelse for alle detektorer
- detektor av/på
- detektorovervåking av/på
- detektorminne av/på
- kalenderklokke

I programmeringsdelen skal det være display som klart viser minimum:

- utgående signal (rødt, gult, grønt) for alle signalgrupper
- registrerte anrop fra alle detektorer
- pågående signalgruppeforlengelse
- feilindikasjon



### 3.2.7 Betjeningspanel

På betjeningspanelet skal det være:

1. En trykknapp for å holde pågående tilstand (se pkt 3.2.11 Manuell styring side 11).
2. En vender eller trykknapper for: signaler «av», signaler «på», gulblink «av» og gulblink «på». Signaler «av» skal gjøre det ytre anlegget (signalkabel) strømløst.
3. En vender eller trykknapper for «manuell» og «automatisk» styring.
4. Indikasjon av minimum:
  - brudd på forbindelse med styresentral
  - apparatfeil
  - pågående signalplan
  - lampefeil, detektorfeil etc.

Alle indikasjonslamper og brytere skal være entydig merket.

### 3.2.8 Lokalstyring

Styreapparatet skal kunne ha flere lokalprogram som kan kobles inn manuelt fra betjeningspanelet. Dersom forbindelse til evt. styresentral faller ut skal det kunne programmeres i styreapparatet om det skal kobles i gult blinkende lys, i lokalprogram eller i lokal samkjøring.

### 3.2.9 Trafikkavhengig styring

Denne styring foregår etter gruppestyringsprinsippet. Trafikkstyringen skal ligge som lokale program i styreapparatene, med det antall maksimumstider som er oppgitt i signalvekslingsplanen for anlegget.

Anrop til signalgruppene skjer ved hjelp av detektorer for kjøretøy og trykknapper for gående. Hvis det ikke er anrop til en signalgruppe, skal den normalt ikke komme inn. Det skal kunne programmeres inn forsinkelse på alle detektorinnganger, mellom 0 (= standardverdi) og 10 sekunder.

Apparatet skal tenne lampene i trykknappboksene fra anropet kommer og til vedkommende gruppe kommer inn. Dette gjelder også når det fra logikken gis beskjed om fast anrop til en gruppe.

Logikken i styreapparatet skal kunne utføre følgende operasjoner:

1. Måle tidsluker mellom kjøretøy.
2. Telle opp kjøretøy som kjører over detektorene mens det er rødt i vedkommende retning og tildele grønttid i forhold til de telte kjøretøy.
3. Forlenge grønttiden så lenge lukene mellom kjøretøyene er kortere enn den innstilte luketid. Denne luketid skal kunne innstilles mellom 0 og 9 sekunder. Pågående forlengelse av grønttiden skal indikeres.

4. Utmåle en fast minimum og maksimum grønttid for hver signalgruppe. Det skal kunne være flere sett av maksimumstider for hver signalgruppe.
5. Utmåle privilegietid for signalgruppene.
6. Gå tilbake til en bestemt hvilefase. I hvilefasen skal fotgjengersignal få grønt umiddelbart ved trykknappanrop, dersom det ikke er anrop i konflikterende signalgruppe. I hvilefase skal anlegget kunne hvile på et hvilket som helst definert punkt i forhold til omløp og videre veksling etter mottak av anrop.
7. Styre i henhold til LHOVRA-prinsippet, som beskrevet i publikasjoner fra det svenske Vägverket, med mindre annet framgår av tilbudsdokumentene.
8. Foreta lokal grøntidsmodifikasjon ved sentralstyring når det foreligger et prioritert anrop, ved at grøntbeskjeder fra en styresentral overstyres i hele eller deler av omløpet.
9. Trafikkstyrte anlegg skal ha mulighet til å gå tidsstyrt ved å legge vender på manøverpanelet til «manuell». Grønttidene skal da følge maksimumstidene som angitt på signalvekslingsskjemaet, avhengig av ukedag/tid på døgnet. Fotgjengersignaler med trykknapp skal kun komme inn etter anrop.
10. Dersom en eller flere detektorer er defekte, skal tilhørende signalgruppe gis fast anrop og forlengelse.

### 3.2.10 Tidsstyring

Skal signalanlegget gå tidsstyrt med flere programmer skal disse kunne programmeres helt uavhengig av hverandre. Veksling mellom de ulike programmene skal skje slik at alle minimumstider for signalgruppene ivaretas. Grønttidene skal kunne endres mens anlegget er i drift. Pågående signalplan skal indikeres på betjeningspanelet, se pkt 3.2.7 Betjeningspanel.

### 3.2.11 Manuell styring

Styreapparatet skal kunne styres manuelt med utgangspunkt i lokalprogrammet, se pkt 3.2.8 Lokalstyring. Den manuelle styringen fungerer ved at en felles trykknapp brukes til å forlenge hver fase. Trykknappen må holdes inne for å gi forlengelse av grønttiden. Slippes knappen skal signalvekslingen skje umiddelbart dersom minimumstiden for alle signalgrupper er oppnådd. Brukes ikke trykknappen går signalanlegget tids- eller trafikkstyrt.

### 3.2.12 Signalhoder

Signalhoder for bruk i signalanlegg for vegkryss og gangfelt skal oppfylle krav i henhold til NS-EN 12368, «Trafikkreguleringsutstyr. Signalhoder», se figur 3.3. Godkjennelse fra uavhengig institusjon skal foreligge før signalthodene tas i bruk. Bestiller skal kunne kreve utstyret testet av en tilsvarende institusjon i Norge for leverandørs regning dersom dette ikke er dokumentert utført tidligere.

Norsk/ engelsk begrep	Henvisning til NS-EN 12368	Klasse som skal brukes i Norge	
		Klasse	Merknad
Signalhode/ Signal head	4.2	IV	IP55
Miljømessige krav/ Environmental requirements	5.1	C	+40°C – -40°C
Lysstyrke av signallys/ Luminous intensities of signal lights	6.3	2/1	Min. 200cd/Maks. 800cd (Hvis ikke annet er spesifisert)
Målemetode	6.4	A/B	
Fordeling av lysstyrke/ Distribution of luminous intensity	6.4	W	Hvis ikke annet er spesifisert
Maksimum fantomsignal/ Maximum phantom signal	6.6	3	
Signaler med symbol/ Signal lights with symbols	6.8	S1	
Bakgrunnsskjerm for signaler/ Background screen of signal lights	6.9	C4	
Motstandsstyrke mot slag/ Impact resistance	7, tabell 9	IR3	

Figur 3.3 Klasseinndeling, NS-EN 12368.

Signalhoder for signalregulerte kryss og gangfelt skal ha halvmatt svart front og skal leveres komplett med festeanordninger for de aktuelle stolper. Festeanordningen skal muliggjøre individuell innstilling av signalhodet i horisontalplanet. Signalhodet skal kunne fastlåses i valgt stilling. Festeanordningene utføres i samme farge og kvalitet som stolpene eller signalhodene. Signalsymboler skal ha den utforming som er angitt i Håndbok N303 «Trafikksignalanlegg».

Signalhodene skal, om ikke annet er spesifisert, leveres med skjermer av normal lengde (lengde omtrent lik linsediameteren).

Benyttes glødelamper skal dette være lamper spesielt beregnet for trafikksignaler. Lamper skal være korrekt avpasset til reflektorenes optiske utforming. Signalhoder med Ø 200 mm og 300 mm skal være utformet for opp til henholdsvis 70W og 100W trafikklamper (230 V), dersom ikke annet er spesifisert i tilbudsgrunnlaget.

Benyttes lyskilder basert på LED-teknologi skal de være konstruert slik at de gir minimum 80% lysintensitet etter utfall av én diode, evt. en gruppe av dioder.

Bakgrunnsskjermer skal være utført i et materiale som oppfyller de krav som settes til materiale i signalhode. Skjermen skal kunne stå direkte sydvendt i minimum 10 år uten at fargen endres vesentlig.

For øvrig gjelder krav angitt i figur 3.3.

### 3.2.13 Detektorer

Signalanlegg kan ha detektorer som registrerer trafikken. Type detektor, antall og funksjon beskrives i tilbudsgrunnlaget.

Detektorer skal kunne utføre en eller flere av følgende funksjoner:

- detektere belegg (tilstedeværelse),
- måle beleggstid,
- måle beleggsandel,
- telle kjøretøy,
- måle hastighet,
- måle tidsluker,
- detektere retning,
- detektere kollektivkjøretøy,
- detektere sykkel og MC/ moped.

Se for øvrig Hb 142 kap 2.8.3.

#### Trykknapper

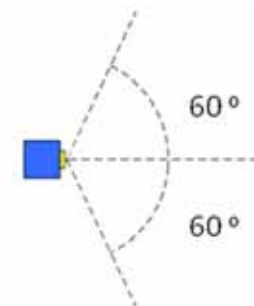
Trykknappenheter skal være utformet slik at det klart framgår hva deres funksjon er. På framsiden skal de være utstyrt med symbol som angir funksjonen. Enheten skal mates med samme spenning som de øvrige signalene montert på stolpen.

Enheten skal være utformet etter stolpen, og skal være av vandalsikker utførelse. Det skal ikke være mulig å åpne den eller komme til elektriske tilkoblinger uten at det brukes spesialverktøy. Den skal ha avrundede hjørner og kanter.

Enhetens grunnfarge skal være blå, og den skal være utstyrt med kvitteringslampe som tenner et hvitt eller gulhvitt lys ved aktivering. Dette lyset skal være godt synbart i dagslys innenfor en sektor på minimum  $120^\circ$  foran enheten (se figur 3.4), i en avstand på minimum 10 meter. Linsen skal være godt beskyttet mot slag og annet hærverk, og lyskilden skal være beskyttet mot vibrasjoner.

Enheten skal ha minimum kapslingsgrad tilsvarende IP55. Den skal være jordet i henhold til gjeldende forskrifter for lavspenningsanlegg. Det skal dokumenteres at det ikke kan oppstå farlige berøringsspenninger ved normal drift eller ved feil i trykknappenheten.

Dersom trykknappen er kombinert med akustisk signalgiver skal den også være utstyrt med taktile symboler som viser beliggenhet av fotgjengerfeltet. Ved gangfelt over flerfeltsveger eller veger med midtrefuge bør enheten i tillegg ha en taktil skisse som på en enkel



Figur 3.4 Sektor for synbarhet av anropssignal.

måte angir felt og refuger som må krysses. Det kan være mer enn én trykknapp på enheten, for å kunne gi anrop til ekstra grøntbehov for gående og/eller for å gi akustisk signal.

### 3.2.14 Akustiske signalgivere

Akustiske signalgivere skal kun gi lydsignal ved grønt lys i tilhørende signalgruppe i henhold til håndbok V322 «Trafikksignalanlegg».

«Grønt» signal skal gis med en tonefrekvens på ca 880 Hz. Tonefrekvensen skal være innstillbar mellom ca 800 og ca 2000 Hz. Pulsfrekvensen for «grønt» signal skal være  $3 \text{ Hz} \pm 0,2 \text{ Hz}$ . Pulsen skal være sagtann- eller firkantbølge. Forholdet mellom lyd og pause skal være  $>1$ .

Dersom det skal gis lyd på rødt lys skal denne ha samme tonefrekvens som på grønt, med en pulsfrekvens på 0,5 Hz.

Dersom enheten skal ha variabelt volum angis dette i tilbudsgrunnlaget. I så fall skal volumet justeres slik at det ligger mellom 0 og 5 db(A) over bakgrunnsstøyen, innen minimums- og maksimumsverdier på henholdsvis 30 og 90 db(A) på 1 meters avstand.

Den akustiske signalgiveren skal kunne utkobles fra styreapparatet via en separat styretråd i signalkabelen.

Dersom det er spesifisert i tilbudsdokumentet skal enheten kunne gi talebeskjed dersom signalanlegget har gått over i gulblink på grunn av overvåkningsfeil. Slik talebeskjed skal i så fall være på norsk, og gis enten automatisk hvert annet minutt eller ved aktivisering av trykk-knapp. Teksten i talebeskjeden skal godkjennes av Vegdirektoratet.

Enhet for akustisk signal kan enten være kombinert med trykknappenhet, eller være en separat enhet. Den skal i så fall plasseres slik at den for trafikanten ikke framstår som en trykknappboks.

Høytteren skal være beskyttet mot vanninntrengning, og enheten skal ha en kapslingsgrad tilsvarende IP55.

## 3.3 Midlertidige skyttelsignalanlegg

### 3.3.1 Generelt

Utstyr for midlertidig signalregulering kan være basert på tilslutning til 230V (-13% – +10%), 50 Hz (64%) vekselstrøm eller på batteridrift, og utendørs montering. Styreenhetens kapslingsgrad skal være minimum IP54, mens stolper/signalhoder skal ha en kapslingsgrad på minimum IP55. Utstyret skal være lett flyttbart, men så stabilt at det ikke vrir eller kommer ut av stilling på grunn av vinddrag fra passerende trafikk. Alle tyngre deler av utstyret skal være på hjul, og bør være gulmalt (RAL 1007) for synbarhetens skyld. Adkomst til styreenheten skal være låsbar. Alle driftsfeil skal være angitt enten i klartekst eller ved indikeringslamper på display i styreenheten. Radioutrustning skal være EMC-testet, og alt utstyr skal være CE-merket. Signalrekkefølge og oppstartsekvens skal være som for permanente signalanlegg, men lengden av det helrøde intervallet i oppstarten skal enkelt kunne tilpasses det enkelte arbeidssted.

### 3.3.2 Stolper og signalhoder

Stolper skal være gule (RAL 1007). Signalhoder skal ha halvmatt svart front og skal leveres komplett med festeanordninger for de aktuelle stolper. Signalhodene skal, om ikke annet er spesifisert, leveres med skjermer av normal lengde (lengde omtrent lik linsediameteren). Signalhodene skal tilfredsstille de samme kravene som for signalhoder i permanente signalanlegg. Signalsymboler skal ha den utforming som er angitt i Håndbok N303 «Trafikksignalanlegg». Festeanordningen skal muliggjøre individuell innstilling av signalhodet i horisontalplanet. Signalhodet skal kunne fastlåses i valgt stilling. Festeanordningene utføres i samme farge og kvalitet som stolpene eller signalhodene.



Figur 3.5 Mobilt skyttelsignalanlegg (eksempel).

### 3.3.3 Detektorer

Radardetektorer skal oppfylle kravene i Europeisk Telekommunikasjonsstandard EN-300440. Radaren skal være robust bygget og i størst mulig grad ha en diskret og vandsikker utforming. Enheten skal ha minimum kapslingsgrad tilsvarende IP55. Radaren skal vanligvis monteres på toppen av en av signalstolpene og skal kunne justeres både i høyde og i sideretning. Radaren skal kun registrere kjøretøyer som beveger seg mot krysset. Radaren bør ha en rekkevidde på minimum 60 meter og skal gi anrop ved hastigheter ned til 5km/t. Detektoren skal fungere tilfredsstillende uten omtrimming ved temperaturvariasjoner mellom – 30 og + 40°C og direkte solstråling.

**Infrarøde detektorer** skal være robust bygget og i størst mulig grad ha en diskret og vandalsikker utforming. Enheten skal ha minimum kapslingsgrad tilsvarende IP55. Detektoren skal vanligvis monteres på toppen av stolpen for primærsignalet og skal da kunne justeres både i høyde og i sideretning. Alternativt kan den plasseres over selve kjørebanelen. Detektoren skal registrere kjøretøyer som befinner seg umiddelbart foran stopplinjen.

**Videodetektorer** skal kunne programmeres via skjerm som tilkobles styreapparatet enten direkte eller via PC. Kameraet skal plasseres slik at et størst mulig område oppstrøms stopplinjen dekkes. Som en tommelfingerregel betyr 1 meter i høyden 10 meter lenger sikt. Kameraet skal være montert slik at det ikke kommer ut av stilling selv i sterk vind, og elektronikken skal ha en stabiliseringsfunksjon slik at små bevegelser ikke skaper problemer for detekteringsfunksjonen. Kameraet skal ha minimum kapslingsgrad tilsvarende IP55.

#### **Styringsformer og overvåking**

Utstyret skal ha følgende mulige styringsformer:

- a) Trafikkstyring
- b) Manuell styring
- c) Tidsstyring
- d) Gult blink
- e) Avslått.

Trafikkstyring vil normalt være den anbefalte styringsformen. Detektorer bør være basert på utstyr som er lett innstillbart og som er plassert over vegbanen, gjerne sammen med signalhodet. Ved manuell styring skal anlegget kunne styres av en operatør plassert utenfor vegbanen. Anleggets tømningstid og grønttid skal være programmerbare på en enkel måte. Rød/gul skal være fast innstilt på 1 sekund, og gult skal kunne settes til enten 3 eller 4 sekunder. Det skal ikke være mulig å sette noen annen tid lavere enn 6 sekunder. Det skal som et minimum kunne programmeres to sett med makstider og styreapparatet skal være utstyrt med kalenderklokke for styring av programvalg. Logikken i styreenheten skal kunne fungere selv når signalene ut er avslått. Etter strømavbrudd skal anlegget kunne starte opp i den driftsformen anlegget gikk i før bruddet.

Signalanlegget skal ha en kontinuerlig overvåking av at det røde lyset i signalhodene i begge ender av den signalregulerte strekningen fungerer (rødlysovervåking), og at det ikke gis konflikterende grønt lys. Ved utfall av en av enhetene eller ved konflikterende grønt lys, skal anlegget enten slukke eller gå til blinkende gult lys. Strømtilførsel og kommunikasjonsutstyr skal ha en kontinuerlig overvåking. Det bør være utstyr for automatisk varsling av ansvarshavende via mobiltelefon eller lignende ved kritiske feil. Reaksjonstiden for overvåkningsfunksjonene skal ikke være større enn 0,3 sekunder.

## 3.4 Kjørefeltsignaler

### 3.4.1 Signalveksling

Signalets virkemåte fremgår av håndbok N303

«Trafikksignalanlegg».

Når signalene er i drift skal den gule skråstillede pilen blinke med en frekvens på ca 40 blink/ minutt (1 sek lys, 0,5 sek mørk).

Norsk/ engelsk begrep	Henvisning til NS-EN 12966-1	Klasse som skal brukes i Norge	
		Klasse	Merknad
Farge/ Colour	7.2	C2	
Luminans/ Luminance	7.3	L3* <sup>1</sup>	
Luminanseforhold/ Luminance ratio	7.4	R2	
Spredning/ Beam width	7.5	B3	
Temperatur/ Temperature	8.2.1	T3	-40°C - +40°C
Forurensningsmotstand/ Resistance to pollution	8.2.2	D1	
Innkapslingsbeskyttelse/ Degrees of protection provided by enclosures (IP-level)	8.2.4	P2 P3	IP 55 IP 56 (tunnel)

<sup>1</sup> L3\* er en spesialklasse for nordiske lysforhold (lav sol).

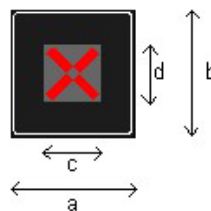
Figur 3.6 Klasseinndeling, NS-EN 12966-1.

Veksling fra en tilstand til en annen skal skje innen maksimalt 1 sekund.

### 3.4.2 Størrelser

Kjørefeltsignaler skal monteres på bakgrunnsskjerm, unntatt i tunneler. Størrelser på skjerm og signal skal minimum være som vist i figur 3.7.

Ved avvik fra angitte minimumsmål skal Vegdirektoratet konsulteres.



	a	b	c	d
V > 80 km/t	1200	1200	500 <sup>1</sup>	500 <sup>1</sup>
V ≤ 80 km/t	1000	1000	400 <sup>1</sup>	400 <sup>1</sup>
Tunnel	-	-	300	300

<sup>1</sup> Gjelder også på utsiden av tunnelinnang.

Figur 3.7 Størrelse kjørefeltsignaler.



## 3.5 Gult blinksignal

### 3.5.1 Generelt

Kravene gjelder både for permanente og midlertidige signaler samt blinkende lyspil. Gult blinksignal kan bestå av enten ett enkeltstående gult blinkende lys eller to horisontalt plasserte, vekselvis blinkende gule lys.

Bruksmåter:

- Oppmerksomhetssignal
- Ledelys
- Blinkende lyspil

### 3.5.2 Klasseinndeling, NS-EN 12352

De ulike klasser for miljøparametre er gitt i figur 3.6:

Norsk/ engelsk begrep	Henvising til NS-EN 12352	Klasse som skal brukes i Norge	
		Klasse	Merknad
Lysstyrke / Luminous intensity	4.1.1	L6	På kjegler etc (2-sidig)
		L7	På trafikkskilt, ledelys etc
		L8L	Ledelys, vegbommer (M.-veg)
		L8H	På traf.skilt, bl. lyspil (M.-veg)
Lysemitterende overflate (linse) / Light emitting surface	4.1.2	P1	For alle andre lykter enn rundtstrålende
Kolometrisk krav / Colometric performance	4.1.4	Cyellow1	
		Cred	For stoppspak
Retrorefleksjon / Retroreflective devices	4.1.5	R1	
Lysfølsomme av/på-brytere / Photosensitive On/Off switches	4.2.1.2	A0	
Spenningsindikator / Voltage indicator	4.2.1.3	I0	
Kontinuitet av emittert lys / Continuity of emitted light	4.2.2.1	F1	Lykter med fast lys
		F2	Blinkende lykter
Blinketid / On-time	4.2.2.2	O1	
Mekanisk styrke / Mechanical strength	4.3.1	M3	
Temperatur / Temperature resistance	4.3.2.2	T2	
Innfesting og låsing / Secure fastening and locking	4.3.3	S2	Innfesting
		S3	Innfesting og låsing

Figur 3.8 Klasseinndeling, NS-EN 12352.

### 3.5.3 Blinkfrekvens

- Enkeltstående gule blinklys skal blinke med en frekvens på ca 60 ±5 blink/min, og med en blinktid mellom 250 og 500 msek.
- To blinkende gule lys brukt sammen skal blinke vekselvis, med en samlet frekvens på 110 ±5 blink/min, med en blinktid mellom 250 og 500 msek.
- Ledelys bestående av en serie av blinklykter skal ha et tidsrom på ca 200 msek mellom aktivering av én blinklykt til aktivering av den neste i serien.
- En blinklykt i et ledelysoppsett kan enten ha normal varighet av blinket slik at lyktene avløser hverandre, eller ha forlenget varighet så lyktene tennes fortløpende i én sekvens.

### 3.5.4 Nedblending

Lykter i klassene L8L og L8H bør være utstyrt med automatisk nedblending avhengig av omgivelsenes lys, som angitt i figur 3.9.

Klasse	40.000 lx dagslys	4.000 lx sv. dagslys	400 lx tusmørke	40 lx belyst veg	0,4-4 lx mørke.
L8M	300–1200	150–600	75–300	37–150	20–80
L8H	1200–4800	600–2400	300–1200	150–600	75–300

Figur 3.9 Effektiv lysstyrke (cd) av gule blinklykter avhengig av lys i omgivelsene.

### 3.5.5 Blinkende lyspil

Blinkende lyspil (signal nr 1100) kan være bygget opp av et antall enkeltlykter (klasse L8H). Antallet skal være tilstrekkelig til å klart definere et pilsymbol.

Lyspilen skal fylle et kvadrat på minimum 1,6 x 1,6 m.

Pilen bør kunne tilkobles utstyr som muliggjør synkronisering med tilsvarende symbol plassert vis-à-vis, for eksempel et radiostyrt ur.

Blinkfrekvensen skal være som spesifisert under pkt 3.5.3.

## 3.6 Rødt stoppblinksignal

Signalhoder for rødt stoppblinksignal skal tilfredsstillende samme krav som signalhoder i signalanlegg for kryss og gangfelt.

Rødt stoppblinksignal kan ha lysåpning 200mm (fartsgrense ≤ 50km/t) eller 300mm. Lykter basert på LED samt lykter plassert i tunneler bør være av størrelse 200mm. Brukt som

vekselblinksignal skal innbyrdes avstand mellom lyktene være 350 eller 500mm for henholdsvis lysåpning 200 og 300mm.

Når røde stoppblinksignaler anvendes sammen med bommer skal signalene begynne å blinke ca 5–10 sekunder før bommen senkes. Signalet plasseres normalt i en bakgrunns-skjerm, men denne kan sløyfes i tunneler etc.

### 3.6.1 Blinkfrekvens

Enkeltstående rødt stoppblinksignal skal blinke med en frekvens på ca  $60 \pm 5$  blink/min, og med en blinktid mellom 250 og 500 msek.

To stoppblinksignaler brukt sammen skal blinke vekselvis med en samlet frekvens på  $110 \pm 5$  blink/min, med en blinktid mellom 250 og 500 msek.

## 3.7 Elektriske anlegg

### 3.7.1 Kompetansekrav

Prosjekterende, utførende og drift/vedlikeholder av det elektriske lavspenningsanlegget skal oppfylle kravene i Forskrift om registrering av virksomheter som prosjekterer, utfører og vedlikeholder elektriske anlegg og Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk. Den delen av skapet som krever sakkyndig kompetanse skal være avlåst og merket med: Adgang kun for sakkyndig (BA5) eller instruert (BA4) personale på grunn av elfarer.

### 3.7.2 Dokumentasjonskrav

Ferdig anlegg skal leveres med samsvarserklæring, risikovurdering, sluttkontroll- dokumentasjon med FEBDOK-beregning, arrangementtegning, en- og flerlinjet kretsskjema, terminalskjema, komponentliste og FDV manual.

Nedgravde kabler skal være digitalt registert.

### 3.7.3 Kopling i stolper

All kopling i stolper skal foregå i tette bokser (IP55) og ikke bare med vrihylser eller lignende inne i stolpen.

### 3.7.4 Vern

Alle vern skal være flerpoledede med vern i alle faser, inklusiv N-leder. I tillegg skal vern på alle utgående kurser ha jordfeilbryter. Beskyttelse mot overspenning skal være vurdert på alle inn- og utgående kabler, både energi- og telekabler. Risikovurderingen skal gi svar på om vernet skal være overvåket.

### 3.7.5 Effekt/ Sterkstrømskabler

Kabler mellom styreapparat og signalstolpe bør ha ledertverrsnitt på minimum 1,5 mm<sup>2</sup>. Det skal brukes kabel av type PFSP hvis ikke annet er oppgitt.

### 3.7.6 Signal-/ svakstrømskabler

Signalkabler til samkjøring bør ha en ledertykkelse på 0,6mm eller 0,9mm, avhengig av avstand. Det anbefales uskjermet kabel med revolverte par av god kvalitet. Der kabelen vil bli liggende i et fuktig miljø bør det vurderes å bruke vaselinfylt kabel (MXLE 0,6 mm).

### 3.7.7 Detektorkabler

Type tilførselskabel for sløyfedetektorer kan være av ulike typer, og avhenger av avstand fra sløyfen fram til detektorforsterker. Kabelen skal tilfredsstillende de krav som anvendt detektorforsterker setter og/eller som spesifisert i tilbudsgrunlaget.

### 3.7.8 Fiberoptiske kabler

Fiberoptiske kabler for signaloverføring skal være av type singlemodus. Kabelen skal legges i trekkerør og med separat søkestråd.

### 3.7.9 Elektriske installasjoner på og i vegdekket

Produsent/leverandør må dokumentere at den valgte installasjonsmetode er minst like sikker som de normerte og oppfyller sikkerhetskravene i Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg. Dokumentasjonen skal leveres sammen med samsvarserklæringen. Armatur og øvrig utstyr skal oppfylle krav gitt i Forskrift om elektrisk utstyr og være CE-merket. Det skal utstedes samsvarserklæring som bekreftelse på at produktene oppfyller gjeldende produktnorm.

Dersom dette ikke kan oppfylles, bygges anlegget etter NEK 400 som et SELV anlegg etter installasjonsmetode nr 1, 2, 57, 58, 59, 60, 70, 71, 72 eller 73 i tabell 52C. Overdekning for kabel skal være minst 60 millimeter. Videre må kabel tåle kulde og reasfaltering, det vil si temperaturer fra -30 til +160°C, noe høyere ved bruk av støpeasfalt, ca 200°C. Strømføringsveien i h.h.t. kabelprodusentens opplysninger og maks omgivelsestemperatur på +30°C. Termisk ledningsevne for asfalt er 1 til 1,5 W / m<sup>2</sup>K. Anlegget skal være frakoplet ved asfaltering og skal kontrolleres etter at asfaltering er avsluttet og før spenningssetting. Kabelen må tåle påregnelige påkjenninger, og ikke svekkes av kjemisk påvirkning fra asfalten. Endeavslutning på kabelen skal ha tetthetsklasse IPX7 eller bedre. Føringsvei i/under asfalten skal være tegnet inn og målsatt på digital tegning.

Prosjektering og installasjon kan bare utføres av firma som oppfyller kravene i Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk og er registrert hos Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap i respektive virkeområde.

Videre skal det utarbeides en FDV-manual som angir frekvens på kontroll av anlegget, hva som skal kontrolleres, detaljert testprosedyre, hvilke verdier som er akseptable, samt tiltak ved reasfaltering, bilbrann, drivstofflekkasjer og andre ulykker (uforutsette hendinger) i nærheten av anlegget.

### 3.7.10 Jordingssystemer og beskyttelsesledere

Det etableres eget jordingssystem med jordelektrode for hvert anlegg. Det må dokumenteres at det ikke kan oppstå farlige berøringsspenninger ved normal drift og ved feil.

Det skal benyttes jordleder av kobber med minstetverrsnitt på 25mm<sup>2</sup>. Jordleder legges i grøft utenfor rør, gjennomgående i alle stolpekummer og til styreskap.

Jf også håndbok V322 «Trafikksignalanlegg», kapittel 2.8.2.

## 3.8 Henvisninger og referanser

- FOR 1993-12-14: Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk
- FOR 1995-08-10: Forskrift om elektrisk utstyr
- FOR 1998-11-06 nr 1060: Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg
- FOR 2002-11-02: Forskrift om registrering av virksomheter som prosjekterer, utfører og vedlikeholder elektriske anlegg
- NS-EN 12352 « Trafikkreguleringsutstyr – Varselblinksignaler»
- NS-EN 12368 « Trafikkreguleringsutstyr - Signalhoder»
- NS-EN 12675 «Styreapparater for trafikklyssignaler. Krav til funksjonssikkerhet»
- NS-EN 12966-1 «Trafikkskilt - Skilt med variable meldinger - Part 1: Produktstandard»
- NEK 400:2002: «Elektriske lavspenningsinstallasjoner»
- NEK-HD 638 S1:2001 «Road Traffic Signal Systems»
- NEK CLC/TS 50509:2007 «Use of LED signal heads in road traffic signal systems»
- NEK-EN 50293 «Electromagnetic Compatability - Road Traffic Signal Systems - Product Standard»
- ETSI EN 300 440 «Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM)»
- Håndbok N200 «Vegbygging»
- Håndbok N303 «Trafikksignalanlegg» (Signalnormalen)
- Håndbok V322 «Trafikksignalanlegg – Planlegging, drift og vedlikehold»



## 4 Varslings- og sikringsutstyr





4	Varslings- og sikringsutstyr	70
4.1	Generelt	72
4.1.1	Innledning	72
4.1.2	Gyldighet	72
4.1.3	Internasjonale krav	72
4.1.4	Definisjoner og begreper	73
4.2	Varslingsutstyr	73
4.2.1	Trafikkskilt	73
4.2.2	Varselpanel	75
4.2.3	Trafikksylindre og –kjegler, midlertidige hindermarkeringer	78
4.2.4	Stoppapak	79
4.2.5	Lykter	79
4.3	Sikringsutstyr	80
4.3.1	Generelt	80
4.3.2	Tversgående sikring plassert på og ved kjørebane	81
4.3.3	Tversgående sikring montert på kjøretøy	81
4.3.4	Langsgående sikring mot kjørende trafikk	82
4.3.5	Langsgående sikring mot myke trafikanter	83
4.3.6	Visuell markering av sikringsutstyr	84
4.4	Personlig verneutstyr	85
4.4.1	Arbeidstøy	85
4.4.2	Jakke for manuell dirigering	85
4.5	Henvisninger og referanser	86

## 4.1 Generelt

### 4.1.1 Innledning

Statens vegvesen har en 0-visjon, en visjon om et transportsystem som ikke fører til tap av liv eller varig skade. Arbeid på og ved veg medfører risiko, og kravene som stilles til de funksjonelle egenskapene til utstyr som skal benyttes til å varsle og sikre arbeidere og trafikanter er høye. Ulykkestypene møte- og utforkjøringsulykker er dominerende blant de ulykkestyper der det er mange drepte og skadde. Tiltak rettet spesielt mot disse ulykkestypene vil derfor være svært viktig.

Del 4 av håndbok R310 inneholder tekniske krav til innkjøp av vegutstyr som benyttes til vegarbeidsvarsling. Det skilles mellom følgende begreper:

**Varsling:** Hensikten med varsling er å gi trafikantene beskjed om at det foregår vegarbeid, og om hvordan kjøreadferden må tilpasses deretter. Til varsling benyttes normalt utstyr som er definert i skiltforskriften (trafikkskilt, vegoppmerking og trafikklyssignaler).

**Sikring:** Hensikten med sikring er å sperre av arbeidsområdet slik at verken arbeidere eller trafikanter kommer til skade dersom varslingen ikke blir etterfulgt. Sikring skal komme i tillegg til varsling i de tilfeller der dette er nødvendig.

### 4.1.2 Gyldighet

Kravene i håndbokens del 4 gjelder for de produkter som er omtalt i håndboken og som settes opp langs nye og eksisterende veger. Kravene gjelder innenfor produktenes garanti-tid. For tekniske krav utover garantitiden vises det til håndbok N301 «Arbeid på og ved veg» og håndbok R610 «Drift og vedlikehold».

### 4.1.3 Internasjonale krav

Utstyr til varsling og sikring av arbeidssteder omfattes delvis av de samme europeiske krav som stilles til permanent utstyr, og delvis av spesifikke europeiske krav for midlertidig utstyr.

Når det gjelder krav til energiabsorberende sikringsutstyr for kjøretøy (TMA: Truck Mounted Attenuators), benyttes inntil videre klassifiseringer utviklet innenfor National Cooperative Highway Research Program (NCHRP).

Der de europeiske normer krever at produkttyper skal være CE merket for å ha kommersiell adgang til markedet, gjøres dette også gjeldende for Norge.

#### 4.1.4 Definisjoner og begreper

Skiltutforming:	Symbolutforming, farger, bordbredder, teksthøyder og skiltstørrelser.
Skiltflater:	Den delen av trafikkskiltet som inneholder budskap til trafikantene.
Skiltplater:	Det fysiske medium som skiltflaten ligger på.
Trafikk-kjegle:	Et tredimensjonalt objekt med konisk form, og som består av en eller flere deler inklusive en bunnplate, et konisk kjeglelegeme og en eller flere retro-reflekterende overflater.
Trafikksylinder:	Et tredimensjonalt objekt med hovedsakelig sylindrisk form, og som består av en eller flere deler inklusive et sylinderlegeme og en eller flere retro-reflekterende overflater.
Vegbanereflektor:	En horisontal, trafikk-ledende innretning som reflekterer innkommende lys ved hjelp av retroreflektorer i den hensikt å varsle, lede eller informere vegbrukere.
Langsgående sikring:	Omfatter utstyr som benyttes langs arbeidsstedet for å skille arbeidsstedet fra områder som benyttes av gående eller kjørende trafikk.
Tversgående sikring:	Omfatter utstyr som benyttes på tvers av vegbanen i forkant av arbeidsstedet med det formål å skape en sikkerhetssone mellom eventuelle kjøretøy som ikke tar hensyn til skiltingen foran arbeidsstedet og selve arbeidsstedet med utstyr og personer som arbeider på vegen.

## 4.2 Varslingsutstyr

### 4.2.1 Trafikkskilt

#### Generelt

Generelle tekniske krav for faste trafikkskilt og skiltoppsettingsutstyr (jf håndbok R310 del 1 og 5) gjelder også for skilt, oppsettingsutstyr og fundamenter som benyttes til arbeidsvarsling, hvis ikke annet er angitt i de følgende bestemmelser.

Det er ikke lov til å benytte skilt, oppmerking, signaler mm som ligner på eller som kan forveksles med tilsvarende utstyr som det som er beskrevet og definert i skiltforskriften.

Det er ikke tillatt å plassere firmalogo eller liknende på reflekterende deler av varslingsutstyr.

#### Skiltflater

Skiltutformingen (symboler, skiltstørrelse) skal være som angitt i håndbok N300 og N301, og det skal ikke benyttes andre farger enn det som er angitt i håndbok N301.

Alle skilt skal ha refleksfolie klasse 3, med unntak av skilt 362/364 for trafikk ut av arbeidsområdet. Folien skal tilfredsstille alle krav som stilles til folie på faste skilt, jf håndbok R310 del 1.

### Skiltplater

Skiltplater skal enten tilfredsstillende krav til faste skilt, eller være av en slik beskaffenhet at den ved bruk er tilnærmet plan, og slik at vind eller passerende trafikk ikke gir så store bevegelser i skiltflaten at det blir merkbart vanskeligere å oppfatte skiltbudskapet.



Figur 4.1 Foldeskilt (eksempel).

### Skiltoppsettingsutstyr

Skiltoppsettingsutstyr skal tilfredsstillende kravene i håndbok R310 del 5 hvis ikke annet er angitt i dette kapittel.

**Krav til stabilitet:** Skilt som benyttes til arbeidsvarsling skal tåle belastninger fra passerende trafikk og normale vær- og vindforhold uten å velte, bli snudd eller flyttet sidelengs.

**Fundamenter:** Flyttbare fundamenter plassert oppe på bakken kan benyttes dersom kravene til stabilitet tilfredsstillende. Fundamenter på områder med gangtrafikk skal være utformet, merket eller plassert slik at de ikke medfører snublefare, heller ikke for synshemmede.

#### Fundamentene kan være:

- overkjørbare, dvs maks. 20cm høye, og slik utformet at det ikke kan oppstå stor fare for skade dersom de blir på- eller overkjørt, eller:
- ikke overkjørbare. De skal da merkes og eventuelt sikres dersom de plasseres innenfor vegens sikkerhetssone.

**Stolper og festeanordninger:** Krav i håndbok R310 del 5 skal tilfredsstillende, bortsett fra at det kan benyttes festeanordninger som er lettere å åpne ved oppsetting eller nedtaking av skilt.

#### Spesielle krav til sidekanter og baksider:

Dersom skilt eller skiltutstyr er plassert slik at det er fare for at trafikanter eller vegarbeidere kan treffe skiltutstyrets bakside, skal skiltstolpe eller skiltets bakside gjøres synlig med retroreflekterende tape med rød, oransje eller fluorescerende gulgrønn farge. Slike markeringer skal ikke kunne forveksles med ordinær skilting.

### Utstyr for å tildekke skilt

**Hetter og dekkplater:** Hetter skal være av vannbestandig materiale og helst ha grå eller annen nøytral farge. I spesielle tilfeller kan hetten ha påtrykt annet skiltsymbol (f.eks. parkeringsregulering), og skal i så fall være hvit eller lys grå.

Dekkplater benyttes for å tildekke hele eller deler av et skilt. Platen skal være slik at det blir en luftespalte mellom skiltet og dekkplaten. Bruk av dekkplaten skal ikke ødelegge skiltfolien på skiltet som tildekkes.

**Oransje tape:** For å vise at hele eller deler av et opplysnings-, service- og vegvisningsskilt ikke gjelder, kan det benyttes oransje tape med svart bord på begge sider. Hver av bordene skal ha bredde lik  $\frac{1}{4}$  av tapebredden, slik at det oransje feltet er lik  $\frac{1}{2}$  tapebredde.

Tapebredden avhenger av teksthøyden på tekstsilt:

Teksthøyde mm	105–175	210–280	350–
Tapebredde mm	50	75	100

Figur 4.2 Bredder på tape for å sette skilt ut av funksjon.

Tapen skal sitte så godt at den ved normal bruk ikke løsner fra skiltet. Samtidig skal det ikke kunne oppstå skade på skiltfolien når tapen fjernes.

Oransje tape skal bare benyttes etter regler gitt i håndbok N300 del 1 og i håndbok N301.

## 4.2.2 Varselpanel

### Beskrivelse

Varselpanel er en kombinasjon av sperremerker, gult blinkende lys (signal 1098) og evt. andre trafikkskilt eller en blinkende lyspil (signal 1100). Dette kan være montert som en separat mobil enhet, som del av en tilhenger eller direkte på et arbeidskjøretøy.

Et varselpanel som en separat enhet eller montert på tilhenger skal minimum bestå av étt lavt plassert og étt høyt plassert skilt nr 930 «Sperremerking».

I tilknytning til det høyt plasserte skiltet skal det være plassert to vekselvis blinkende gule lys (signal 1098). Disse skal ikke overlapse sperremerkingen eller andre elementer i varselpanelet, men kan inngå som del av en blinkende lyspil.

Mellom de to skilt 930 «Sperremerking» kan det plasseres andre offentlige trafikkskilt og/eller en lyspil (signal 1100). Trafikkskilt eller lyspil som plasseres på panelet får ikke overlapse hverandre eller de to skilt 930, og skal i sin helhet være innenfor varselpanelets ytterkant. Disse trafikkskiltene skal alltid være tildekket eller fjernet når de ikke er i aktiv bruk og ved transport.

Når det benyttes blinkende lyspil (signal 1100), skal de gule blinksignalene ikke være i funksjon. Lyspilen skal fylle et kvadrat på minimum 1,6 x 1,6 m.

Krav til lykter på varselpanel er gitt i kap 4.2.5.

Når det vises både signal 1100 og skilt 404 på varselpanelet bør det være en automatisert kontroll av at disse alltid viser samme kjøreretning.

På baksiden av varselpanelet kan det være et symbol som indikerer retningen på signal 110/ skilt 404, men dette skal være slik utformet at det ikke kan forveksles med et signal eller budskap til kjørende.

#### Varselpanel på tilhenger og lignende

Varselpanel kan monteres på tilhenger, tilhenger-redskap eller påhengsvogn, dersom disse tilfredsstillt kravene som er gitt i kjøretøyforskriften for denne type kjøretøy.

Skiltoppsettet skal være slik at varselpanelet har tilstrekkelig stabilitet under drift og ved transport.

Når tilhenger eller enhet er parkert, men ikke er i aktiv bruk, skal én sperremerking være synlig.

Under transport skal minst én sperremerking være synlig.

#### Varselpanel på motorkjøretøy

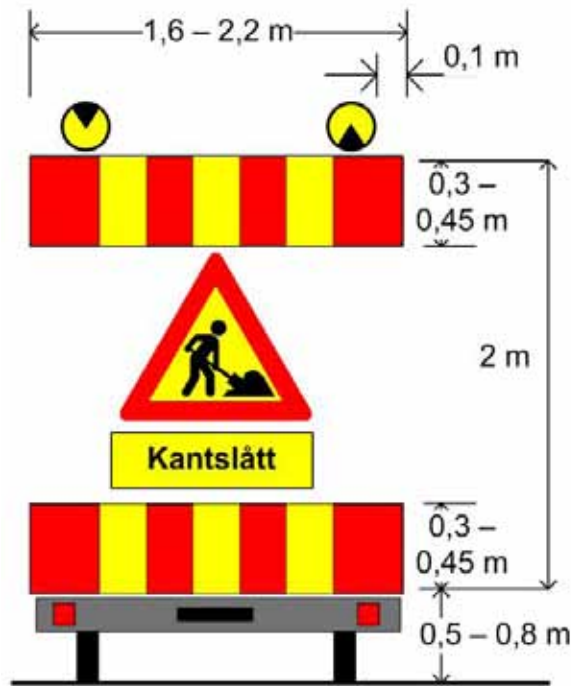
Varselpanel kan også monteres direkte på kjøretøy eller motorisert arbeidsredskap. Alle elementer i varselpanelet behøver da ikke å stå i samme vertikale plan, men trafikantene som ferdes mot panelet skal få et visuelt inntrykk av at de gjør det.

Varselpaneler skal ikke være bredere enn det kjøretøyet de er festet på. Dersom tekniske forhold tilsier det, kan de to sperremerkene ha ulik bredde, men i så fall skal ytterkantene på utstyret den er montert på markeres forskriftsmessig.

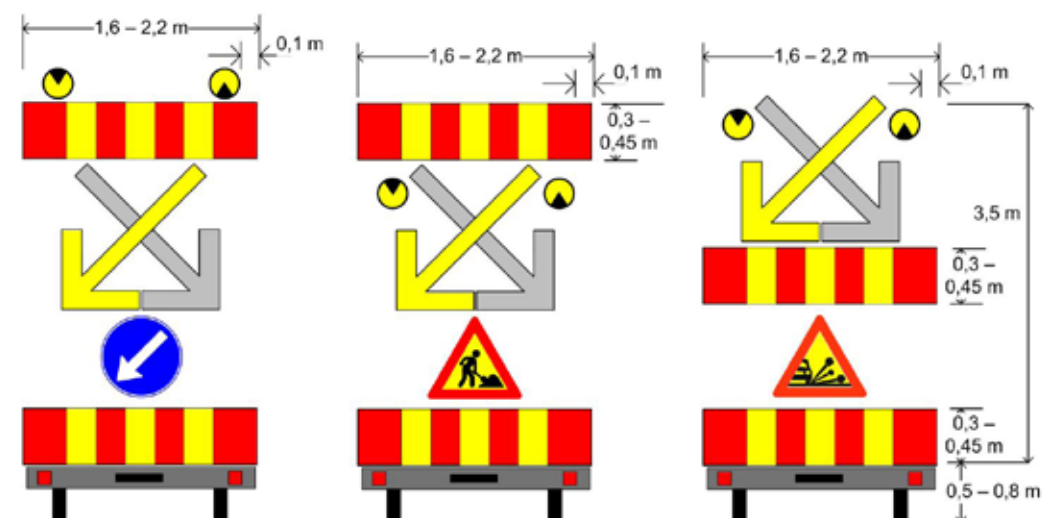


Figur 4.3 Varselpanel på motorkjøretøy med støtpute.

Eksempler på varselpanel er vist på figur 4.4 og 4.5. Toleransekrav for oppgitte størrelser er  $\pm 0,1\text{m}$ .



Figur 4.4 Eksempel på varselpanel, normal størrelse.



Figur 4.5 Eksempel på varselpanel, stor størrelse.

Norsk/ engelsk begrep	Henvisning til NS-EN 13422	Klasse som skal brukes i Norge	
		Klasse	Merknad
Kategori B kjegle/ category B cone	3.5	B	
Kategori B sylinder/ category B cylinder	3.9	B	
Form på kjegler/ Shape of cones	4.1.1.1	S1	
Dimensjoner på trafikkjegler/ Dimensions of traffic cones	4.1.2	W2	
Ytelse av retroreflektive overflater under våte forhold/ Performance of retroreflective surfaces in wet conditions	6.1.2.6	WT0	

Figur 4.6 Klasseinndeling, NS-EN 13422.

### 4.2.3 Trafikksylindre og –kjegler, midlertidige hindermarkeringer

#### Trafikksylindre og -kjegler

Trafikksylindre og –kjegler skal tilfredsstille krav i NS-EN 13422, med klasser som angitt i figur 4.6.

Både trafikk-kjegler og trafikksylindre skal være av kategori B, det vil si at bare deler av kjeglen/sylindren skal ha retroreflektiv overflate. Den retroreflekterende flaten skal ha en høyde på minst 20 % av kjeglens eller sylindrens høyde og skal være plassert i området mellom  $\frac{1}{2} H$  og  $\frac{3}{4} H$  målt fra bakken.

De retroreflekterende flatene skal oppfylle farge- og luminanskravene for fluorescerende gulgrønn farge i håndbok R310 del 1. De ikke-reflekterende flatene på kjeglelegemet skal oppfylle farge- og luminanskrav gitt i NS-EN 13422. De retroreflekterende flatene skal i ny tilstand oppfylle kravene til retrorefleksjonskoeffisient  $R'$  i håndbok R310 del 1.

Det skal ikke benyttes kjegler eller sylindre med lavere høyde enn 450 mm.

Kjeglens form skal være i henhold til klasse S1, det vil si at vinkelen mellom kjegleoverflaten og vertikalen skal være  $10^\circ (\pm 2,5^\circ)$  for minimum de øvre 75 % av kjeglens høyde. De nedre 25 % over kjeglens fot kan ha en økt vinkel på mellom  $7,5^\circ$  og  $14,5^\circ$ .

Kjeglens minstevekt inklusive bunnflate skal være i henhold til klasse W2:

Høyde (mm)	Vekt (kg)
$>900 \leq 1000$	6,0
$>750 \leq 900$	4,0
$>500 \leq 750$	1,9
$>450 \leq 500$	1,8

Figur 4.7 Vektkrav til kjegler i forhold til kjeglehøyde.



### Midlertidige hindermarkeringer

Skilt 906 Hindermarkering kan benyttes som skille mellom kjørefelt eller begrensning av kjørefelt, og kan da ha redusert størrelse, men ikke mindre enn høyde 450 mm.

Slike skilt skal være utformet slik at de ikke medfører stor fare for skade ved påkjøring. De kan være montert på overkjørbare ledeskinner som kan monteres i sammenhengende rekke. Kravene til stabilitet for trafikkjegler og -sylindre skal oppfylles ved slik bruk (jf NS-EN 13422).



Figur 4.8 Eksempel på hindermarkeringer montert i rekke på en ledeskinne.

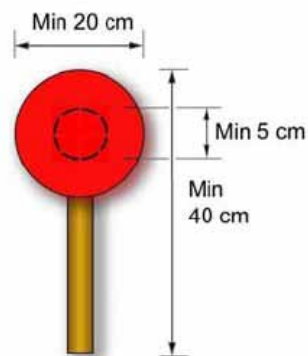
For å feste på rekkverk og annet sikringsutstyr for å markere disse, tillates det å benytte markeringer som likner på skilt 906, men som er mindre enn minstekravet for dette skiltet og med bare én gulgrønn, reflekterende skråstripe. Denne skråstripen skal ha samme retning som om det hadde vært skilt 906.

### 4.2.4 Stoppspak

Stoppspak skal ha en utforming som vist på figur 4.9. Total lengde skal være minimum 40 cm og diameter på skilt delen minimum 20 cm.

Den runde delen skal på den ene siden være rød med en rødfarge som tilfredsstiller fargekravene til rød farge på trafikkskilt. Den andre siden skal være i en nøytral farge.

Den røde siden skal ha refleksfolie klasse 3. Den røde siden kan for å forsterke synbarheten i mørke ha en sirkulær rød lykt som lett kan slås av og på og med en diameter på minimum 5 cm.



Figur 4.9 Stoppspak.

### 4.2.5 Lykter

Se del 3, kap. 3.5.

## 4.3 Sikringsutstyr

### 4.3.1 Generelt

Sikringsutstyr skal hindre trafikanter i å komme inn på vegarbeidsområder eller inn på områder beregnet for andre trafikanter, og på den måten unngå skader både på arbeidere, utstyr, konstruksjoner og trafikantene selv. Sikringsutstyr skal også utformes og anvendes slik at det selv ikke øker, men reduserer skadeomfanget ved en påkjørsel.

Det skal alltid gjøres en risikovurdering, jf håndbok N301, for å finne behovet for bruk av sik-ringstiltak og for å bestemme hva slags sikringsutstyr som skal benyttes.

#### Tversgående sikringer

Formålet med tversgående sikring er å skape en buffersone mellom sikringen og selve arbeidsstedet med utstyr og personer som arbeider på veggen. Bruk av bare varslingsutstyr (hindermarkeringer og varselpanel) regnes ikke som tversgående sikring.

Som tversgående sikring regnes:

- Utstyr på kjørebane:
  - Kjøretøy (ved lavt hastighetsnivå)
  - Standardisert utstyr beregnet for å fungere som sikring
- Utstyr på kjøretøy: bufferbil (TMA)
- Utstyr på faste gjenstander: energiabsorberende ende på rekkverk og lignende

#### Langsgående sikring mot kjørende trafikk

Langsgående sikring mot kjørende trafikk er alltid rekkverk som anvendes for å hindre kjørende langs arbeidsstedet i å:

- komme inn på arbeidsområdet,
- komme inn på midlertidige områder for gang- og sykkeltrafikk,
- komme inn på midlertidige områder for motgående trafikk.

Rekkverk kan også anvendes i endene av arbeidsstedet som tversgående sikring, men må da utformes slik at det ved påkjøring ikke medfører økt skadeomfang. Rekkverk skal utfor-mes og anvendes etter regler gitt i håndbok N101 og spesielle regler for langsgående sikrin-ger gitt i håndbok N301. Liste over godkjente rekkverk er vist på: [www.vegvesen.no/Fag/ Publikasjoner/ Vegnormaler/Rekkverk+og+master/Godkjente +rekkverk](http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Vegnnormaler/Rekkverk+og+master/Godkjente+rekkverk)

#### Sikring mot gående og syklende

Sikring mellom arbeidsområdet og gående og syklende skal minimum tåle å bli truffet uforvarende av myke trafikanter uten å bli flyttet vesentlig, og uten at trafikantene blir skadet. Sikringen skal ikke medføre fare eller stor ulempe for svaksynte og blinde.

### 4.3.2 Tversgående sikring plassert på og ved kjørebane

Dette er utstyr som gjennom utforming, festemåte og tyngde stanser kjøretøy uten at kjøretøy og trafikanter påføres stor skade og uten at sikring eller kjøretøy kommer ut av buffersonen og skader arbeidere eller andre personer eller utstyr.

#### Standardisert utstyr på kjørebane

Før slikt utstyr anvendes skal det foreligge tester som viser at utstyret tilfredsstillende generelle brukskrav for slikt utstyr. Utstyret skal være godkjent av Vegdirektoratet eller tilsvarende nordisk etat.

Utstyret skal bare anvendes i samsvar med betingelsene som ble benyttet ved testene.



Figur 4.10 Tversgående sikring på kjørebanen, med varslingsutstyr.

#### Standardisert utstyr på rekkverksender eller foran faste gjenstander

Rekkverksender skal være utformet i samsvar med håndbok N101.

Foran faste gjenstander som kan medføre fare ved påkjørsel, skal det om mulig anvendes energiabsorberende utstyr i samsvar med kravene i kap. 9 i håndbok N101, eller annet utstyr med dokumentasjon av at det kan fungere som sikring i denne type situasjoner.

### 4.3.3 Tversgående sikring montert på kjøretøy

#### Kjøretøy eller arbeidsredskap med varselpanel

Kjøretøy eller arbeidsredskap kan, ved kortvarige eller bevegelige arbeider og lavt hastighetsnivå benyttes som tversgående sikring og plasseres i så fall på kjørebane i en slik avstand at det blir en tilstrekkelig lang buffersonen fram til arbeidsområdet. Tyngden på kjøretøyet eller arbeidsredskapet avgjør lengden på buffersonen.

Sikkerhet for føreren av sikringskjøretøyet ved eventuell påkjøring må vurderes hvis vedkommende sitter kontinuerlig i kjøretøyet. Det må også vurderes hvilke skader som vil oppstå på sjåfør og passasjerer i et kjøretøy som kjører på det som fungerer som tversgående sikring. Lastebiler må minimum ha spesielt påkjøringshinder bak for å hindre at den påkjørende kommer inn under lasteplan eller liknende.

Varselpanel kan monteres direkte på kjøretøy eller motorisert arbeidsredskap som benyttes som tversgående sikring. Dette skal utføres slik at ordinære lykter ikke tildekkes, og slik at føreren fortsatt har tilstrekkelig sikt.

### Kjøretøy med energiabsorberende utstyr

Ved arbeid på høytrafikkerte veger og veger med høyt hastighetsnivå bør tversgående sikring bestå av et tungt kjøretøy som i tillegg til varselpanel også er utstyrt med energiabsorberende utstyr som reduserer skadene på påkjørende kjøretøyer og på sjåføren i kjøretøyet med varselpanelet.

Slikt utstyr skal ha bestått tester beskrevet i NCHRP1 Report 230 eller 350 i henhold til figur 4.11, og i tillegg være godkjent av Vegdirektoratet eller tilsvarende nordisk etat. Godkjenningen vil være basert på dokumentasjon fra ISO-godkjent testinstans.

	Test nummer	Merknader
NCHRP Report 230	50 og 51 og 54	Stor bil (2041 ± 136 kg), 0° på senterlinje, 97 km/t Liten bil (1134 ± 45 kg), 0° på senterlinje, 97 km/t Stor bil (2041 ± 136 kg), 10-15° på senterlinje, 97 km/t
NCHRP Report 350	3-50 og 3-51 og 3-52 eller 3-53	Liten bil (895 ± 25 kg), 0° på senterlinje, 100 km/t Stor bil (2000 ± 45 kg), 0° på senterlinje, 100 km/t Stor bil (2000 ± 45 kg), 0°, offset på senterlinje, 100 km/t Stor bil (2000 ± 45 kg), 10°, offset på senterlinje, 100 km/t

Figur 4.11 Test NCHRP 230/350.

Utstyret skal bare brukes i henhold til produsentens retningslinjer. Minimumsbredde: 1,75m.

Lenke til liste over godkjent utstyr ligger på: <http://www.vegvesen.no/Fag/Veg+og+gate/Drift+og+vedlikehold/Arbeidsvarsling/Pekerside>



Figur 4.12 Energiabsorberende utstyr på kjøretøy (eksempler).

### 4.3.4 Langsgående sikring mot kjørende trafikk

Langsgående sikring mot kjørende trafikk skal oppfylle kravene i håndbok N101 Rekk-verksnormalen og spesielle krav til rekkverk ved vegarbeid i håndbok N301. Dette gjelder blant annet krav til fastsettelse av sikkerhetsavstand (A) og sikkerhetssonebredde (S) i håndbok N101, og spesielle krav til langsgående sikring mot kjørende trafikk i håndbok N301.

Rekkverk som benyttes i forbindelse med vegarbeid bør ha styrkeklasse T1, T2 eller T3 for midlertidige situasjoner, avhengig av forholdene på stedet. Rekkverk som tilfredsstillt kravene for normale situasjoner (N1, N2) kan også benyttes. Utstyr som ikke tilfredsstillt kravene i håndbok N101 skal ikke benyttes.



Figur 4.13 Langsgående sikring (eksempler).

#### 4.3.5 Langsgående sikring mot myke trafikanter

Reglene i håndbok N101 kap. 2.10 skal benyttes hvis gang- og sykkelveg eller fortau omlegges i forbindelse med vegarbeid, og anlegget har en varighet på mer enn 5 arbeidsdager. For gang- og sykkelveger nær anleggssteder gjelder håndbokens kapittel 2.12 tilsvarende.

Ved kortvarige arbeider skal minimum visuell markering og helst en lettere, fysisk sikring benyttes. Den skal ha føringskant for stakk benyttet av blinde og svaksynte, og skal kunne tåle:

- at synshemmede kommer i kontakt med sikringen uten fare for skade på personer eller sikring
- at gående og syklende uforvarende eller bevisst kommer bort i sikringen uten at den veltes eller flyttes
- begrenset forsøk på hærverk



Figur 4.14 Sikring mot gående og syklende (eksempler).

### 4.3.6 Visuell markering av sikringsutstyr

#### Bruk av trafikkskilt og lignende

Sikringer bør kombineres med varslingsutstyr som gjør de godt synlige for de trafikantgrupper de er beregnet på. Slikt varslingsutstyr skal som hovedregel være skiltutstyr jf kap 4.2.1, f.eks. hindermarkeringer, trafikk-kjegler eller trafikksylindere.

For visuell markering kan også benyttes annet utstyr som sperrebukk og ulike typer horisontale markeringer, dersom de tilfredsstillende krav som er gitt i denne håndbok.

#### Sperrebukker og lignende

Sperrebukker kan benyttes som bærer av horisontale markeringer, for eksempel sperreplank utformet som skilt 930. Som tverrstående markering bør sperrebukk ikke brukes alene.

Sperrebukk og sperreplank kan benyttes som avgrensning av arbeidsområdet der en risikovurdering har vist at det ikke er behov for rekkverk eller annen tversgående sikring. Slik bruk av sperrebukk og sperreplank skal ikke benyttes mot kjørende trafikk der fartsgrensen er høyere enn 40 km/t.

Sperrebukker skal hovedsakelig ha rød farge og skal i tillegg ha enkelte fluorescerende gule felt. På hver side skal det være minst ett slikt gult felt med retroreflekterende egenskaper tilsvarende skiltfolie klasse 3. Disse feltene skal minimum være 20 cm<sup>2</sup> store.

Sperrebukker skal oppfylle kravene til stabilitet for trafikkjegler av tilsvarende høyde. Det skal i tillegg tas spesielt hensyn til konsekvensene dersom blinde eller svaksynte uforvarende går på utstyret.

Dersom det benyttes annet utstyr for å holde visuelle markeringer oppe, skal disse enten selv ha tilstrekkelig synbarhet i dagslys (avvikende farge) og i mørket (refleks), eller så skal det utstyret som holdes oppe ha tilsvarende synbarhet. Slikt utstyr skal også ha stabilitet tilsvarende trafikkjegler, og skal ved normal bruk ikke kunne utgjøre en fare for trafikanter.

## 4.4 Personlig verneutstyr

### 4.4.1 Arbeidstøy

Alle arbeidstakere som arbeider på offentlig veg som er åpen for alminnelig ferdsel, skal benytte verneklær i samsvar med NS-EN 471 «Meget godt synbart vernetøy». Verneklærne skal alene eller til sammen oppfylle kravene i verneklasse 3.

### 4.4.2 Jakke for manuell dirigering

For å forsterke synbarheten av personell som foretar manuell trafikkdirigering i forbindelse med vegarbeider, skal slikt personell alltid være iført en egen type jakke som tilkjenner den spesielle funksjonen de har overfor kjørende. Jakken skal brukes av alle som foretar slik trafikkdirigering, unntatt politi i tjeneste. Denne jakketypen skal bare benyttes ved manuell trafikkdirigering.

Jakken skal tilfredsstillе samme krav som annet arbeidstøy, jf foregående overskrift. Jakken skal ha oransje fluorescerende midtstykke, og sidefelter og ermer i fluorescerende gult. I tillegg skal jakken ha hvite mansjetter. De gule og oransje feltene skal skilles med 5 cm refleksbånd som går over skuldrene og ned både foran og bak på jakken. Det skal også gå to refleksbånd rundt bolen. Ermene skal ha to refleksbånd som går rundt ermet i samme høyde som på selve jakken. Det nederste refleksbåndet skal være mellom den gule og den hvite delen av ermet.



Figur 4.15 Jakke for manuell dirigering (Mål for størrelse «L»).

Slike jakker skal ikke ha svært synlig logo eller annen etats- eller firmamarkering. Det kan likevel tillates en logo på venstre erme, men ikke med større dimensjon enn 3x9 eller 4x6 cm.

## 4.5 Henvisninger og referanser

- FOR-2005-10-07-1219 Forskrift om offentlige trafikkskilt, vegoppmerking, trafikklyssignaler og anvisninger (skiltforskriften).
- FOR-1994-10-04-918 Forskrift om tekniske krav og godkjenning av kjøretøy, deler og utstyr (kjøretøyforskriften)
- FOR-1998-11-06-1060: Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg
- NS-EN 12352 «Trafikkreguleringsutstyr - varselblinksignaler».
- NS-EN 12676 «Ettergivende konstruksjoner for vegutstyr»
- NS-EN 1317 «Skadereduserende vegtiltak».
- NS-EN 1436 «Vegmerkingsmaterialer».
- NS-EN 1463-1: «Vegbanereflektorer - Del 1: Funksjonskrav i ny tilstand».
- NS-EN 1790 «Prefabrikkerte vegmerkingsmaterialer».
- NS-EN 471 «Meget godt synbart vernetøy».
- NS-EN13422 «Trafikkskilt – Transportable deformerbare varselinnretninger og kantstolper – Sperremateriell – Kjegler og sylindre».
- Håndbok N200 «Vegbygging».
- Håndbok N303 «Trafikksignalanlegg»
- Håndbok N302 «Vegoppmerking».
- Håndbok N300 «Trafikkskilt».
- Håndbok N301 «Arbeid på og ved veg»
- Håndbok R310 «Trafikksikkerhetsutstyr» Del 1, 3, 5, 6.
- Håndbok N101 «Rekkverksnormalen».
- NCHRP Report 230: Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Appurtenances (Washington DC 1981)
- NCHRP Report 350: Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features (Washington DC 1993)





## 5 Oppsettingsutstyr



<b>5 Oppsettingsutstyr</b>	<b>88</b>
5.1 Generelt om oppsettingsutstyr	90
5.1.1 Innledning	90
5.1.2 Begreper og definisjoner	90
5.1.3 Status internasjonale krav	90
5.1.4 Oversikt over godkjente lysmaster, skiltmaster og signalmaster	90
5.2 Funksjonskrav	91
5.2.1 Lysmaster	91
5.2.2 Portaler	98
5.2.3 Stolper og master for skilt og signaler	98
5.2.4 Ettergivende master	105
5.2.5 Fundamenter	111
5.3 Materialkrav	111
5.3.1 Materialkrav til lysmaster	111
5.3.2 Materialkrav til portaler	113
5.3.3 Materialkrav til skilt- og signalmaster	113
5.3.4 Materialkrav til stolper for trafikkskilt	113
5.3.5 Overflatebehandling	114
5.3.6 Fundamenter	115
5.4 Henvisninger	120

## 5.1 Generelt om oppsettingsutstyr

### 5.1.1 Innledning

Statens vegvesen har en 0-visjon, en visjon om et transportsystem som ikke fører til tap av liv eller varig skade. Ulykkestypene møte- og utforkjøringsulykker dominerer stort blant de ulykkestypene der det er mange drepte. Tiltak rettet spesielt mot disse ulykkestypene vil derfor være svært viktig.

Oppsettingsutstyr vil ofte måtte plasseres innenfor sikkerhetssonen som er definert i hånd-bok N101 «Rekkverk». I denne delen av håndbok R310 finner man derfor krav til funksjon og materialer i forbindelse med produksjon og bruk av oppsettingsutstyr.

### 5.1.2 Begreper og definisjoner

Oppsettingsutstyr er utstyr som benyttes som bæring for trafikkikkerhetsutstyr. Oppsettingsutstyr omfatter i dette dokumentet skiltstolper, skiltmaster, skiltportaler, lysmaster, signalstolper og stolper til automatisk trafikkontroll (fotobokser), styringsskap/fordelingsskap m.m. med tilhørende fundament.

I tabellen nedenfor er angitt vanlige begreper for oppsettingutstyr med teknisk definisjon og betegnelse som er brukt i del 5 av håndbok R310.

### 5.1.3 Status internasjonale krav

CEN- standarder som omhandler fagområdet oppsettingsutstyr og er godkjente som NS-Norsk Standard, samt andre aktuelle publikasjoner er angitt i referanselisten bakerst i håndboken.

De mest aktuelle standardene for oppsettingsutstyr er NS-EN 12899-1, NS-EN 40-3-1 og NS-EN 12767. De mest relevante kravene fra disse standardene er tatt med i denne del 5. Videre er de mest relevante kravene fra NS-EN 12899-1 også tatt med i del 1. Når CE-merking av ulike produkter blir et krav, vil det bli informert om dette.

### 5.1.4 Oversikt over godkjente lysmaster, skiltmaster og signalmaster

Godkjenning av ettergivende vegutstyr foretas inntil videre av Vegdirektoratet. Godkjenningen gjelder inntil kontrollorgan for rekkverk hjemlet i lov om teknisk kontrollorgan er opprettet. Da det ennå ikke er etablert noen formell godkjenning gjelder disse godkjenningene for Norges vedkommende inntil videre bare for Statens vegvesen (riks- og fylkesveger).

Lister over tid enhver tid godkjent ettergivende oppsettingsutstyr finnes under [www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no) under peker vegnormaler.

## 5.2 Funksjonskrav

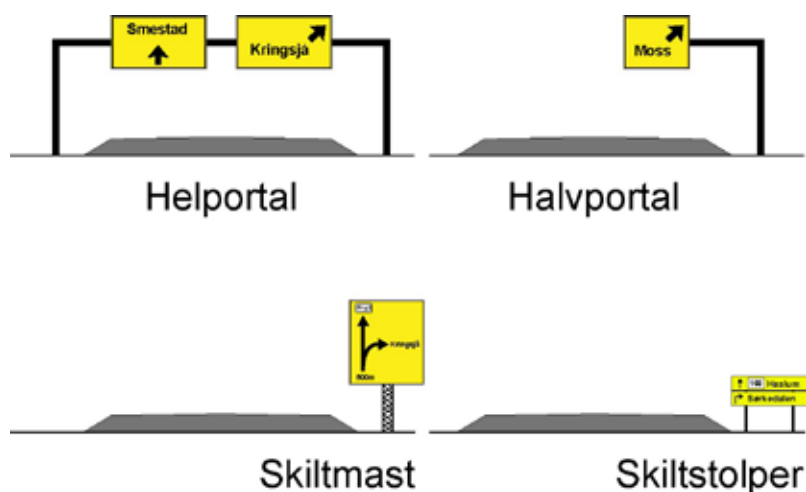
Alt oppsettingsutstyr må ses på som en helhetlig konstruksjon i henhold til NS 3473 «Prosjektering av betongkonstruksjoner, Beregnings- og konstruksjonsregler», hvor også fundamentet er en del av konstruksjonen.

Alt oppsettingsutstyr skal ha en levetid på minimum 30 år.

### 5.2.1 Lysmaster

Lysmaster omfatter master og stolper av stål, aluminium eller tre for veg- og gatebelysning langs offentlig veg. Mastene skal tilfredsstillere alle offentlige normer og krav.

Skiltmast:	Stolpe for bæring av trafikkskilt. Benyttes som oftest for store skiltflater og variable skilt, normalt bestående av stål eller aluminium.
Skiltstolpe:	Standard rør for bæring av trafikkskilt. Benyttes som oftest for mindre skiltflater. For vegvisningsskilt benyttes ofte to til tre stolper. Består normalt av stål eller aluminium.
Halvportal:	Konstruksjon bestående av en mast med en utliggerarm for bæring av trafikkskilt eller lyssignaler over kjørebanelen. Består normalt av stål eller aluminium.
Helportal:	Konstruksjon bestående av to ben montert på hver side av kjørebanelen med en mellomliggende tverrligger over kjørebanelen for bæring av trafikkskilt eller lyssignaler. Består normalt av stål eller aluminium.
Lysmast:	Stolpe for bæring av lysarmatur, normalt bestående av tre, stål eller aluminium.
Signalmast:	Stolpe for bæring av lyssignal, normalt bestående av stål eller aluminium.
Ettergivende mast:	Betegnelsen ettergivende mast benyttes for lysmast, skiltmast og signalmast m.m. som er godkjent i samsvar med NS-EN 12767 «Ettergivende konstruksjoner for trafikksikkerhetsutstyr - Krav og prøvingsmetoder».



Figur 5.1 Skiltportaler, skiltmaster og skiltstolper.

### Vindlaster for lysmaster

Ved forespørsler og leveranser av lysmaster må det alltid oppgis høyde over terrenget og terrengkategori for å sikre at lysmastene blir tilstrekkelig dimensjonert for stedlige vindlaster.

Det bør ikke settes opp trafikkskilt som er større enn ca. 1 m<sup>2</sup> på lysmaster. Dersom det er ønskelig å sette opp større skilt må vindlastene på masten beregnes. Det må ikke monteres skilt på HE og LE master (se kapittel 5.2.4). Før trafikkskilt monteres på lysmast må tillatelse innhentes fra masteeier.

I forbindelse med utarbeidelse av kravspesifikasjon for lysmaster til nye veganlegg er det viktig å merke seg at det er utgitt nye norske standarder for vindlaster og beregning av lysmaster. Disse standardene er nå i samsvar med europeiske standarder.

Den nye standarden for Vindlaster, NS 3491-4, erstatter NS 3479 og de gamle vindkurvene. Standarden NS-EN 40-3-1, «Spesifikasjon av karakteristiske laster for lysmaster» angir hvilke faktorer og laster som skal brukes ved dimensjonering av lysmaster.

Det er innført et nytt begrep, Referansevindhastigheten  $V_{ref}$ . Denne referansevindhastigheten er definert som gjennomsnittlig vindhastighet over 10 minutter, 10 m over et flatt landskap med Terrengkategori II. Referansevindhastigheten  $V_{ref}$  er angitt for alle kommunene i Norge i NS 3491-4, Tillegg A.

NS-EN 40-3-1 er en spesialstandard for beregning av karakteristiske laster på lysmaster og supplert med data fra med NS-3491-4 gir denne en grei beregning for det som kan betraktes som statisk vindbelastning. Det er til en viss grad samsvar mellom NS-3491-4 og NS-EN 40-3-1, men betegnelsene er ikke identiske og det er en del forskjeller hvordan en beregner vindkreftene på konstruksjoner. Det foreslås derfor at en benytter NS-EN 40-3-1 så langt som mulig. Her vil vi stort sette bruke betegnelsene i NS-EN 40-3-1. Alle enheter er SI enheter (meter, sekund, kilogram, Newton).

### Beregning av krefter og momenter

Alle beregninger skal kunne dokumenteres.

En mast kun fundamentert i bakken er en statisk bestemt konstruksjon. En praktisk beregningsmetode er å bestemme referansevindhastigheten  $V_{REF}$  for installasjonsstedet og terrengkategori og så starte beregningene på toppen av masta. Bruk terrengkategori II hvis ikke annet er spesifisert. Bestem vindkreftene på armaturer og beregn momenter og torsjonsmomenter for feste av armaturene. Beregning deretter vindkreftene på brakettene og bestem momentene og torsjonsmomentene for feste av braketten. Del deretter opp masta

i et passende antall seksjoner og beregn vindkraften som virker på øverste seksjonen (seksjon 1). Bestem momentene som virker i underkant av seksjon 1 ved å multiplisere vindkraftene på seksjonene over med sine respektive moment-armer. Fortsett så på lignende vis med neste seksjon helt til en kommer ned på bakkenivå. Det bør legges inn delelinjer mellom seksjoner på alle steder hvor det kan være et kritisk punkt som ved brå skifter av diameter (avtrapping), skjøter, lukeåpninger og fotpunkt eller skifte av tverrsnittsform eller liknende. For stål og aluminiumsmaster er fremgangsmåten nærmere beskrevet i NS-EN 40-3-3.

### Karakteristisk vindlast

Utgangspunktet for en vindlastberegning i NS-EN 40-3-1 er referansevindhastigheten som er identisk med  $V_{REF}$  i NS3491-4. Denne er oppgitt i Tillegg A i NS3491-4 som gjennomsnittlig vindhastighet over 10 minutter 10 meter over bakkenivå for hver kommune i Norge for terrengkategori II. For beskrivelse av de forskjellige terrengkategoriene, se NS3491-4 kap 5.3.1.

Det er to modifikasjoner som er aktuelle av referansevindhastigheten før vi kommer frem til basisvindhastigheten  $V_b$ :

1.  $V_{REF}$  er oppgitt med returperiode 50 år. Vanlig beregningsmessig levetid for lysmaster er 30 år slik at  $V_{REF}$  regnes om til 30 års returperiode med faktoren  $C_s = C_{SAN} = \sqrt{0.92}$  (i NS3491-4 er denne benevnt  $C_{SAN}$ ).
2.  $V_{REF}$  er oppgitt for terrengkategori II, dvs vanlig flatt, åpent kulturlandskap for områder opptil tregrensen. Ved installasjon over tregrensen kan man regne om  $V_{REF}$  ved hjelp av faktoren  $C_{ALT} = C_{HOH}$  etter NS3491-4 Tillegg A4.

Basisvindhastigheten er utgangspunktet for en lastberegning og er da gitt som:

$$V_{ref} = V_b = C_s C_{ALT} V_{REF} \quad (0.1)$$

For masteinstallasjoner på de fleste områder i Norge vil basisvindhastigheten og terrengkategori II være dekkende og en konservativ antagelse for vindbelastningen på en mast. Unntaket er ved masteinstallasjoner helt på kysten, på forhøyninger i terrenget eller åsrygger og bakketopper med typisk høyde mer enn 5 m over det generelle bakkenivået. Da kan vindprofilen oppover langs masten endres betydelig og det er i dette tilfelle ikke tilstrekkelig å endre basisvindhastigheten. I slike tilfeller må mastene spesialberegnes med vindprofil som også avhenger av forhøyningens topografi, se kap. 3.2.5 og annex B i NS-EN 40-3-1. Alternativt kan dette beregnes etter kap 5.4 i NS 3491-4, men da bør hele vindlastberegningen gjøres etter denne standarden. For master som er dekket av en av de standardiserte terrengkategorier under tregrensen har vi da

$$V_{ref} = V_b = 1.0 \sqrt{0.92} V_{REF} \quad (0.2)$$

For installasjoner hvor en av de standardiserte terrengkategoriene 0 – IV er dekkende, kan mastene dimensjoneres en gang for alle ved å beregne forholdet mellom tillatt effektivt armaturareal for en gitt mast og terrengkategori og referansevindhastigheten  $V_{REF}$  slik den er spesifisert i NS 3491-4.

Vindtrykket på en mast vil i tillegg til terrengkategori, variere også med høyden og med tverrsnittsform, overflate og diameter på masta siden disse er med på å bestemme strømningsforholdene rundt masta. Generelt vil masteprofiler med kanter og stor ruhet i overflaten gi betydelig større vindlaster enn sirkulære master med glatt overflate. I tillegg må den dynamiske oppførselen til mast (med påmontert armatur) også tas hensyn til. Vindtrykket på masten i høyden  $z$  fra bakkenivået beregnes som

$$q(z) = \delta \beta f C_e(z) \frac{\rho}{2} V_{ref}^2 \quad (0.3)$$

Hvor:

$\delta = 1 - 0.01h$	Reduksjonsfaktor på grunn av redusert sannsynlighet for full vindlast over hele masten samtidig. Høyden til masta $h$ settes inn i [m]
$\beta = \beta(T)$	Dynamisk støtfaktor avhengig av mastekonstruksjonens egenperiode ( $T$ ). Maksimal armaturvekt i toppen skal inkluderes i konstruksjonens masse. $\beta$ kan bestemmes fra figur 1 i NS-EN 40-3-1.
$f = f(z)$	Topografi faktor som avhenger av installasjonsstedets topografi og varierer med høyden ( $z$ ) over bakken. Vanligvis settes denne lik 1.0 når det ikke tas hensyn til spesielle topografiske forhold utover standardisert terrengkategori..
$C_e(z)$	Fordelingen av vindlasttrykket langs masten som funksjon av høyden ( $z$ ) over bakken. Denne er avhengig av terrengkategori. Bruk terrengkategori II hvis spesifikasjoner mangler.
$\rho = 1.25 \text{ [kg/m}^3\text{]}$	Tetthet av luft.

Fordelingen av vindlasttrykket styres av terrengets ruhetsfaktor  $C_r$  som igjen er bestemt av terrengkategori, og skal beregnes som

$$C_e(z) = C_r^2(z) + 7k_r C_r(z) \quad (0.4)$$

Her er  $C_r(z) = c_r(z)$  hvor sistnevnte er betegnelsen benyttet i NS3491-4. Denne gir en logaritmisk vindprofil oppover masten og er gitt med samme formel med tilhørende parametere i begge standardene. For en gitt terrengkategori, for eksempel II, vil en få samme verdi i en gitt høyde over bakken uavhengig av tverrsnittsprofilen til mastene.

Når det gjelder vindkraften på en mast i en gitt høyde, er denne imidlertid sterkt avhengig av tverrsnittsformen, overflateruheten og størrelsen (diameteren) til masta. Dette tas hensyn til ved å benytte en formfaktor  $c$  (dragkoeffisient eller kraftfaktor  $= C_f$  i NS4991-4).



Denne beregnes med utgangspunkt i Reynoldstallet gitt ved:

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} \quad (0.5)$$

Her er  $D$  [m] diameteren på masta i høyden  $z$  over bakken. Luftens viskositet settes til  $\nu = 15.1 \times 10^{-6} [\text{m}^2/\text{s}]$ . Det er betydelig forskjell på NS-EN 40-3-1 og NS3491-4 med hensyn på hvordan Reynoldstallet (dimensjonsløst) beregnes og hvordan formfaktoren bestemmes. Vi holder oss til NS-EN 40-3-1 og her skal hastigheten  $V$  beregnes med utgangspunkt i vindtrykket på masta:

$$V = \frac{1}{C_s} \sqrt{\frac{q(z)}{0.5\rho\delta\beta}} \quad (0.6)$$

Reynoldstallet og dermed formfaktoren  $c$  kan variere betydelig oppover i masta. Med utgangspunkt i Reynoldstallet bestemmes formfaktoren for et mastetverrsnitt i en gitt høyde  $z$  fra figur 3 i NS-EN 40-3-1.

NS-EN 40-3-1 dekker bare master med sirkulært eller oktogonalt tverrsnittsform med glatte overflater. For master med annen overflate eller tverrsnittsform må spesiallitteratur eller NS 3491-4 benyttes og tillempes beregningsmåten i NS-EN 40-3-1.

For å beregne vindkraften på masten deles selve masten opp i seksjoner (delarealer) hvor forholdene innen hver seksjon anses konstante med hensyn på vindbelastningen. Horisontal vindkraft skal beregnes individuelt for hver seksjon. Armatur og festebraketter anses som egne seksjoner hvor formfaktorene og seksjonsarealene må vurderes spesielt. Dette gjelder også for skilt og lignende utstyr som festes på mastene.

Horisontal vindkraft for en seksjon i høyden  $z$  på masten kan nå beregnes som:

$$F = Acq(z) \quad (0.7)$$

Hvor:

$A = A(z)$	Er projisert areal normalt på vindretningen for en seksjon. For en mast vil dette normalt være avhengig av hvor høyt oppe i masten vindkraften beregnes. Armaturer regnes som regel som en egen seksjon med kjent formfaktor og projisert areal. Braketter regnes enten som egne seksjoner i de tilfeller formfaktoren er kjent for braketten som helhet, ellers må de deles opp og vurderes på lignende vis som masten.
$c = c(z)$	Formfaktoren for en seksjon i høyden $z$ . Denne vil kunne variere betydelig fra seksjon til seksjon. For sirkulært eller oktogonalt tverrsnitt kan denne bestemmes fra figur 3 i NS-EN 40-3-1. For armaturer må denne oppgis fra leverandøren basert for eksempel på opplysninger fra vindtunnelforsøk.
$q(z)$	Fordelingen av vindlasttrykket som funksjon av høyden ( $z$ ) over bakken. Denne er avhengig av terrengkategori. Bruk terrengkategori II ved uspesifisert terrengkategori.
$z$	Høyden over bakken til tyngdepunktet i en seksjon.

Den største utstrekning av en seksjon er 2 meter i vertikalretningen. Det betyr at en 12 m mast må beregningsmessig minst deles opp i 6 seksjoner + armaturseksjon(er) og brakettseksjon(er). Det er oftest ønskelig å dele opp masten i mindre seksjoner for økt nøyaktighet og for bestemmelse av momentene i alle kritiske partier.

Plassering og utforming av armaturer og braketter kan ofte gi opphav til store vindkrefter og/eller momenter vertikalt (løftekrefter) ved vind rett forfra eller på skrå. Vind på sammenstillinger av armaturer og braketter i forskjellige retninger bør vurderes som et egne lasttilfeller.

### Beregning i bruddgrensetilstand

Beregning i bruddgrensetilstand skal ivareta sikkerheten mot brudd eller store deformasjoner som kan sammenlignes med brudd.

Ved dimensjonering skal *vindlastene* kombineres med *egenlast* fra mast, armatur og braketter. Ved beregning av momenter og torsjonsmomenter fra egenlast og vindlast fra braketter og armaturer er det gitt egne regler hvordan dette skal gjøres i NS-40-3-1 og NS-EN 40-3-3 avhengig av benyttet materiale i mastene. For rette, høye og slanke master uten utkragere vil normalt egenlastene bli små sammenlignet med vindlastene.

Lastene beregnet etter NS-EN 40-3-1 (eller NS3491-4) er *karakteristiske laster* og skal multipliseres med lastfaktorer og kombineres for å gi *dimensjonerende lastkombinasjon(er)*. Sikkerhet mot brudd evalueres ved hjelp av beregninger i bruddgrensetilstanden. For master i Norge skal det benyttes følgende lastfaktorer ved beregning av dimensjonerende krefter i bruddgrensetilstand:

$\gamma_G = 1.2$	Partialfaktor for egenlast i bruddgrensetilstanden.
$\gamma_Q = 1.4$	Partialfaktor for vindlast i bruddgrensetilstanden.

Dette tilsvarer klasse A i for eksempel NS-EN 40-3-3 og omtrentlig ett byggverk i pålitelighetsklasse 1 i NS3490 hvis en betrakter en mast som et ordinært byggverk.

Det skal også benyttes partialfaktorer  $\gamma_{Mj}$  ved beregning av konstruksjonsmotstanden. Disse er materialspesifikke og vil som hovedregel være gitt i konstruksjonsstandardene for et gitt materiale. For noen aktuelle konstruksjonsmaterialer er det utarbeidet egne materialspesifikke standarder for master, slik som for eksempel NS-EN 40-3-1 for stålmaster og NS-EN 40-3-3 for aluminiumsmaster, og  $\gamma_{Mj}$  er her spesifisert.

### Beregning i bruksgrensetilstanden

I tillegg til sikkerhetskravene mot brudd, kan det være knyttet funksjonskrav til mastene, og disse beregnes i bruksgrensetilstand for mindre laster enn i bruddgrensetilstanden. Det mest aktuelle funksjonskravet er gjerne utbøyninger i toppen eller ved armaturene. Det benyttes de samme karakteristiske laster som i bruddgrensetilstanden. For beregninger av deformasjoner i bruksgrensetilstanden settes normalt alle partialfaktorer til 1.0, dvs:

$\gamma_G = 1.0$	Partialfaktor for egenlast i bruksgrensetilstanden.
$\gamma_Q = 1.0$	Partialfaktor for vindlast i bruksgrensetilstanden.
$\gamma_{M_i} = 1.0$	Partialfaktor for materialer i bruksgrensetilstanden

Funksjonskravene til utbøyning og/eller nedbøyninger er gjerne knyttet til plasseringen av armaturene, se for eksempel NS-EN 40-3-3 for master i stål og aluminium, hvor det er satt opp klasseinndeling for utbøyninger (4, 6 og 10 % av samlet mastelengde til armatur).

På en og samme mast er det mulig å montere store armaturer i områder med lav vindhastighet, eller små armaturer i områder med større vindbelastning. Utbøyningene vil i de to tilfellene ikke bli like store og en og samme mast kan godt falle inn under to funksjonsklasser samtidig, avhengig av armaturstørrelsen og maksimal vindbelastning.

Ved beregning av utbøyninger skal derfor følgende benyttes:

Referansevindhastigheten  $V_{REF} = 26$  m/s.

Maksimal armaturflate beregnet ut fra mastens kapasitet (bruddgrensetilstand) ved  $V_{REF} = 26$  m/s.

Ved vurdering av utbøyninger bør det tas hensyn til at mesteparten av utbøyningen i toppen av en mast kan ha sin årsak i at masten ikke har perfekt innspenning i fotpunktet. Det skal meget små rotasjoner til i fotpunktet eller av fundamentet før dette gir større utbøyninger i toppen enn deformasjonen i mastekonstruksjonen.

Ved utmattingsberegninger benyttes også bruksgrensetilstanden.

### Brøytelaster for lysmaster

Ved valg av lysmast tas det ikke hensyn til brøytelaster (ikke påkrevd å øke mastestyrken). For steder med store snømengder skal det imidlertid tas hensyn til dette ved plassering av lysmasten.

### Beregning av tilleggslast for stålmaster med luftnett

Det skal tas hensyn til mastens styrke ved montering av luftnett på stålmaster. Beregninger av belastninger og dimensjonering av mastestyrke skal foretas for det enkelte tilfellet.

Mastene skal endebarduneres. Ved avvik på strekk  $\geq 15^\circ$  i forhold til horisontalplanet bør det monteres bardun eller stag. Ved tvil foretas beregning av påkjenninger relatert til mastens styrke. Krav i henhold til FEA-F («Forskrifter for elektriske forsyningsanlegg») skal være oppfylt.

## 5.2.2 Portaler

Portaler omfatter hel- og halvportaler langs offentlig veg som er påmontert offentlige trafikkskilt og/eller trafikksignaler.

### Vindlaster for portaler

For beregning av horisontale vindlaster på portaler for skilt- og trafikksignaler skal NS 3491 «Prosjektering av konstruksjoner. Dimensjonerende laster – Del 4: Vindlaster» legges til grunn.

Leverandør av godkjente skiltmaster skal kunne dokumentere mastenes moment, torsjon, og bøyekapasitet (enten ved beregninger eller fullskala tester). Denne dokumentasjonen må være i overensstemmelse med NS-EN 12899-Del 1: «Faste trafikkskilt», hvor vindlastklassene er beskrevet.

Portaler bør merkes med et skilt som angir maksimum tillat skiltareal og tilhørende vindlastklasse, dvs. maksimum skiltareal som portalen er dimensjonert for.

### Brøytelaster for portaler

Brøytelaster på portalben anses for å være ubetydelige i forhold til de laster som overføres til portalbenet pga. vindlaster på skilt montert på armen/tverrliggeren på halvportaler og helportaler. Normalt benyttes derfor kun vindlaster og snølaster på skilt og portalarm/-tverrligger som dimensjoneringsgrunnlag for beregning av laster på portaler.

### Snølaster for portaler

Som dimensjonerende vertikal statisk snølast på helportaler og halvportaler benyttes 1 kN/m<sup>2</sup>.

## 5.2.3 Stolper og master for skilt og signaler

Stolper og master for skilt og signaler omfatter stolper og master langs offentlig veg som er påmontert offentlige trafikkskilt og/eller trafikksignaler.

### Generelt

Lukkede skilt- og signalmaster med kabelgjennomføring skal være forsynt med ventilasjonsåpning. Denne skal være utført slik at den tilfredsstiller kravene i NEK 400-2.

Slike master skal ha en kapslingsgrad tilsvarende IP 44 når de er ferdig montert og i drift.

Innvendige signal-/ringkabler skal ikke skjøtes i masten. Tilkobling til eksterne kabler skal skje i koblingsluke eller i topp av masten. Koblingsluker skal ikke vende inn mot vegbanen.

Stolper i signalanlegg skal jordes. Koblingen i stolpene skal være utført spesielt med tanke på kondensbeskyttelse, og skal kunne tåle de aggressive påkjenninger som materiellet kan bli utsatt for.

### Vindlaster for skilt- og signalmaster

Ved beregning av karakteristiske laster på skilt og skiltmaster bør en som hovedregel benytte vanlige regelverk for prosjektering av konstruksjoner. For skiltmaster skal følgende laster medtas:

- Vindlaster etter NS 3491-4 eller EN 1991-1-4.
- Egenlast
- Brøytelaster som spesifisert i NS-EN 12899-1

Det må skilles mellom beregninger i bruddgrensetilstand som skal ivareta sikkerheten mot brudd eller deformasjoner som kan sammenlignes med brudd, og rene funksjonskrav som dekkes av bruksgrensetilstanden.

Hvis ikke annet er spesifisert, settes antatt levetid for skilt og skiltkonstruksjoner til 25 år.

### Karakteristisk vindlast

Beregning av vindlaster vil her kun bli omtalt etter NS 3491-4, men denne er svært lik det europeiske regelverket EN 1991-1-4. Vindlasten betraktes som statisk vindbelastning. Alle enheter er SI enheter (meter, sekund, kilogram, Newton).

Utgangspunktet for en vindlastberegning er referansevindhastigheten  $V_{REF}$ . Denne er oppgitt i Tillegg A i NS3491-4 som gjennomsnittlig vindhastighet over 10 minutter 10 meter over bakkenivå for hver kommune i Norge for terrengkategori II. For beskrivelse av de forskjellige terrengkategoriene, se NS3491-4 kap 5.3.1.

Det er to modifikasjoner som er aktuelle av referansevindhastigheten før vi kommer frem til basisvindhastigheten  $V_b$ :

- 3  $V_{REF}$  er oppgitt med returperiode 50 år. Vanlig beregningsmessig levetid for skiltmastkonstruksjoner er 30 år slik at  $V_{REF}$  regnes om til 30 års returperiode med faktoren  $C_{SAN} = \sqrt{0.92}$ .

- 4  $V_{REF}$  er oppgitt for terrengkategori II, dvs vanlig flatt, åpent kulturlandskap for områder opptil tregrensen. Ved installasjon over tregrensen kan man regne om  $V_{REF}$  ved hjelp av faktoren  $C_{HOH}$  etter NS3491-4 Tillegg A4.

Basisvindhastigheten for en lastberegning og er da gitt som:

$$V_b = C_{SAN} C_{HOH} V_{REF} \quad (0.8)$$

For masteinstallasjoner på de fleste områder i Norge vil basisvindhastigheten og terrengkategori II være dekkende og en konservativ antagelse for vindbelastningen på en skiltmast. Unntaket er ved masteinstallasjoner helt på kysten, på forhøyninger i terrenget eller åsrygger og bakketopper med typisk høyde mer enn 5 m over det generelle bakkenivået. Da kan vindprofilen lokalt endres betydelig og det er i dette tilfelle ikke tilstrekkelig å endre basisvindhastigheten. I slike tilfeller må skiltmastene spesialberegnes med vindprofil som også avhenger av forhøyningens topografi. Dette beregnes etter kap 5.4 i NS 3491-4 med informasjon om topografien på installasjonsstedet.

For installasjoner hvor en av de standardiserte terrengkategoriene 0 – IV er dekkende, kan mastene dimensjoneres en gang for alle ved å beregne forholdet mellom tillatt effektivt armaturareal og basisvindhastigheten  $V_b$  for en gitt mast og terrengkategori.

For skiltkonstruksjoner som er dekket av en av de standardiserte terrengkategorier under tregrensen har vi da

$$V_b = 1.0 \sqrt{0.92} V_{REF} \quad (0.9)$$

Generelt tas det hensyn til terrengkategori og effekt av lokal topografi ved å beregne stedsvindhastigheten. Denne er avhengig av høyden over bakken og beregnes ved å innføre terrengruhetsfaktoren  $C_r(z)$  og topologifaktoren  $C_t(z)$  slik:

$$V_s = C_r(z) C_t(z) V_b \quad (0.10)$$

Terrengruhetsfaktoren  $C_r(z)$  gir hvordan stedsvindhastigheten varierer med høyden avhengig av terrengkategori. Topologifaktoren  $C_t(z)$  medfører en korrigering av stedsvindhastigheten på grunn av at åser og forhøyninger i terrenget medfører at vindhastigheten gjerne blir større nær bakken. For beregning terrengruhetsfaktoren  $C_r(z)$  og topologifaktoren  $C_t(z)$  henvises det til NS 3491-4, kap 5. I de tilfeller hvor det ikke tas hensyn til lokal topografi settes topologifaktoren  $C_t(z) = 1.0$  og stedsvinden er gitt kun av terrengkategori og kommunens referansevind  $V_{REF}$ . Hvis ikke annet er spesifisert settes  $C_t(z) = 1.0$ .

Vindtrykket fra et vindkast på en flate normalt på vindretningen vil variere med terrengkategori, høyden over bakken og også med geometrisk form på skilt og bærekonstruksjon. Vindtrykket på en flate i høyden  $z$  fra bakkenivået beregnes i henhold til NS3491-4

$$q_{kast}(z) = \frac{\rho}{2} V_s^2(z) [1 + 2k_p I_v(z)] \quad (0.11)$$

Hvor tettheten av luft  $\rho = 1.25$  [kg/m<sup>3</sup>] og innholdet i klammeparentesen også inkluderer effekten av turbulens.

På bakgrunn av beregnet vindtrykk  $q_{kast}(z)$  i en høyde lik tyngdepunktet (flatesenteret) til skiltarealet, bestemmes vindtrykksklassen i henhold til følgende tabell:

Vindtrykksklasse	Karakteristisk vindtrykk [N/m <sup>2</sup> ]	Typiske vindhastigheter [m/s]
WL0	Ingen krav spesifisert	0
WL1	400	25,6
WL2	600	31,3
WL3	800	36,1
WL4	900	
WL5	1000	40,4
WL6	1200	44,3
WL7	1400	47,8
WL8	1500	
WL9	1600	51,1

Figur 5.2 Vindtrykksklasser trafikkskilt

Hvis eksempelvis beregnet vindtrykk for et installasjonsted gir  $q_{kast}(z) = 1042$  [N/m<sup>2</sup>] indikerer dette at nødvendig vindtrykksklasse er WL6 og videre i beregningene benyttes  $q_{kast}(z) = 1200$  [N/m<sup>2</sup>] eller det vindtrykk som er beregnet, eksempelvis 1042 [N/m<sup>2</sup>], som karakteristisk vindtrykk for alle deler av skiltkonstruksjonen. Hvis det er flere skilt på skiltkonstruksjonen beregnes  $q_{kast}(z)$  med  $z$  lik avstanden over bakken til flatesenteret av det skiltet som har størst avstand til bakken og vindtrykksklassen WL $n$  bestemmes.

### Vindkraft

For å beregne vindkraften på skiltkonstruksjonen deles denne opp i seksjoner (delarealer) hvor forholdene innen hver seksjon anses konstante med hensyn på vindbelastningen. Hvert skilt betraktes som en egen seksjon. Mastkonstruksjon betraktes som en ordinær mast, men med konstant vindtrykk over hele mastkonstruksjonen. Horisontal vindkraft beregnes individuelt for hver seksjon.

Horisontal vindkraft for en seksjon (delareal med flatesenter i høyden  $z_e$ ) på masten kan nå beregnes som:

$$F_w = A_{ref} c_d c_f WLn \quad (0.12)$$

Hvor:

$A_{ref} = A_{ref}(z_e)$	Er projisert areal normalt på vindretningen for en seksjon. For et skilt er dette normalt hele skiltarealet. Eventuelle lysarmaturer regnes som regel som en egen seksjon med kjent formfaktor og projisert areal.
$c_d$	Konstruksjonsfaktor som tar hensyn til dynamikk. For faste skilt settes denne til 1.0.
$c_f = c_f(z_e)$	Kraftfaktor for delarealet $A_{ref}$ som inkluderer krefter både fra trykk og sug på $A_{ref}$ . For skilt bestemmes denne etter kapittel 10.4.4 i NS 3491-4. For mastekonstruksjonen bestemmes denne etter kapittel 10 i NS 3491-4 avhengig av konstruksjonstype. I tilfeller hvor formfaktoren er avhengig av vindhastigheten benyttes stedsvindhastigheten $v_s(z_e)$ for en seksjon med høyde til flatesenteret. For armaturer må denne oppgis fra leverandøren basert for eksempel på opplysninger fra vindtunnelforsøk.
WLn	Vindlasttrykket på mastekonstruksjonen bestemt av nødvendig vindlastklasse $n$ . Vindlasttrykket anses som konstant over hele mastekonstruksjonen.
$z_e$	Høyden over bakken vanligvis til tyngdepunktet (flatesenteret) i en seksjon (delarealet $A_{ref}$ ).

### Beregninger i bruddgrensetilstand

Det skilles mellom skiltkonstruksjoner hvor sammenbrudd kan medføre betydelig fare stor skade og tap av menneskeliv, og skiltkonstruksjoner med ubetydelige konsekvenser ved sammenbrudd. Skiltkonstruksjoner som ved sammenbrudd kan hindre fri ferdsel på veibane med høy hastighet og stor trafikk tetthet, og som medfører fare for kollisjon eller penetrasjon på kjøretøy, bør beregnes som en konstruksjon i sikkerhetsklasse 2 i henhold til NS 3490. Skiltkonstruksjoner som ved sammenbrudd ikke kommer i konflikt med trafikken kan beregnes som en konstruksjon i sikkerhetsklasse 1. Det benyttes derfor ett av følgende to sett med lastfaktorer i bruddgrensetilstanden:

Sikkerhetsklasse	Egenlast $\gamma_G$	Vindlast $\gamma_Q$
1	1.2 (1.0)	1.35
2	1.35 (1.0)	1.5

Lastene beregnet etter NS-EN 40-3-1 (eller NS3491-4) er *karakteristiske laster* og skal multipliseres med lastfaktorer og kombineres for å gi *dimensjonerende lastkombinasjon(er)*.

Ved dimensjonering skal *vindlastene* kombineres med *egenlast* fra skilt, mast, armatur og braketter. Lastfaktoren (1.0) i parenteser i tabellen over gjelder hvis 1.0 er mer ugunstig enn angitt verdi. I bruddgrensetilstanden beregnes kun lastvirkningen av vind og egenlast.

Konstruksjonsmotstanden mot brudd beregnes, avhengig av material, med bruk av følgende materialfaktor  $\gamma_M$



Material	$\gamma_M$
Stål	1.15
Aluminium	1.15
Tre	1.35
Fiberarmert polymerkompositt	1.50
Plast	1.80

Ved dimensjonering av detaljer og liknende foreskriver enkelte konstruksjonsstandarder spesielle verdier av  $\gamma_M$  og da skal denne benyttes fremfor verdiene i tabellen over.

#### Beregninger i bruksgrensetilstand

Det er vanligvis knyttet funksjonskrav til mastene, og disse beregnes i bruksgrensetilstand for mindre laster enn i bruddgrensetilstanden. Det mest aktuelle funksjonskravet er gjerne utbøyninger i toppen eller ved armaturene.

For beregninger i bruksgrensetilstand skal konstruksjonsmotstand og deformasjoner regnes etter elastisitetsteorien.

Aktuelle belastninger er vindlast, brøytelast og en enkelt punktlast spesifisert i EN 12899-1.

For beregninger av deformasjoner i bruksgrensetilstanden benyttes følgende lastfaktorer

$\gamma_G = 1.0$	Partialfaktor for egenlast i bruksgrensetilstanden.
$\gamma_Q = 1.0$	Partialfaktor for vindlast i bruksgrensetilstanden.
$\gamma_M = 1.0$	Partialfaktor for material

#### Beregninger av krefter og momenter

Resultantkraften  $F_w$  vinkelrett på et skilt skal ha angrepspunkt i høyde med flatesenteret og med en horisontal eksentrisitet (NS 3491-4, 10.4.4):

$$e = \pm 0.25b \quad (0.13)$$

Hvor  $b$  er referansearealets horisontale utstrekning, normalt skiltets bredde. Dette kan gi stor effekt på fordelingen av krefter og momenter i mastkonstruksjonen.

En mastkonstruksjon kun innspent i bakken er oftest en statisk bestemt konstruksjon i vindretningen. En praktisk beregningsmetode er å bestemme referansevindhastigheten  $V_{REF}$  for installasjonsstedet og terrengkategori og så bestemme vindtrykkklassen  $WLn$ . Bruk terrengkategori II hvis ikke annet er spesifisert.

Bestem så vindkreftene på alle delarealer og beregn momenter og torsjonsmomenter. Det bør legges inn kontroller på alle steder hvor det kan være et kritisk punkt som ved brå skifter av diameter (avtrapping), skjøter, lukeåpninger og fotpunkt eller skifte av tverrsnittsform eller liknende.

### Dokumentasjon

Leverandør av godkjente skiltmaster må kunne dokumentere mastenes moment, torsjon, og bøyekapasitet (enten ved beregninger eller fullskala tester). Denne dokumentasjonen må være i overensstemmelse med NS-EN 12899-Del 1: «Faste trafikkskilt».

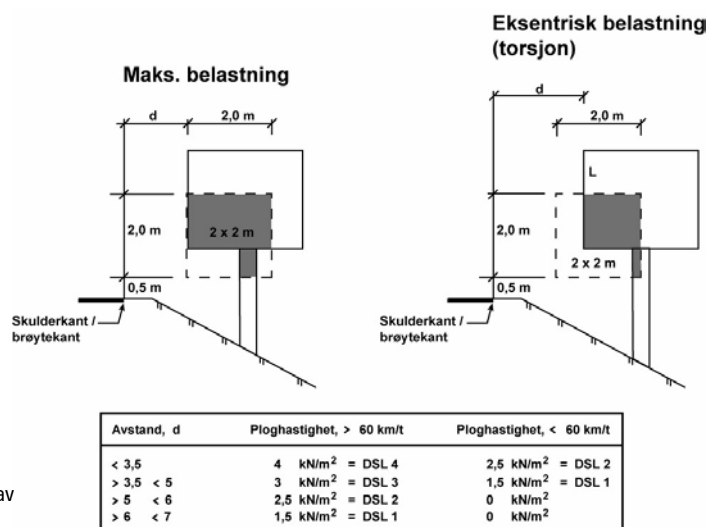
Skiltmaster bør merkes med et skilt som angir maksimum tillat skiltareal, dvs. maksimum skiltareal som masten er dimensjonert for.

### Brøytelaster for skilt- og signalmaster

For beregning av dynamiske snølaster på trafikkskilt og trafikksignaler montert på stolper og master legges til grunn NS-EN 12899-1. Tabellen nedenfor angir de klasser som skal benyttes. Valg av klasse er avhengig av følgende:

- plassering i form av avstand fra asfaltert skulderkant/brøytetekant til nærmeste skiltkant (d)
- areal på skilt/signal og stolpe/mast innenfor en flate på 2 x 2 m målt 0,5 m over vegbanenivå
- ploghastighet større eller mindre enn 60 km/t (NB! gjelder ikke fartsgrensen på vegen). For de fleste veger er ploghastigheten under 60 km/t.

Beregning av den dynamiske snølasten gjelder på hele enheten, dvs. både skilt og mast. Det skal ikke beregnes defleksjon i forhold til snølast.



Figur 5.3 Beregning av dynamisk brøytelast.

Figuren til venstre gjelder for maks. belastning på skilt og mast, mens figuren til høyre gjelder for torsjon. Tabellen gjelder for maks. belastning.

#### Punktlaster for skilt- og signalmaster

Punktlaster («*point loads*») benyttes for dimensjonering av skilt som står på steder spesielt utsatt for vandalisme (for eksempel henging/skyving/trekking i skiltet). Slike steder kan for eksempel være ved skoler, fotballstadioner, utesteder som barer osv. Det bør ikke settes et generelt krav om å dimensjonere for punktlaster på alle steder.

Dersom det er behov for å dimensjonere for punktlaster, for eksempel i forbindelse med mulighet for hærverk skal dette defineres av vegholder og beregnes iht. NS-EN 12899 Del 1.

### 5.2.4 Ettergivende master

#### Definisjon

Betegnelsen ettergivende master benyttes for lysmaster, skiltmaster og signalmaster m.m. som er godkjent i samsvar med NS-EN 12767 «Ettergivende konstruksjoner for trafikksikkerhetsutstyr - Krav og prøvingsmetoder»

Produkter som ikke er godkjent iht. NS-EN 12767 kan ikke betegnes som ettergivende, bortsett fra produkter som er så svake og/eller lette i konstruksjon/dimensjoner at de av den grunn er naturlig ettergivende.

Andre betegnelser som påkjørselsvennlige, trafikksikre, sikkerhetsmaster osv. er uoffisielle betegnelser som ikke har forankring i en formell godkjenning.

Krav til anvendelse av ettergivende lysmaster er gitt i håndbok V124 «Teknisk planlegging av veg- og gatelys».

Ved valg av mastetype og ved plassering av mastene skal disse ved påkjørsel ikke være til fare for myke trafikanter.

#### Krav til godkjenning

Ettergivende master skal være testet og godkjent i henhold til NS-EN 12767.

Ettergivende stolper og master skal være samsvarsgodkjent av et organ som «*Notified body*» har utpekt til å foreta denne samsvarsgodkjenningen. Inntil det organet er på plass foretar Vegdirektoratet godkjenning av ettergivende stolper og master. Lister med godkjente stolper og master er offentliggjort på vegvesenets hjemmeside under vegnormaler. «*Notified body*» er et organ hjemlet i EU-systemet og vil få ansvar for å kontrollere at produktene er i samsvar med tilhørende produktstandarder.

En godkjent stolpe eller mast gir ikke automatisk leverandøren rett til å kreve at stolpen/-masten skal benyttes på offentlig veg. Vegdirektoratet har rett til å stille funksjonskrav begrunnet i forhold som estetikk, miljø, levetidsbetraktninger, vedlikeholdshensyn og andre spesielle hensyn.

Det forutsettes at produkter som leveres er av samme konstruksjon og kvalitet og i henhold til tegninger og data for det godkjente produkt.

#### Klassifisering av ettergivende master

Ettergivende master beskrives ved hjelp av typebetegnelser. Typebetegnelsene uttrykkes ved hjelp av tre funksjonsparametre. Disse er hastighetsklasser, funksjonsklasser (energiabsorberende evne) og sikkerhetsklasser (sikkerhetsnivåer) som beskrevet nedenfor.

Typebetegnelse	Alternative funksjonsparametre
Hastighetsklasse	50, 70 eller 100
Funksjonsklasse	HE, LE eller NE
Sikkerhetsklasse	1, 2, 3, eller 4

Figur 5.4 Klassifisering av ettergivende stolper og master iht. NS-EN 12767.

For eksempel vil en mast godkjent ved påkjøringshastighet 100 km/t med funksjonsklasse NE og sikkerhetsklasse 3 få følgende typebetegnelse: 100, NE, 3.

#### Hastighetsklasser

Ettergivende master skal testes ved en lav og en høy påkjøringshastighet. Den lave påkjøringshastigheten skal alltid være 35 km/t. Den høye påkjøringshastigheten kan være enten 50 km/, 70 km/t eller 100 km/t. Den høye påkjøringshastigheten angir mastens hastighetsklasse, se figur 5.5.

Hastighetsklasse	Påkjøringshastighet
50	35 og 50 km/t
70	35 og 70 km/t
100	35 og 100 km/t

Figur 5.5 Klassifisering etter hastighetsklasse.

#### Funksjonsklasser – energiabsorberende evne

Ettergivende master er konstruert slik at de i betydelig grad skal redusere faren for personskade ved påkjørsel av masten. I henhold til NS-EN 12767 klassifiseres ettergivende master i 3 typer etter energiabsorberende evne som angitt nedenfor og vist i figuren nedenfor. Utgangshastigheten etter påkjørselen avgjør hvilken funksjonsklasse masten havner i.

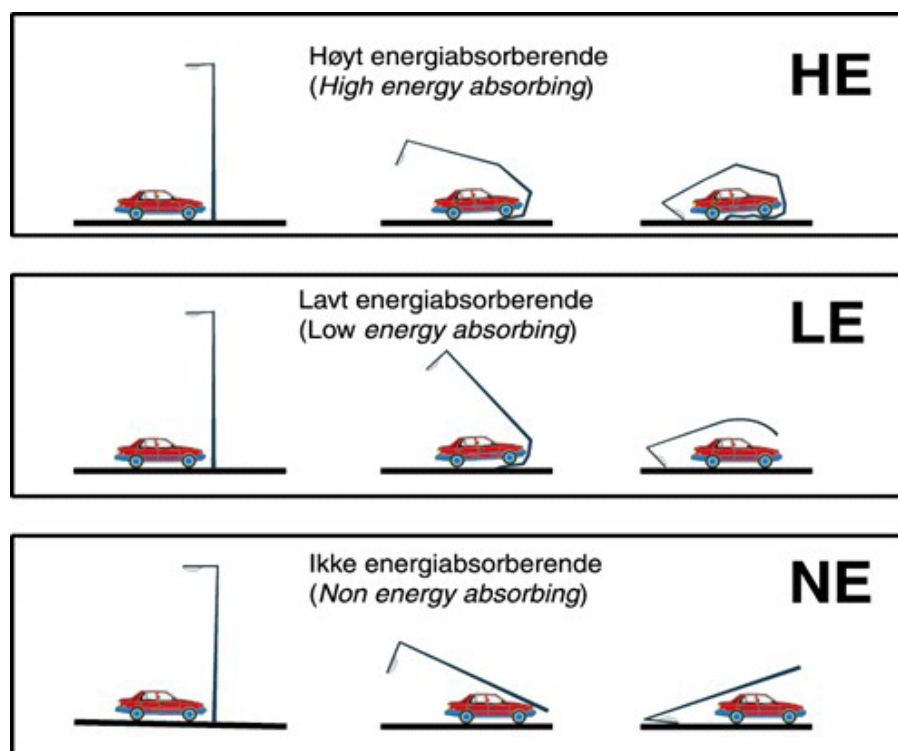
HE: Høyt energiabsorberende  
 LE: Lavt energiabsorberende  
 NE: Ikke energiabsorberende

*HE-master* skal kunne fange opp kjøretøyet med en kort, men myk retardasjon. Masten deformeres ved påkjørselen. Kjøretøyet vil som regel tilnærmet stanses helt eller få meget betydelig fartsreduksjon.

*LE-master* skal også til en viss grad kunne fange opp kjøretøyet ved påkjørselen og deformeres noe, men masten brytes normalt av fra fundamentet i løpet av kollisjonen, slik at kjøretøyet vil fortsette videre, men med betydelig redusert fart.

*NE-master* knekker lett ved påkjøring slik at kjøretøyet fortsetter, men med noe redusert fart. Skadene på kjøretøyet blir normalt små, men det vil kunne skje sekundærulykker på den videre ferd utenfor vegen. NE-master er normalt enten utstyrt med en svekket konstruksjon eller et spesialkonstruert avskjæringsledd nederst på masten.

Nærmere beskrivelse av funksjonsklasser og sikkerhetsklasser er angitt i NS-EN 12767.



Figur 5.6 Funksjonsklasser.

Klassifiseringen av masten tar utgangspunkt i påkjørsel med personbil ved den høye påkjøringshastigheten. Utgangshastigheten ( $v_u$ ) viser mastens energiabsorberende evne og benyttes til å uttrykke mastens funksjonsklasse. Tabellen nedenfor viser klassifiseringen av ettergivende stolper og master som HE, LE eller NE etter utgangshastighet.

Funksjonsklasse	Påkjøringshastighet		
	50 km/t	70 km/t	100 km/t
	Utgangshastighet $v_u$		
HE	$V_u = 0$	$0 \leq v_u \leq 5$	$0 \leq v_u \leq 50$
LE	$0 \leq v_u \leq 5$	$5 \leq v_u \leq 30$	$50 \leq v_u \leq 70$
NE	$0 \leq v_u \leq 50$	$30 \leq v_u \leq 70$	$70 \leq v_u \leq 100$

Figur 5.7 Klassifisering i funksjonsklasse basert på utgangshastighet  $v_u$ .

Den evne en ettergivende stolpe eller mast har til å begrense risikoen for alvorlig personskade ved påkjørsel uttrykkes ved hjelp av parametrene THIV («*Theoretical Head Impact Velocity*») eller ASI («*Acceleration Severity Index*»). Jo lavere THIV og ASI verdier desto sikrere er masten.

Ettergivende stolper og master inndeles i sikkerhetsnivåer eller sikkerhetsklasser iht. deres THIV og ASI verdier ved påkjørsel.

Tabellen nedenfor viser inndelingen av ASI verdier og THIV verdier i sikkerhetsklasser. Det er fire sikkerhetsklasser. For å plasseres i en sikkerhetsklasse må testresultatene være lavere enn verdiene i tabellen for den sikkerhetsklassen. Jo høyere sikkerhetsklasse og lavere ASI og THIV verdier, desto lavere er risikoen for personskade.

Funksjonsklasse (energiabsorberende evne)	Sikkerhetsklasse (sikkerhetsnivå)	Lav påkjøringshastighet - påkrevd hastighet (35 km/t)		Høy påkjøringshastighet - klassifiseringshastighet (50, 70 eller 100 km/t)	
		ASI	THIV km/t	ASI	THIV km/t
HE	1	1,0	27	1,4	44
HE	2	1,0	27	1,2	33
HE	3	1,0	27	1,0	27
LE	1	1,0	27	1,4	44
LE	2	1,0	27	1,2	33
LE	3	1,0	27	1,0	27
NE	1	1,0	27	1,2	33
NE	2	1,0	27	1,0	27
NE	3	0,6	11	0,6	11
NE	4	Ingen krav	Ingen krav	Ingen krav	3

Figur 5.7 Klassifisering etter sikkerhetsnivå basert på ASI og THIV

### Montering av trafikkskilt på energiabsorberende lysmaster

Energiabsorberende lysmaster (HE eller LE) vil ikke fungere etter hensikten dersom de påmonteres skilt. Masten vil kun deformeres opp til der skiltet er montert fordi skiltklammene låser masten fra å deformere videre. Energiabsorberende lysmaster skal derfor ikke påmonteres trafikkskilt. Det er meget viktig at skiltmontører gjøres oppmerksom på dette.

### Spesielle sikkerhetskrav til portaler

For halvportaler og helportaler kreves i tillegg til kravene i kapittel 5.2.2 at ingen del av portalarmen/tverrliggeren eller påmonterte skilt skal ha sunket til en lavere høyde enn 4 m over vegbanenivå innen 15 minutter etter påkjørselen.

### Standard skiltstolper

Kravet til ettergivende skiltmaster gjelder ikke for skiltstolper med diameter lik eller mindre enn 90 mm og godstykkelse lik eller mindre enn 3,2 mm (3« stolper) som er plassert alene eller for to tilsvarende skiltstolper med stolpeavstand større enn 1,5 m.

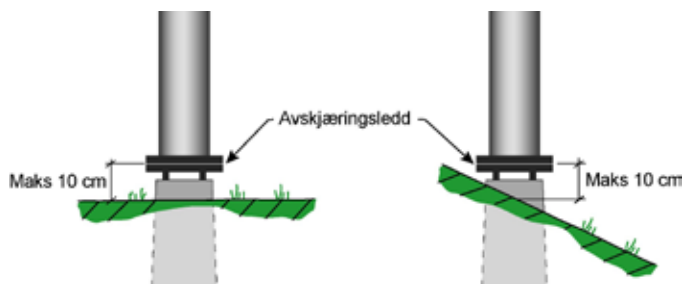
### Master med avskjæringsledd

Det finnes forskjellig typer master med avskjæringsleddet/bruddanvisninger. Disse er angitt på vegvesenets hjemmeside under vegnormaler.

For master med avskjæringsledd skal avskjæringsleddet monteres maksimum 10 cm over bakkenivå, målt til mellomleggsplaten. Dette er viktig for at ikke kjøretøyet skal treffe masten under avskjæringsleddet.

Dersom avskjæringsleddet er utstyrt med vippeplate skal dette monteres parallelt med vegen iht. leverandørens anvisninger.

Master med avskjæringsledd lar seg vanskelig løse ut dersom kjøretøyet treffer for høyt opp på masten. Dette kan særlig være problem på fyllinger/fallende terreng der masten plasseres for langt ned i skråningen. På skråninger brattere enn 1:4 vil kjøretøy som kjører utfor vegen kunne lette ved store utkjøringsvinkler. I slike tilfelle bør master med avskjæringsledd fortrinnsvis plasseres så høyt oppe på fyllingen som forsvarlig av hensyn til vegvedlikeholdet for at ikke kjøretøyet skal treffe for høyt oppe på masten. Alternativt velges annen ettergivende konstruksjon som ikke er følsom for treffpunktshøyden.



Figur 5.9 Montering av avskjæringsledd .

Uansett skråningshelningen skal avskjæringsleddet monteres maksimum 10 cm over terreng. Avskjæringsleddet må ikke tildekkes av masser da dette vil hindre at det løses ut ved påkjørsel.

Det anbefales at avskjæringsleddet monteres på fabrikk. Dette vil redusere faren for feil tiltrekning av boltene. For de tilfelle hvor avskjæringsleddet monteres på stedet skal leverandøren foreskrive tiltrekningsmomentet som skal benyttes i boltene til avskjæringsleddet. Dette må klart fremgå av monteringsanvisningen for de tilfelle hvor avskjæringsleddet monteres på stedet. I tillegg bør en i anbudsinnbydelsen be leverandøren om å oppgi dette.

Montering av avskjæringsleddet utføres slik at boltene tilstrammes til fullt foreskrevet moment. Etter kort tid (oftest ca. ett døgn) løsnes boltene igjen og tilstrammes deretter til riktig tiltrekningsmoment i henhold til leverandørens anvisning.

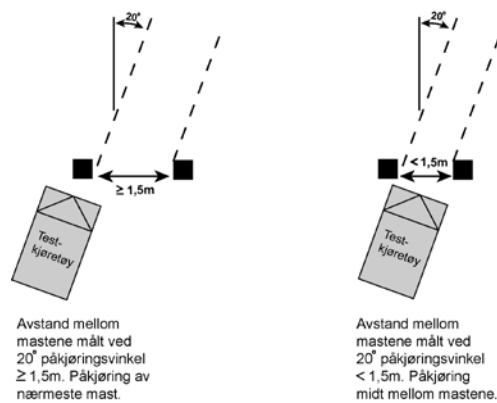
For master med avskjæringsledd hvor avskjæringsleddet ikke er montert på fabrikk, bør det følges opp med en etterkontroll av tilstrammingsmomentet før overtakelse av veganellegget/belysningsanlegget. Før overtakelse av veglysanlegget bør det også foretas en kontroll av at avskjæringsleddet er korrekt montert, spesielt med hensyn til høyde over terreng og vinkel på vippeplate i forhold til kjøreretningen (dersom dette finnes).

Det anbefales videre å foreta rutinemessige etterkontroller av utvalgte eksisterende master med avskjæringsledd for å kontrollere tilstrammingsmomentet i avskjæringsleddet.

#### To eller flere skiltmaster på samme skilt

For situasjoner der to eller flere skiltmaster monteres på samme skilt skal disse være testet og godkjent som følger:

- Skiltmaster montert i en avstand på 1,5 m eller mer skal være godkjent etter en test med påkjøring med kjøretøyets senter på den ene skiltmasten.
- Skiltmaster montert i en innbyrdes avstand på mindre enn 1,5 m skal være godkjent etter en test med påkjøring med kjøretøyet midt mellom to av mastene.



Figur 5.10 Krav til stolpeavstand.

#### Modifisering av stålmaster og tremaster til å bli ettergivende

Det er utviklet forskjellige metoder for modifisering av stålmaster og tremaster til å bli ettergivende. Det forutsettes at master som er modifisert etter disse metodene skal være testet iht. NS-EN 12767 og godkjent for å kunne betegnes som ettergivende.



Mastenes styrke må tilfredsstillere krav til FEA - F ("Forskrifter for elektriske anlegg- Forsyningsanlegg»), FEL («Forskrifter for lavspenningsanlegg») og krav til sikkerhet.

### 5.2.5 Fundamenter

Det benyttes som oftest spesialfundamenter for ettergivende lysmaster, signalmaster og skiltmaster. Fundamentet anses for å være en del av mastekonstruksjonen og skal leveres og monteres i henhold til masteleverandørens spesifikasjoner og anvisninger. Fundamenter er nærmere omtalt i kapittel 5.3.6.

## 5.3 Materialkrav

### 5.3.1 Materialkrav til lysmaster

Alle master skal være nummerert og adressert i henhold til definert objektnummer. Det skal foreligge anleggsdokumentasjon for lyspunktet referert til i objektnummeret. Kabler skal være oppmålt i kartformat lesbart for Statens vegvesen sine kartdatabaser.

Dokumentasjonen ved overlevering skal være bygget opp på samme måte som prosessen i anbudet. Man skal kunne finne igjen det spesifiserte i hoved- og underprosesser. Dette vil sørge for at også detaljer kommer med som bygget.

Lysmaster omfatter master og stolper av stål, aluminium eller tre for veg- og gatebelysning langs offentlig veg.

#### Stål

Lysmaster av stål skal konstrueres iht. NS-EN 40-5.

Lysmaster er slanke konstruksjoner som lett kommer i svingning ved kraftig vind og er derfor utsett for utmatting i sveisene og i lukeåpningen. Nesten alle brudd starter som et utmattingsbrudd og når tverrsnittet blir betydelig redusert vil en få et plastisk restbrud. Beregningene av lysmaster er statiske, men støtfaktoren øker rørdimensjonene og kompenserer for de dynamiske svingningene.

Utmattingsegenskapene for stål er uavhengig av stål kvalitet. Det skal ikke brukes lavleverte, sveiste stålrør i kvalitet dårligere enn S235JRG2 (tidligere RSt37-2). Det er viktig at sveiser er riktig utført. Det skal derfor stilles krav til sveiseprosedyre og sveisesertifikat for å sikre kvaliteten på sveisene.

Stålmaster for jordkabel er beskrevet i REF-publikasjon nr. 12 1/94, hvor også masteutførelse og fundamentering er beskrevet.

Master med rørdiameter 70 mm ved innfesting til lampehus bør velges. Driftserfaringer tilsier dette. Dette er spesielt viktig ved bruanslegg.

### Aluminium

Det stilles samme krav til fasthet for vindlast og påkjenninger med hensyn til armaturer og opphengutstyr som for stålmaster.

Minimum krav til aluminiumskvalitet skal være Al 6060 T eller bedre.

Materialkrav for ekstruderte rør og profiler er angitt i EN AW 6060 og EN AW 6063. Støpte deler, fotplater, sokler og overganger bør minimum lages i kvalitet AlSi12.

Det bør brukes isolasjonsplate mellom fundament og fotplate samt plastforinger på bolter for å hindre galvaniske strømmer.

Aluminiumsmaster konstrueres iht. NS-EN 40-6, hvor krav til vindlast legges ved som for stålmast.

### Tre

Veglysanlegg montert på tremaster med luftledning skal monteres og dimensjoneres i henhold til FEA-F – «Forskrifter for elektriske anlegg – forsyningsanlegg».

Tremaster er normalt ikke ettergivende og må derfor behandles som ikke ettergivende. Det er imidlertid utviklet metoder for å modifisere tremaster til å bli ettergivende. Se kapittel 5.2.4 og Håndbok N101 «Rekkverk».

Veglysmaster i tre er oppgitt i klasser. Det er i bruk hovedsakelig 2 klasser.

Nr Klasse	Stolpelengde	Toppdiameter
Klasse 1	7 og 8 meter	13 til 14,9 cm
Klasse 2	8 – 9 og 10m	15 til 16,9cm

Figur 5.11 Klasser for tremaster.

Krav til valg/levering oppsetting og opplodding av tremaster er gjengitt i REF publikasjon nr 3 II k /1/8) EBL.

Krav til arbeid på impregnerte tremaster er regulert i påbud fra arbeidstilsynet. Det er fra 1. juli 2003 kun tillatt å selge kreosot og trykkimpregnert materiale til industriell og offentlig virksomhet. Se «Forskrift om forbud mot CCA impregnert trevirke», datert 10. september 2002.

### 5.3.2 Materialkrav til portaler

Portaler omfatter hel- og halvportaler langs offentlig veg som er påmontert offentlige trafikkskilt og/eller trafikksignaler. Fundamentet anses for å være en naturlig del av konstruksjonen og skal derfor inngå som en naturlig del av styrkeberegningen for portalen.

#### Stål

Skiltportaler er normalt stive konstruksjoner og en vil normalt ikke få utmattingsbrudd. Derfor kan det være lønnsomt å gå opp i stål kvalitet til S355J2G3 (tidligere St52-3R) dersom beregningene krever økt styrke.

#### Aluminium

Aluminium skal kunne motstå samme krefter forårsaket av vindlaster og brøyting som tilsvarende stålmaster. Korrosjonsegenskapene i kyststrøk skal være av sjøvannsbestandig materiale.

Minimum krav til aluminiumskvalitet skal være Al 6060 T eller bedre.

### 5.3.3 Materialkrav til skilt- og signalmaster

Skilt- og signalmaster omfatter master langs offentlig veg som er påmontert offentlige trafikkskilt og/eller trafikksignaler.

Der standard runde rørstolper for trafikksignaler benyttes skal disse ha en ytre diameter på 114 mm.

#### Stål

Materialet skal være i kvalitet S235JRH iht. NS-EN 10210-1 med godstykkelse 3,5–4,5 mm eller et forsterket aluminiumsprofil med godstykkelse minimum 3 mm.

#### Aluminium

Aluminiumsstolper skal tilfredsstillere krav satt i NS-EN 754-2, «Aluminium og aluminiumlegeringer - Kaldtrukne stenger og rør - Del 2: Mekaniske egenskaper». Stolpene skal være eloksert samt polysert elektrostatisk før maling.

Minimum krav til aluminiumskvalitet skal være Al 6060 T eller bedre.

### 5.3.4 Materialkrav til stolper for trafikkskilt

Stolper omfatter stolper langs offentlig veg som er påmontert offentlige trafikkskilt og/eller trafikksignaler.

### Stål

Standard stolper for trafikkskilt av stål skal ha en av følgende to dimensjoner:

ytre diameter 60,3 mm og godstykkelse 2,9 mm (betegnet som 2")

ytre diameter 88,9 mm og godstykkelse 3,2 mm (betegnet som 3")

Materialet skal være i kvalitet S235JRH iht. NS-EN 10219-1 og NS-EN 10210-1 (se referanselisten).

### Aluminium

Aluminiumsstolper skal tilfredsstillere krav satt i NS-EN 754-2, «Aluminium og aluminiumlegeringer - Kaldtrukne stenger og rør - Del 2: Mekaniske egenskaper». Stolpene skal være eloksert samt polysert elektrostatisk før maling.

Minimum krav til aluminiumskvalitet skal være Al 6060 T eller bedre.

#### 5.3.5 Overflatebehandling

##### Stål

Lysmaster, skiltportaler og skiltmaster av stål varmforsinkes iht. NS-EN ISO 1461 «Varmforsinkede belegg på fäbrikerte jern- og stälprodukter. Spesifikasjoner og prøvingsmetoder» (erstatte NS 1978). For godstykkelse mellom 3 og 6 mm skal minimum sinktykkelse være 55 µm. Dersom andre godstykkelser benyttes skal kravene i NS-EN ISO 1461 benyttes.

Stälmaster for trafikksignaler og stälstolper for trafikkskilt varmforsinkes iht. NS-EN 10240 «Innvendig og/eller utvendig beskyttende belegg for stälror – Spesifikasjon for varmforsinkede belegg päfört i automatiske anlegg».

Stälmaster for trafikksignaler skal i tillegg være päfört primer og maling av godkjent kvalitet. Stolper i signalanlegg skal normalt være gule, men andre färger kan benyttes der det ønskes ut fra estetiske hensyn. Det vises til Håndbok N303 «Trafikksignalanlegg» for anbefalte färger.

For krav til innstöpte festbolter i betong, se kapittel 5.3.6.

##### Aluminium

Aluminiumsmaster for trafikksignaler skal om ønskelig være päfört primer og maling av godkjent kvalitet.

Stolper i signalanlegg skal normalt være gule, men andre färger kan benyttes der det ønskes ut fra estetiske hensyn. Det vises til Håndbok N303 «Trafikksignalanlegg» for anbefalte färger.

### Tre

Vedrørende bruk av CCA impregnert trevirke se «Forskipt om forbud mot CCA impregnert trevirke» datert 10. september 2002.

### Pulverlakkering/lakkering

Lysmaster, skiltmaster og stolper av stål eller aluminium kan om ønskelig overflatebehandles med pulverlakkering. For stålmaster utføres dette som et tillegg til varmforsinking. Ved lakkering med maling med polyesterpulver skal tykkelsen være 90 - 130µm. Det stilles krav til prosess for forbehandling, avfetting og kromatisering,

For pulverlakkering er det under utarbeidelse en ny standard NS-EN ISO13438 «Geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter – Utsilingsprøving for bestemmelse av motstand mot oksidasjon». Den angir en beleggykkelsen på min. 60 µm, men normalt bør beleggykkelsen ligge mellom 60 og 140 µm. Det viktigste for å sikre god heftfasthet og kvalitet på pulverlakken er at forbehandlingen før lakkering er riktig for varmforsinket stål. For lysmaster som utsettes for sollys må en bruke polyesterlakk for å unngå kriting/ nedbryting.

Dersom mastene ikke kan pulverlakkres bør det stilles krav om at malingen skal utføres med holdbarhet og kvalitet tilsvarende pulverlakkering. For master som males bør det derfor brukes tokomponent maling av type Epoxy eller Polyuretan.

Til å beskrive fargen på stolper kan både fargestandardene RAL og NCS brukes. NCS-standarder er mer nyansert og har nesten ubegrenset antall farger.

Glansgraden på overflatebehandlingen angis i % og er uavhengig av fargestandard.

I bystrøk kan mørke farger skape problemer for svaksynte, og stolpene bør der merkes med minimum én hvit eller selvlysende mansjett med en bredde på 10 cm i en høyde på ca 150 cm fra bakkenivå.

### Levetid

Kravene til overflatebehandling er basert på at produktet skal ha en levetid på minimum 30 år. Om nødvendig kan Vegvesenet kreve at leverandøren/ produsenten sannsynliggjør dette.

## 5.3.6 Fundamenter

### Fundamenttyper

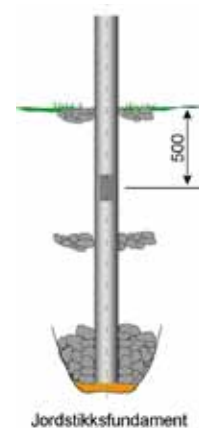
Det benyttes normalt fundamenter av betong eller stål. Som alternativ til standard fundamenter for trafikkskilt kan stålspyd benyttes i visse tilfelle. Fundamentene leveres normalt enten som jordstikksfundamenter (masten fundamenteres), nedstikksfundamenter eller fotplatefundamenter.

Nedenfor er vist eksempler på forskjellige typer fundamenter for lysmaster og skiltmaster/stolper.

### Fundamenter for lysmaster

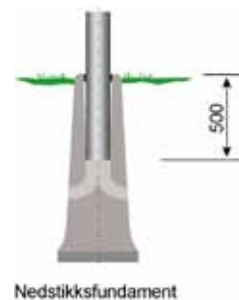
#### Jordstikksfundamenter

Jordstikksfundamenter utføres i stål. Det er meget stor fare for korrosjon ved grunnvannsnivå og ved bakkenivå, vanskelig å etablere god utlufting og dårlig stabilitet uten spesielle foranstaltninger. Denne fundamenttypen bør ikke brukes på vegger som saltes.



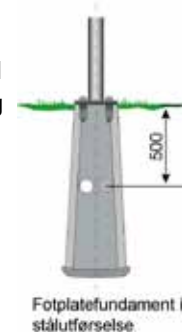
#### Nedstikksfundamenter

Nedstikksfundamenter utføres i betong. Ulempene ved denne fundamenttypen er betydelig fare for korrosjon i området rundt låseringen og vanskelige og kostbare etterjusteringer av masten, noe som medfører relativt høye vedlikeholdskostnader og redusert levetid. Det anbefales at partiet rundt låseringen vernes spesielt med tilleggsbeskyttelse som hindrer fuktigheten i bli stående mellom varmforsinket materiale og låseringen. Fundament med nedstikk av mast, hvor masten omslutes med gummi eller plastpakning bør ikke benyttes i bystrøk eller i strøk med mye hunder og hvor vegger saltes. Erfaring har vist at en får angrep av korrosjon på grunn av fuktighet i overgang mellom beskyttelses kappen og masten



#### Fotplatefundamenter

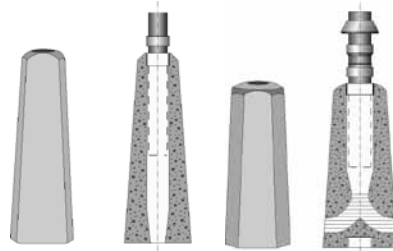
Fotplatefundamenter utføres i stål eller betong. Fordelen ved fotplatefundamenter er enkel montering og etterjustering av masten. De gir minimal korrosjonsfare, god gjennomlufting i masten og god stabilitet. Ulempene er at betongfundamentene er så tunge at de nødvendigvis maskinell behandling. For å oppnå god utlufting er det viktig at fotplaten anlegges 5 cm over ferdig terrengnivå og at justeringsmutter under fotplaten bli brukt. I skrått terreng regnes fra ytterkant av terrenget når høyde over terreng skal fastsettes.



## Fundamenter for skiltstolper og skiltmaster

### Betongfundamenter med låsering uten kabelinntak

Tegningen viser standardfundamenter for 60 mm eller 89 mm standard skiltstolper. Benyttes vanligvis for skilting med normerte trafikkskilt der skiltarealet er begrenset. Fundamentene graves ned slik at fundamentet stikker minst mulig opp av bakken. Det finnes også fundamenter med fotplate for standard skiltstolper. Fotplaten kan justeres i water hvis vanskelige grunnforhold bringer stolpene ut av lodd.

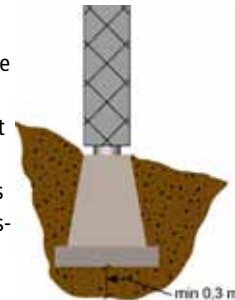


Betongfundament med låsering uten kabelinntak

Betongfundament med låsering med kabelinntak

### Betongfundament for mast og portal

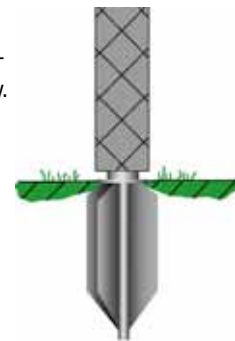
Leverandørene leverer fundamenter tilpasset ulike master- og portaltypen i forskjellige dimensjoner. Det er viktig at montering utføres i henhold til leverandørens anvisning. Generelt vil det være fordelaktig for fundamentets stabilitet at det er konisk utformet og evt. også har krage i bunn, som vist på tegning. Det er viktig at fundamentet monteres slik at minst mulig av fundamentet stikker opp av bakken, og at det pakkes med telefrie masser som gis forskriftsmessig komprimering. (Ved bruk av avskjæringsledd skal dette monteres maks. 10 cm over terreng og ikke tildekkes av masser, jfr. Pkt 5.2.4.7.)



Betongfundament for mast og portal

### Vingefundament

Vingefundament brukes i forbindelse med montering av stolper og master for trafikkskilt. Fundamentet presses ned i grunnen ved hjelp av pæling eller hydraulisk verktøy. Det er viktig å påse at fundamentet ikke støter mot fjellgrunn og blir ødelagt. Videre egner det seg dårlig i områder med masser hvor det forekommer mye tele



Vingefundament (stål)

## Krav til betongfundamenter

Betongkvaliteten på betongfundamenter er spesifisert i NS-EN 206-1. Minstekrav til betongkvaliteten for plaststøpte og prefabrikerte betongfundamenter, inklusiv de som er integrert i konstruksjonen på bruer, støttemurer og lignende, skal være C 45 MA (MA tilsier at det skal tåles et aggressivt miljø).

Krav til sikkerhet og pålitelighet i konstruksjonen er angitt i NS-EN 3490. Krav til dimensjonering (vindkrefter og laster) er angitt i NS-EN 3491 del 1 og 4. NS-EN 3473 stiller krav til prosjekteringsstandard, det vil si at samsvarigheten i konstruksjonen mellom de ovennevnte standarder er medtatt. Totalkonstruksjonen skal tilfredsstille kravene i NS 3473.

Innstøpte festebolter i betongfundament for mastenes fotplater skal være rustbestandige og behandlet slik at det ikke oppstår uheldige reaksjoner mellom betong og stål. Boltene skal først gjennomgå en varmforzinkning i henhold til NS EN ISO 1461, deretter en kromatisering der prosessen beskrives som: ZnE1-Cr. Alternativt kan det benyttes bolter av syrefast gjengestål.

### Krav til stålfundamenter

Fundamenter for veglysmaster og signalmaster skal være tilpasset mastene iht. krav i REF-publikasjon nr. 12 1/94.

Fundamentet skal være stabilt og lett å montere. Det skal være lett å føre frem kabler gjennom fundamentet til masten.

Stålkvaliteten på stålfundamentene skal enten være kvalitet S235JG2 alternativt S355J2G3. De skal varmforsinkes iht. NS-EN ISO 1461 (Gjennomsnittlig galvaniseringsstykkelse 70µ med tillat minsteverdi for enkeltmålinger 50µ). For å bedre korrosjonsegenskapene ytterligere bør fundamentene tilleggsbeskyttes med pulverlakkering eller maling med tilsvarende holdbarhet før montering. Behandlingen skal kunne dokumenteres og garanteres i hele konstruksjonens levetid.

### Krav til montering

Generelt skal ikke fundament, stolper eller kabelskap kunne monteres på veg uten at disse er tatt med på planen i prosjektfasen, eller at det er gitt tillatelse fra vegholder i ettertid som en komplettering eller et reinvesteringsprosjekt.

Skap og fundament skal plasseres slik at de ikke er til hinder eller fare for trafikantene (se Håndbok N101 «Rekkverk»).

Monterings høyden på topp fundament bør angis på planene for hvert enkelt fundament. Det kan være praktisk å definere høyden for det enkelte fundament ut fra definert kotehøyde.

Fundamenter skal monteres loddrett, i korrekt høyde i forhold til ferdig terreng og ikke nærmere vegkanten enn vegvesenets krav til drift og vedlikehold, samt trafikk sikkerhet



tilsier. Det er estetisk lite pent og kvaliteten av stabiliteten for mastene blir svekket ved avvik fra dette I prosjektbeskrivelser bør det derfor tas med et punkt om hvem som har ansvar for at fundament blir montert i riktig høyde.

Ved montering av fundament skal eksisterende masse fjernes. Fundamentet skal settes ned i og fylles opp til kabeluke med maskinkult < 10 mm og etter at kabel er lagt skal omfyllingsmassen rundt fundamentene være maskinkult. Dette gjelder også for fundamenter som blir plasstøpt og prefabrikerte betongfundamenter med lengde  $\leq 100$  cm.

Spesialfundamenter til ettergivende master monteres i henhold til leverandørens montasjeanvisning. Dette er meget viktig for at mastene skal kunne fungere som tilsiktet.

#### Krav til fordelingsskap

Fordelingsskap/tennskap skal være visuelt tilpasset øvrig trafikkisikkerhetsutstyr for veier. Fordelingsskapene skal være lett tilgjengelig for betjening og skapene bør ikke stå utsatt til for snøbrøyting. Der det er mulig bør skapene plasseres i tilknytning til tavleanlegg eller integrert i lavspennetavlen på nettstasjoner.

For å redusere risikoen for påkjøring av tennskap bør disse plasseres lengst mulig fra vegen.

Fundamentering av fordelingsskap/tennskap skal skje iht. statiske beregninger av krefter som skyldes eksterne forhold på stedet og tyngden av skapet og utstyr.

## 5.4 Henvisninger

- NS-EN 12899-1 «Faste trafikkskilt – Del 1: Skilt».
- NS-EN 12767 «Ettergivende konstruksjoner for trafikksikkerhetsutstyr - Krav og prøvingsmetoder/Passive safety of support structures for road equipment - Requirements and test methods».
- Nordisk samordning av testing og godkjenning av ettergivende master i samsvar med EN 12767, Vejdirektoratet i Danmark, Vägverket i Finland, Vegdirektoratet i Norge, Vägverket i Sverige, juni 2000.
- NS-EN 40-3-1 «Lysmaster – Del 3-1: Konstruksjon og verifisering. Spesifikasjon av karakteristiske laster».
- NS-EN 40-3-3 «Lysmaster – Del 3-3: Konstruksjon og verifisering. Verifisering ved beregning».
- NS-EN 40-5 «Lysmaster – Del 5: Spesifikasjon for stålmaster».
- NS-EN 40-6 «Lysmaster – Del 6: Spesifikasjon for aluminiumsmasterr».
- NS-EN 10240, «Innvendig og/eller utvendig beskyttende belegg for stålrør - spesifikasjon for varmforsinkede belegg påført i automatiske anlegg».
- NS-EN ISO 1461 «Varmforsinkede belegg på fabrikkerte jern- og stålprodukter. Spesifikasjoner og prøvingsmetoder (ISO 1461: 1999)» (erstatte NS 1978).
- PrEN 13438 «Organiske pulverbelegg for varmforsinkede stålprodukter til konstruksjonsformål».
- NS-EN ISO13438 «Geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter – Utsilingsprøving for bestemmelse av motstand mot oksidasjon».
- NS-EN 754-2 «Aluminium og aluminiumlegeringer - Kaldtrukne stenger og rør - del 2: Mekaniske egenskaper».
- NS-EN 10210-1 «Varmforsinkede hulprofiler av ulegerte og finkornbehandlede konstruksjonsstål – Del 1: Tekniske leveringsbetingelser».
- NS-EN 10219-1 «Kaldformede sveiste hulprofiler av ulegerte og finkornbehandlede konstruksjonsstål – Del 1: Tekniske leveringsbetingelser».
- NS-EN 206-1 «Betong, del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar».
- NS 3473 «Prosjektering av betongkonstruksjoner, Beregnings- og konstruksjonsregler»
- NS 3476 «Prosjektering av samvirkekonstruksjoner i stål og betong – Beregning og dimensjonering»
- NS 3490 «Prosjektering av konstruksjoner. Krav til pålitelighet».
- NS 3491-1 «Prosjektering av konstruksjoner. Dimensjonerende laster – Del 1: Egenlaster og nyttelaster (innbefattet rettelsesblad A1:99)».
- NS 3491-4 «Prosjektering av konstruksjoner. Dimensjonerende laster – Del 4: Vindlaste».
- FOR 1998-11-06 nr 1060: «Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg».
- «Gatelysmaster»– REF kravspesifikasjoner, REF-publikasjon nr. 12 1/94, Energiforsyningens Fellesorganisasjon.

- Håndbok N100 «Veg- og gateutforming», Vegdirektoratet 2005
- Håndbok N101 «Rekkverk», Vegdirektoratet 2003 (rekkverksnormalen).
- Håndbok R765 «Avfallshåndtering», Vegdirektoratet, oktober 1998.
- Håndbok 214 (utgått) «Helse, miljø og sikkerhet», Vegdirektoratet, mars 1999.
- Håndbok V124 «Teknisk planlegging av veg- og gatelys», Vegdirektoratet 2005
- «Forskrift om forbud mot CCA impregnert trevirke», 10. september 2002.

## 6 Vegoppmerking



6	Vegoppmerking	122
6.1	Generelt	124
6.1.1	Innledning	124
6.1.2	Gyldighet	124
6.1.3	Internasjonale krav	124
6.1.4	Definisjoner og begreper	124
	- Generelle definisjoner	124
	- Synbarhet i dagslys og mørke	125
	- Friksjon	126
	- Fargekoordinater	126
6.2	Funksjonskrav	127
6.2.1	Generelt	127
6.2.2	Retrorefleksjonskoeffisient RL	127
6.2.3	Luminanskoeffisient Qd	128
6.2.4	Fargekoordinater, x - y	128
6.2.5	Friksjon SRT	129
6.3	Krav ved utførelse av vegoppmerking	129
6.3.1	Generelt om utførelse	129
6.3.2	Formerking	129
6.3.3	Toleransekrav	129
	- Langsgående vegoppmerking.	130
	- Tverrgående vegoppmerking, tekst og symboler	131
6.3.4	Krav til utførelse ved reparasjon av eksisterende vegoppmerking	133
	- Generelle krav ved reparasjon av langsgående vegoppmerking	133
	- Spesielle krav	133
6.3.5	Midlertidig vegoppmerking	134
6.4	Kontroll og kvalitetsoppfølging av utlagt vegoppmerking	136
6.4.1	Kontroll av vegoppmerkingens funksjonsegenskaper	136
6.4.2	Håndholdt måling med portable instrumenter	136
6.4.3	Dynamisk måling med bilmontert måleutrustning.	137
6.5	Materialkrav	137
6.5.1	Generelt	137
6.5.2	Helse, miljø og sikkerhet	138
6.5.3	Spesielle krav til vannbasert vegmerkemaling	138
6.6	Henvisninger og referanser	139

## 6.1 Generelt

### 6.1.1 Innledning

Statens vegvesen har en 0-visjon, en visjon om et transportsystem som ikke fører til tap av liv eller varig skade. Ulykkestypene møte- og utforkjøringsulykker er dominerende blant de ulykkestyper der det er mange drepte og skadde. Tiltak rettet spesielt mot disse ulykkestypene vil derfor være svært viktig. Vegoppmerking er med på å gi en visuell linjeføring av vegen, og enkelte typer vegoppmerking gir et varsel når linjen kjøres over. Begge disse egenskaper er tiltak som er med på å hindre at slike ulykker skjer. Det er viktig at vegoppmerkingen til enhver tid oppfyller de tekniske kravene som stilles til den.

Del 6 inneholder tekniske krav til utlegging av ny vegoppmerking og funksjonskrav for den utlagte vegoppmerkingen. Dersom kravene gitt i dette dokumentet og/eller i vedlikeholdsstandarden ikke er oppfylt, skal det utføres tiltak i form av reparasjon eller legging av nye linjer. Krav knyttet til utførelse av reparasjon er gitt i kapittel 6.3.4.

### 6.1.2 Gyldighet

Kravene i denne håndbokens del 6 gjelder for all vegoppmerking som legges ut på nye og eksisterende veger. Kravene gjelder innenfor produktenes garantitid, som for vegoppmerking vanligvis er 2 år (til utløpet av den definerte sesongen 2 år etter utlegging). For tekniske krav utover garantitiden vises det til Håndbok R610 «Drift og vedlikehold», samt inn-gåtte kontrakter.

### 6.1.3 Internasjonale krav

Der de europeiske standardene krever at produkttyper skal være CE merket for å ha kommersiell adgang til markedet, gjøres dette også gjeldende for Norge.

### 6.1.4 Definisjoner og begreper

#### Generelle definisjoner

Vegoppmerking er et viktig virkemiddel for god og trafikksikker fremkommelighet. Vegoppmerkingen skal tjene flere hensikter:

1. Lede trafikken (visuell ledning)
2. Varsle trafikanter om spesielle forhold ved vegens geometri og faremomenter
3. Regulere trafikken
4. Supplere og forsterke informasjon gitt ved hjelp av trafikkskilt

For at vegoppmerkingen skal fungere som ønsket må, den ha tilfredsstillende funksjon

med hensyn til følgende egenskaper:

- synbarhet i dagslys
- synbarhet i mørke
- farge
- friksjon

Ulike vegoppmerkingsmetoder kan ha forskjellige egenskaper. Norge og Norden har spesielle utfordringer i forhold til Europa for øvrig. Dette er hovedsakelig på grunn av spesielle:

- klimatiske forhold
- vintervedlikehold
- piggdekkbruk

**Langsgående vegoppmerking:** Omfatter midtlinjer, skillelinjer, ledelinjer, kantlinjer samt begrensninglinjer til sperreområder.

**Tverrgående vegoppmerking:** Vegoppmerking som ligger i kjørebanelen/kjørefeltet. Tverrgående vegoppmerking omfatter stopplinjer, vikelinjer, gangfelt, skravering i sperreområder, sykkelkryssinger og merking av biloppstillingsplasser.

**Symbol og tekst:** Denne kategorien er en underkategori til tverrgående vegoppmerking. Symbol og tekst omfatter piler, vikesymbol, gang- og sykkelsymbol, parkeringssymbol, symbol for bevegelsehemmede, samt tekster (eks. BUSS).

**Nylegging:** Førstegangs oppmerking på nylagte vegdekker.

**Reparasjon:** Reparasjon av eksisterende vegoppmerking.

**Ny tilstand:** Med ny tilstand menes perioden fra 14 dager etter utlegging og ut den merkesesongen linjene ble lagt ut.

**Plan linje:** vegoppmerking som er lagt ut i en jevn ekstrudert eller sprayet film, der hensikten er å produsere en linje med en plan (slett) overflate. En plan linje kan likevel ta underlagets struktur opp i seg.

**Profilert linje:** vegoppmerking som er lagt ut som en brutt linje, eller en linje med en ujevn eller strukturert overflate. Profilerte linjer blir lagt for å oppnå spesielle lystekniske eller akustiske effekter. Den ujevne overflaten kan være preget av spesiell struktur, mønster, profiler, eller en tilfeldig struktur.

### Synbarhet i dagslys og mørke

Det er flere ulike faktorer som påvirker vegoppmerkingens synbarhet.

Synbarhet i dagslys og gatebelysning er avhengig av:

- vegoppmerkingens luminanskoeffisient ( $Q_d$ )
- vegoppmerkingens farge
- størrelsen på flatene med vegoppmerking
- kontrast til vegdekkets farge

Synbarhet i mørke er avhengig av:

- vegoppmerkingens retrorefleksjonskoeffisient ( $R_L$ ) (dvs. evnen til å reflektere lyset fra billyktene tilbake til føreren).
- som over, farge, flater og kontrast

Luminanskoeffisient  $Q_d$  er et mål på vegoppmerkingens evne til å reflektere diffus belysning (overskyet dagslys eller vegbelysning). Måleenheten for luminanskoeffisienten er  $\text{mcd/lx/m}^2$ . Typiske måleverdier for hvit vegoppmerking er 150–200  $\text{mcd/lx/m}^2$ . Måling av luminanskoeffisient utføres kun på tørr vegoppmerking.

Retrorefleksjonskoeffisient  $R_L$  er et mål på vegoppmerkingens evne til å reflektere lys fra billyktene tilbake til føreren. Måleenheten for retrorefleksjonskoeffisienten  $R_L$  er  $\text{mcd/lx/m}^2$ . Typiske måleverdier for hvit, tørr vegoppmerking ligger mellom 100–400  $\text{mcd/lx/m}^2$ . Måling av retrorefleksjonskoeffisient kan utføres i tørr og våt tilstand.

Plane linjer har tradisjonelt dårlig synbarhet i mørket når de blir våte, fordi refleksjonsmediene (som oftest glassperler) dekkes av vann. Metoder for bedret synbarhet på våt veg er utviklet. Det som ofte omtales som profilerte linjer kan ha to ulike funksjonsegenskaper; bedre synlighet i våt tilstand og/eller en støy- og vibrasjonseffekt. Det er viktig at man er bevisst dette ved valg av linjetype.

### Friksjon

Friksjonen angis med en SRT-verdi (British pendulum – Skid Resistance Tester). Vegoppmerkingens friksjonsegenskaper har betydning for sikkerheten, spesielt for tohjulinger og myke trafikanter. Typisk SRT-verdi er 40-70.

### Fargekoordinater

Vegoppmerkingens farge angis som kromatiske fargekoordinater  $x, y$  i CIE-fargesystemet. Med det norske to-fargesystemet er det viktig å ha et distinkt skille mellom spesifikasjonene av hvit og gul farge. For at gule midtlinjer skal oppfattes som gule både i dagslys og i reflektert billys i mørke, er det satt krav til 2 sett fargekoordinater, som begge må imøtekommes.



## 6.2 Funksjonskrav

### 6.2.1 Generelt

Funksjonskravene er spesifisert i NS-EN 1436 «Vegmerkingsmaterialer»: Funksjonskrav til vegmerking”. Målinger av ulike funksjoner skal utføres i henhold til denne standarden.

Det stilles funksjonskrav til følgende parametre for utlagt vegoppmerking på veg:

- Retrorefleksjonskoeffisient RL
- Luminanskoeffisient Qd
- Fargekoordinater x, y
- Friksjon, SRT

De gitte funksjonskravene er minimumskrav. Vegmyndighet kan sette høyere krav til funksjon ved å spesifisere en høyere klasse i konkurransegrunnlag. Høyere klasser er beskrevet i NS-EN 1436. NS-EN klasse er gitt i parentes.

### 6.2.2 Retrorefleksjonskoeffisient RL

Retrorefleksjonskoeffisienten RL er en måleverdi for synbarheten av vegoppmerkingen i mørke. Det er to sett med funksjonskrav, ett for tradisjonell vegoppmerking og ett for vegoppmerking som er spesifisert for å ha god synbarhet i våt tilstand (eks. profilerte linjer). For alle kantlinjer på riksveger med ÅDT > 2000 skal det stilles krav til våtfunksjon. Kravet til våtfunksjon gjelder imidlertid ikke på vegstrekninger med vegbelysning. I tillegg skal det ved bruk av profilerte linjer tas hensyn til støy for nærliggende bebyggelse etter vanlige regler.

For begge sett av krav er det angitt kravverdier for  $R_L$  i ny tilstand og gjennom resten av garantitiden.

#### $R_{L, \text{tørr}}$ i ny tilstand:

Type	Hvit mcd/lx/m <sup>2</sup>	Gul mcd/lx/m <sup>2</sup>
$R_{L, \text{Langsgående oppmerking}}$	≥ 200 (R4)	≥ 150 (R3)
$R_{L, \text{Tverrgående oppmerking}}$	≥ 100 (R2)	≥ 100 (R2)

Figur 6.1 Minimumskrav til retrorefleksjonskoeffisient i ny tilstand.

#### RL tørr i garantitiden:

Type	Hvit mcd/lx/m <sup>2</sup>	Gul mcd/lx/m <sup>2</sup>
$R_{L, \text{Langsgående oppmerking}}$	≥ 150 (R3)	≥ 100 (R2)
$R_{L, \text{Tverrgående oppmerking}}$	≥ 100 (R2)	≥ 100 (R2)

Figur 6.2 Minimumskrav til retrorefleksjonskoeffisient i garantitiden.

**RL i våt tilstand:**

Type	Hvit mcd/lx/m <sup>2</sup>	Gul mcd/lx/m <sup>2</sup>
R <sub>v</sub> , våt	≥ 35 (RW2)	

Figur 6.3 Minimumskrav til retrorefleksjonskoeffisient for linjer med våtfunksjon.

### 6.2.3 Luminanskoeffisient Qd

Verdien på luminanskoeffisient sier noe om vegoppmerkingens synbarhet i overskyet dagslys og i vegbelysning. Kravet gjelder tørr vegoppmerking.

Farge	Minimum luminskoeffisient Qd
Hvit	Qd ≥ 130 (Q3)
Gul	Qd ≥ 100 (Q2)

Figur 6.4 Krav til luminanskoeffisient.

### 6.2.4 Fargekoordinater, x - y

Grenseverdiene for materialets fargekoordinater er gitt av tabellene under. Kravet gjelder tørr vegoppmerking.

Kravene til fargekoordinater i mørke er veiledende, foreløpig i en overgangsperiode på 2 år. Fra 2013 er kravene å anse som absolutte, med mindre erfaringene i overgangsperioden fører til annen beslutning.

Farge		1	2	3	4
Hvit	x	0,355	0,305	0,285	0,335
	y	0,355	0,305	0,325	0,375
Gul (Y1)	x	0,443	0,545	0,465	0,389
	y	0,399	0,455	0,535	0,431

Figur 6.5 Krav til fargekoordinater i dagslys (diffus belysning)

Farge		1	2	3	4
Hvit	x	0,480	0,430	0,405	0,455
	y	0,410	0,380	0,405	0,435
	x	0,575	0,508	0,473	0,510
	y	0,425	0,415	0,453	0,490

Figur 6.6 Krav til fargekoordinater i mørke (billys).

### 6.2.5 Friksjon SRT

Gjennom måling av vegoppmerkingens SRT-verdi, bestemmes friksjonen for plane linjer. SRT-verdi bestemmes ved å måle med friksjonspendel («British Pendulum», NS-EN 1436). Friksjonspendelen egner seg kun til måling av plane linjer. Profilert vegoppmerking anses alltid å tilfredsstillende friksjonskravene, og friksjonsmåling av slike linjer er derfor ikke obligatorisk.

Alternativ målemetode kan benyttes dersom det kan dokumenteres god korrelasjon til friksjonspendel. PFT er et eksempel på en godkjent alternativ metode.

Produkt	Krav til SRT (NS-EN klasse)
Langsgående vegoppmerking	SRT $\geq$ 45 (S1)
Tverrgående vegoppmerking, tekst og symboler	SRT $\geq$ 55 (S3)

Figur 6.7 Krav til friksjon.

## 6.3 Krav ved utførelse av vegoppmerking

### 6.3.1 Generelt om utførelse

Utførelse av vegoppmerking må tilfredsstillende alminnelige estetiske krav som inkluderer:

- God strekk i linjen
- God treff av formerking
- Tilfredsstillende strekkkvalitet med hensyn på utseende (skarpe konturer/kanter)

Vegoppmerking utføres når det kan oppnås tilstrekkelig vedheft, dvs. når vegbanen er ren og tørr. Vegoppmerkingsmaterialene skal håndteres i henhold til materialprodusentens retningslinjer. Drop-on glass på maskinlagte linjer skal være jevnt fordelt over linjens bredde.

Ved reparasjonsarbeider skal vegoppmerkingen så godt det lar seg gjøre, treffe eventuelle rester av tidligere vegoppmerking der slik finnes, dersom ikke endringer er anvist i formerkingen.

### 6.3.2 Formerking

Formerking er normalt en myndighetsoppgave. Dersom myndighet etterspør formerking skal denne utføres i henhold til bestillers anvisninger.

### 6.3.3 Toleransekrav

Toleransekravene er satt opp for å sikre god og enhetlig kvalitet på vegoppmerkingen med hensyn til utseende og nøyaktighet. Det er svært viktig for reparasjoner at den opprinnelige vegoppmerkingen er utført så nøyaktig som mulig.

**Langsgående vegoppmerking.**

Nedenfor nevnte toleransekrav gjelder all langsgående vegoppmerking.

**Toleransekrav for de ulike linjelengder og linjeåpninger**

Kravene gjelder på linjer på rett strekning.

Linjelengder/ åpninger	Nylegging	Reparasjon
1 m	± 5 cm	± 20 cm
2 m	± 5 cm	± 20 cm
3 m	± 10 cm	± 20 cm
9 m	± 10 cm	± 20 cm

Figur 6.8 Toleransekrav for ulike linjelengder og linjeåpninger.

Syklus innenfor 12 m kan ha et maksimalt avvik på ± 5 cm. Ellers gjelder tabellen ovenfor. Eksempel: Dersom en varsellinje er 8,90 m må påfølgende åpning være minimum 3,05 m og maks. 3,15 m, jf kravet om at syklus skal være 12,0 m ± 5 cm.

**Toleransekrav for linjeavstand ved anvendelse av kombinasjonslinjer**

Dette kravet spesifiserer største avvik i avstand mellom linjene i en linjekombinasjon.

Dekke	Krav
Nylagt og slett asfalt	± 1,0 cm
Sporet asfalt innenfor maks. 2,5 cm asfaltspor	± 2,0 cm

Figur 6.9 Toleransekrav for linjeavstand, kombinasjonslinjer .

Toleransekrav for linjebredder er gitt i tabellen under.

Linjebredde	På nylagt og slett asfalt	På gammel og sporet asfalt inntil 2,5 cm sporslitasje	
		Kombinasjonslinjer	Enkeltlinjer
10 cm linje	± 0,50 cm	±1,0 cm	± 1,0 cm
15 cm linje	± 0,75 cm	± 1,5 cm	± 1,0 cm
20 cm linje	± 1,00 cm		± 1,0 cm
30 cm linje	± 1,50 cm		± 1,0 cm

Figur 6.10 Toleransekrav for linjebredder.

**Toleransekrav for sideveis treff av linjer ved reparasjoner**

Ved reparasjon av eksisterende vegoppmerking, kan det tillates avvik sideveis på ± 3,0 cm i en distanse på 4 sykkluser (48m) i lengderetning fra startpunkt.

### Nedfresing av vegoppmerking.

Vegoppmerking kan legges i et nedfrest spor i vegdekket for å oppnå mindre slitasje, samt bedre trafikksikkerhetseffekter. Det bør tilstrebes at fresesporet får en skråkant på begge sider, slik at faren for spring blir redusert. Utforming av fresespor er fortsatt under utvikling, og absolutte krav til dimensjoner fastsettes ikke i denne versjon av Hb062.

### Tverrgående vegoppmerking, tekst og symboler

#### Generelt

Som for langsgående vegoppmerking tillates mindre avvik fra de mål som er fastsatt i oppmerkningsnormalene (Håndbok N302). Toleransegrensen som er oppgitt gjelder for nylegging og reparasjoner.

Det er ikke satt toleransekrav for alle typer tverrgående vegoppmerking. Der det ikke er angitt krav, kan andre krav angitt i dette kapitlet benyttes som veiledende toleransekrav.

Tverrgående vegoppmerking, tekst og symboler skal utføres med god håndverksmessig utførelse med vekt på å oppfylle estetiske krav som skarpe kanter og jevn overflate.

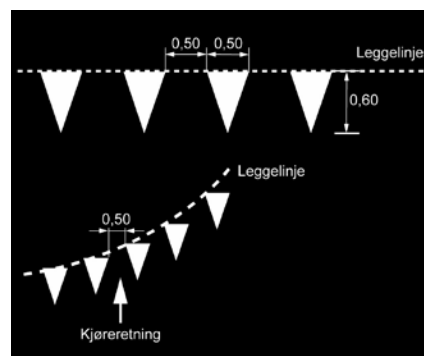
#### Vikelinjer

1. Vikelinjen består av trekantede former med spissen mot trafikkretingen, og skal stå vinkelrett mot kjøreretningen der som ikke oppmerkningsplan eller annet arbeidsgrunnlag sier noe annet.
2. Viketrekantenes individuelle avstand og mål skal ikke avvike mer enn 2 cm.
3. Det tillates et avvik/ krumning av vike trekantenes sidelinjer med 2 cm.
4. Viketrekantenes avvik i forhold til leggelinje får ikke overstige 2 cm.

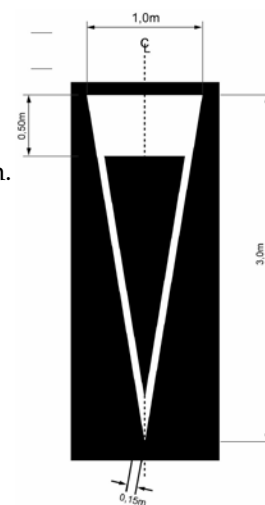
#### Vikesymbol

1. Vikesymbolet skal legges sentrisk på kjørefeltets senterlinje eller i henhold til plankart eller annen arbeidsbeskrivelse. Avvik i henhold til senterlinje får ikke overstige  $\pm 2$  cm.
2. Vikesymbolets mål får ikke avvike mer enn  $\pm 2$  cm.
3. Det tillates et avvik/ krumning av vikesymbolets sidelinjer på 2 cm.

*Merknad: Tilsvarende krav kan anvendes for andre symboler, f. eks. sykkelsymbol.*



Figur 6.11 Skisse for vikelinjer.



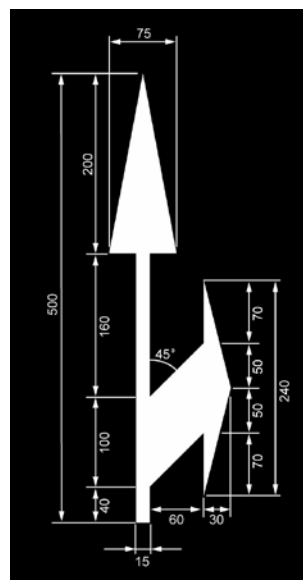
Figur 6.12 Skisse for vikesymbol.

### Piler

1. Piler skal legges i henhold til beskrivelse i Håndbok N302, med tillatt avvik på  $\pm 2$  cm i forhold til kjørefelts senterlinje.
2. Pilenes mål tillates et avvik på  $\pm 2$  cm, med unntak av pilens lengde hvor det tillates avvik med  $\pm 5$  cm.
3. Det tillates et avvik/ krumming av pilhodenes linjer på 2 cm.
4. Avvik for avstand mellom etterfølgende piler tillates med 0,50 m i forhold til avstand gitt i Håndbok N302, oppmerkingsplan eller annet arbeidsgrunnlag.

*Merknad: Tilsvarende krav kan anvendes for oppmerking av tekst i kjørebanelen*

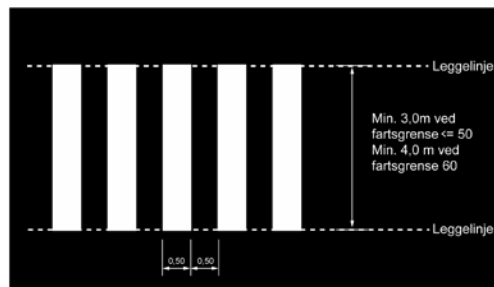
*Merknad: Skissene nedenfor (figur 6.12 og 6.13) er eksempler på utforming av piler. For øvrige symboler vises det til Hb049.*



Figur 6.13 Skisse for piler.

### Gangfelt

1. Avvik mellom faktisk plassering og oppmerkingsplan skal ikke være større enn  $\pm 5$  cm.
2. Avstanden mellom stolpene og stolpenes bredde skal ikke ha større avvik enn  $\pm 2$  cm.  
Det skal kun legges hele stolper med bredde 0,5 m dersom ikke kart eller annet arbeidsopplegg tilsier noe annet.



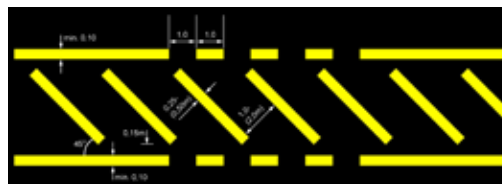
Figur 6.14 Skisse gangfelt.

3. Start og avslutning av gangfeltstolpene skal ligge på en rett linje med avvik ikke over  $\pm 2$ cm.
4. Gangfeltstolpene skal ligge parallelt med kjørebanelens lengdeakse. Avvik i form av manglende parallellitet og/eller krumming skal ikke overstige 2 cm.
5. Gangfeltstolpenes lengde skal ikke ha et større avvik enn  $\pm 3$  cm i forhold til det som er angitt i Håndbok N302 eller i oppmerkingsplan.

*Merknad: Tilsvarende krav kan anvendes for sykkelkryssingsfelt*

### Skravering

1. Avstand mellom begrensingslinje (maskinkjørt) og skrålinjer/ vinkler skal være 15 cm tillatt avvik  $\pm 2$  cm.
2. Avvik for individuelle mål i skraveringen



Figur 6.15 Skisse skravering.

gitt i Håndbok N302, oppmerkingsplan eller annet arbeidsgrunnlag skal ikke overstige  $\pm 3$  cm.

3. Skrålinjenes plassering i lengderetning sett langs vegen, skal ikke avvike mer enn 20 cm i forhold til opprinnelig oppmerking.

### 6.3.4 Krav til utførelse ved reparasjon av eksisterende vegoppmerking

#### Generelle krav ved reparasjon av vegoppmerking

Disse kravene gjelder generelt ved reparasjoner av eksisterende vegoppmerking på kortere eller lengre strekninger. I tillegg gjelder også spesielle krav ved reparasjon av spesielle typer linjer.

Det er flere viktige forhold å ta hensyn til ved reparasjon av eksisterende vegoppmerking, og det skal tilstrebes en mest mulig enhetlig standard på vegoppmerkingen over lengre strekninger.

Ved reparasjon av linjer kan den totale tykkelsen på linjen ved applisering av nytt materiale bli for stor.

**Den totale tykkelsen etter reparasjon bør ikke overstige 5 mm.**

For å løse dette kan man reparere vegoppmerkingen ved bruk av tynnere linjer eller evt. andre metoder.

Dersom den totale tykkelsen etter reparasjon vil bli mer enn 5 mm, skal den gamle vegoppmerkingen fjernes eller gjøres tynnere før utlegging av ny linje.

#### Spesielle krav

##### **Kurver (horisontale, vertikale)**

###### *Horisontale kurver*

Dersom det utføres reparasjon av korte deler eller kun en liten del av en kurve, kan dette skape misforståelser og feilaktig visuell leding gjennom kurven i mørket. Reparasjon av vegoppmerking gjennom kurve skal utføres slik at misforståelser i den visuelle ledingen ikke skal forekomme.

###### *Vertikale kurver*

Ved reparasjon av linjer over høybrekk kan det være formålstjenlig at disse linjene trekkes over hele høybrekket for å unngå feilaktig visuell leding i mørket.

##### **Krav til sperrelinjer**

Ved reparasjon av korte deler av en sperrelinje vil det være stor fare for misforståelser og

feiltolking i mørket. Dette fordi de korte «delene» vil kunne oppfattes som varsel- eller feltlinjer.

Ved doble sperrelinjer, samt ved sperrelinjer i kombinasjon med andre linjer, skal derfor alltid begge linjene repareres.

Generelt bør hele sperrelinjen repareres for å sikre enhetlig synbarhet i mørket. Dersom linjene der de ikke er bortslitt tilfredsstillende krav til funksjon, kan kortere strekninger repareres.

#### **Nylegging ved parsellvis asfaltering**

Dersom det er mange korte parseller med lapping av asfalt på en samlet strekning, bør man legge ny vegoppmerking gjennomgående over hele strekningen.

### **6.3.5 Midlertidig vegoppmerking**

Midlertidig vegoppmerking benyttes ved midlertidig omlegging av kjøremønster ved vegarbeid eller andre tiltak. Ved bruk av midlertidig vegoppmerking skal alltid den opprinnelige vegoppmerkingen enten fjernes eller tildekkes, slik at ikke misforståelser oppstår i den visuelle leding av trafikken.

Midlertidig vegoppmerking skal kunne fjernes etter bruk uten at vegdekket tar skade av bruken.

#### **Krav til midlertidig vegoppmerking**

Midlertidig vegoppmerking skal tilfredsstillende de samme krav som for permanent oppmerking.

Midlertidig vegoppmerking som benyttes på nylagt dekke i påvente av permanent vegoppmerking skal plasseres på utmålt midtpunkt på vegbanen, med en toleranse på +/- 3cm i sideveis avvik.

#### **Metoder for fjerning eller tildekking av permanent vegoppmerking**

##### *Fjerning*

Utstyr som fjerner vegoppmerking skal fjerne tilnærmet all vegoppmerkingen, slik at resterende vegoppmerking eller spor etter fjerningen ikke under noen lysforhold kan oppfattes som en oppmerket linje. Dette er spesielt viktig i perioden før eventuell ny vegoppmerking er lagt ut.



*Tildekking*

Dersom tape eller alternativ metode benyttes for midlertidig tildekking av eksisterende vegoppmerking i forbindelse med vegarbeid, skal tilnærmet all tidligere vegoppmerking være usynlig når tildekkingen er utført.

Utenom piggdekkelsesongen skal slik tape minimum kunne ligge 1 måned før den løsner, dersom produsentens forutsetninger for utlegging er fulgt.

Midlertidig tildekking skal kunne fjernes uten å ødelegge den opprinnelige vegoppmerkingen.

For prefabrikkerte vegoppmerkingsmaterialer som f.eks. vegoppmerkingstape, gjelder kravene i NS-EN 1790 «Prefabrikkerte vegmerkingsmaterialer».

**Midlertidige vegbanereflektorer**

I forbindelse med vegarbeider er vanligvis følgende typer vegbanereflektorer aktuelle, jf NS-EN 1463-1 «Vegbanereflektorer - Del 1: Funksjonskrav i ny tilstand»:

Type A: ikke-deformerbar, limt eller spikret til overflaten

Type B: deformerbar, limt til overflaten

Benyttes type A, skal bestemte funksjonskrav i henhold til NS-EN 1463-1 være tilfredsstillt.

Dersom Type B benyttes, f.eks. i tidsrommet mellom dekkelegging og til permanent vegoppmerking er etablert, kan det benyttes vegbanereflektorer som ikke tilfredsstillt NS-EN 1463-1. Tiltak med vegbanereflektor Type B skal imidlertid uansett ha en varighet på minimum 2 uker.

For begge typer gjelder følgende:

For å erstatte eller supplere vegoppmerking skal det benyttes vegbanereflektorer som i mørket reflekterer lys tilsvarende fargen på den linjen den erstatter eller supplerer.

Fjerning av midlertidige vegbanereflektorer skal være mulig uten å skade vegoverflaten.

## 6.4 Kontroll og kvalitetoppfølging av utlagt vegoppmerking

### 6.4.1 Kontroll av vegoppmerkingens funksjonsegenskaper

De instrumenter som skal benyttes til måling av ulike parametre må være i henhold til de spesifikasjoner som er gitt i NS-EN 1436.

Kontrollmålinger av vegoppmerking skal gjennomføres for å sikre at fastsatte funksjonskrav og andre tekniske bestemmelser overholdes. På den måten sikres trafikantene en tilstrekkelig visuell leding og friksjon, slik at ferdsel kan foregå på en mest mulig sikker og komfortabel måte.

Kontrollmålinger utføres enten med portable instrumenter eller dynamisk med bilmonterte instrumenter i henhold til egne metodebeskrivelser.

Kun kontrollmålinger utført i henhold til gjeldende regler og metodebeskrivelser kan utløse krav om økonomisk kompensasjon eller feilrettingstiltak dersom entreprenøren ikke har oppfylt kravet om funksjonsnivå i henhold til kontrakten. Økonomisk kompensasjon eller feilretting kan utløses av enklere kontrollmetoder dersom både byggherre og entreprenør er enige om dette.

Kontrollmålinger som utføres i forbindelse med kontraktsoppfølging skal alltid utføres av nøytral 3. parts instans, som verken direkte eller indirekte kan tilknyttes byggherre eller entreprenør.

Dersom en vegoppmerking etter kontroll får status «ikke godkjent» skal entreprenøren sørge for ny oppmerking av hele delobjektet uten kostnad for byggherren. Alternativt gjennomføres fratrukk i betaling etter egne regler. Kun byggherre kan avgjøre om vegoppmerkingen skal legges på nytt dersom den ikke godkjennes, eller om økonomisk fratrukk skal gjøres gjeldende. Denne vurdering skal baseres på avvikets viktighet.

### 6.4.2 Håndholdt måling med portable instrumenter

Kontrollmålinger skal utføres i henhold til NA rundskriv 2006/11.

Entreprenøren pålegges å dokumentere den utlagte vegoppmerkingens funksjonsnivå som nylagt (leveransekontroll). Målingene skal utføres tidligst 14 dager etter utleggingsdato. I tillegg skal vegoppmerkingens funksjon dokumenteres hvert år gjennom garantitiden (garantikontroll, som regel gjennom 2 år). Alle kontrollmålinger skal utføres i henhold til gjeldende regelverk og metodebeskrivelse.

Kravet til leveransekontroll omfatter kun nylagt vegoppmerking på nye dekkeparseller.

Samtlige parametere skal oppfylle de angitte funksjonskravene dersom objektet skal kunne godkjennes.

Metodebeskrivelsen for funksjonskontroll av vegoppmerking bygger på den europeiske normen ENV 13459-3, «Vegoppmerking, Kvalitetskontroll, del 3; Funksjonskontroll». De nordiske vegmyndighetene har i fellesskap utarbeidet en tillemprning av denne frivillige europeiske standard i «Nordisk veiledning for funksjonskontroll av vegoppmerking», datert 17.02.1997.

Denne skal legges til grunn for kontrollmålingene med portable instrumenter.

For beskrivelse av valg av måleplasser og gjennomføring av selve kontrollen vises til metodebeskrivelsen.

For parsellene som velges ut for kontroll kan det stilles krav til at både tverrgående- og langsgående vegoppmerking kontrolleres.

### 6.4.3 Dynamisk måling med bilmontert måleutrustning

Kontrollmålinger med bilmonterte instrumenter sidestilles med kontroll med portable måleinstrumenter. De samme regler gjelder for måling med bilmontert utstyr som ved måling med portable instrumenter.

Målinger og dokumentasjon skal foregå i henhold til egen metodebeskrivelse.

## 6.5 Materialkrav

### 6.5.1 Generelt

Ved innkjøp av vegoppmerking kan dette foregå på tre måter:

1. Rene funksjonskontrakter
2. Kjøp av vegoppmerking til enhetspris med spesifisering av produkt (materiale og egenskaper)
3. Enhetspris – krav til funksjon

Produsenten skal gis mulighet til å formulere materialet i hht. egne spesifikasjoner under forutsetning av at materialet tilfredsstiller alle krav fastsatt i Hb062, dersom ikke annet er avtalt. Kravene er relatert til materialenes egenskaper påvist ved laboratorietester. Undersøkelser som legges til grunn for vurdering skal være gjennomført ved laboratorier som godkjennes av Vegdirektoratet. Ingen prøvingsrapporter kan være eldre enn 2 år.

Etter at kravet om CE-merking av vegoppmerkingsmaterialer er gjort gjeldende, vil kun materialer med slikt sertifikat tillates brukt på det offentlige vegnettet. Det er materialproducentenes ansvar å sørge for CE-merking av sine materialer. For å oppnå CE-merking stilles det bl.a. krav til dokumentasjon av materialets holdbarhet. Prøvefelt for dokumentasjon av slik holdbarhet vil bli tilrettelagt i nordisk klimasone.

### 6.5.2 Helse, miljø og sikkerhet

Vegoppmerkingsmaterialer skal være slik sammensatt og dokumentert at kravene i helse-, miljø- og sikkerhetslovgivningen tilfredsstilles. Vegoppmerkingsmaterialer skal ikke inneholde tungmetaller, stoffer på «kreftlisten», eller andre forbindelser som vil klassifisere materialet i fareklasse «Meget giftig» eller «Giftig». Produsenten skal benytte råvarer som bidrar til et produkt som gir minst mulig belastning på arbeidsmiljø ved produksjon og bruk. Vegmerkemaling skal inneholde maksimum 2 vekt-% VOC (Volatile Organic Compounds/ flyktige organiske forbindelser).

For glassperler som benyttes i vegoppmerkingsmaterialer eller til drop on, gjelder at eventuelt innhold av arsen ikke skal overstige 200mg/kg (tørrvekt) (200ppm).

### 6.5.3 Spesielle krav til vannbasert vegmerkemaling

Ved valg av malingsprodukter til vegoppmerking er det viktig å vurdere produkttegenskaper som imøtekommer tilfredsstillende tørketider, også ved utlegging under lave temperaturforhold. Leverandører skal oppgi tørketider, og beskrivelse av hvordan dette er dokumentert.

## 6.6 Henvisninger og referanser

- Håndbok N302 Vegoppmerking, Vegdirektoratet april 2001
- Håndbok R610 Vedlikeholdsstandarden, Vegdirektoratet 1999
- Temahefte til Håndbok – R610, Vegdirektoratet 2002
- NS-EN ISO 4892 Plast Metoder for eksponering for laboratorielyskilder  
Del 1: Generell veiledning  
Del 2: Xenonlyskilder  
Del 3: UV-lysstoffrør
- VVMB 502 Vägverkets metodbeskrivning - Termoplastisk vägmarkeringsmassa – Bestämning av vidhäftning
- NS-EN 1423 Utgave 1, 1997 Vegmerkingsmaterialer - Avstrøingsmaterialer - Glassperler, friksjonsforbedrende tilslag og en blanding av disse/Road marking materials - Drop on materials - Glass beads, antiskid aggregates and a mixture of the two
- NS-EN 1424 Utgave 1, 1997 Vegmerkingsmaterialer - Forhåndsblendede glassperler / Road marking materials - Premix glass beads
- NS-EN 1436, 2007 Vegmerkingsmaterialer - Funksjonskrav til vegmerking / Road marking materials - Road marking performance for road users
- NS-EN 1463-1 Utgave 1, 1997 Vegmerkingsmaterialer - Vegbanereflektorer - Del 1: Funksjonskrav i ny tilstand / Road marking materials - Retroreflecting road studs - Part 1: Initial performance requirements
- NS-EN 1463-2 Utgave 1, 2000 Vegmerkingsmaterialer - Vegbanereflektorer - Del 2: Spesifikasjoner for prøvefelt på veg / Road marking materials - Retroreflecting road studs - Part 2: Road test performance specifications
- NS-EN 1790 Utgave 1, 1998 Vegmerkingsmaterialer - Prefabrikkerte vegmerkingsmaterialer / Road marking materials - Preformed road markings
- NS-EN 1824 Utgave 1, 1998 Vegmerkingsmaterialer - Prøvefelt på veg / Road marking materials - Road trials
- NS-EN 1871 Utgave 1, 2000 Vegmerkingsmaterialer - Fysiske egenskaper / Road marking materials - Physical properties
- NS-EN 12802 Utgave 1, 2000 Vegmerkingsmaterialer - Laboratoriemetoder for identifikasjon / Road marking materials - Laboratory methods for identification
- NS-EN 13197 Utgave 1, 2001 Vegmerkingsmaterialer – Slitasjesimulator / Road marking materials - Wear simulators
- NA rundskriv 2006/11



[www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker](http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker)

ISBN-978-82-7207-633-6

**Trygt fram sammen**