

Innhold

1		
2		
3		
4	FORORD – NEK	8
5	Forord	9
6	Innledning	9
7	1 Omfang	13
8	2 Referanser	13
9	2.1 Vegnormaler	13
10	2.2 Normative referanser	13
11	3 Termer, definisjoner og forkortelser	17
12	3.1 Termer og definisjoner	17
13	4 Generelle krav	24
14	4.1 Forutsetninger for prosjektering, utførelse og krav	24
15	4.2 Elektrisk utstyr	24
16	4.3 Krav til merking	24
17	5 Risikovurdering og dokumentasjon	25
18	5.1 Risikovurdering	25
19	5.2 Risikovurdering av maskiner	25
20	5.3 Dokumentasjon	26
21	5.3.1 Dokumentasjonskrav til prosjekterende	27
22	5.3.2 Dokumentasjonskrav til elektroentreprenør	27
23	5.3.3 Dokumentasjonskrav til utførende ekominstallatør	28
24	5.4 Dokumentasjon av maskiner	29
25	6 Verifikasjon	29
26	6.1 Generelt	29
27	7 Elektriske installasjoner	30
28	7.1 Generelt	30
29	7.2 Fordelingssystem	30
30	7.3 Ytre påvirkninger og omgivelsestemperatur	30
31	7.4 EMC	30
32	7.5 Tilgjengelighet	31
33	7.6 Krav til spenningsfall	31
34	7.7 Beskyttelse mot elektrisk sjokk og overstrøm	31
35	7.8 Beskyttelse mot overspenning	31
36	7.9 Jordingsystemer	33
37	7.10 Føringsveier	35
38	7.11 Kabler og luftledninger	35
39	7.12 Vern	35
40	7.12.1 Strømstyrt jordfeilvern	36
41	7.13 Fordelinger	36
42	7.13.1 Krav til kursfortegnelse	37
43	7.14 Automasjon	38
44	7.14.1 Styrestrømssystem	38
45	7.14.2 Hjelpespenning(er) til automatikkutrustning og kommunikasjonsutstyr	38

46	7.14.3	Driftsspennning til inn- og utgangskretser på automatikkutrustning	38
47	7.14.4	230 VAC styrestrøm for kontaktorstyring.....	39
48	7.14.5	Isolering av lange eksterne analogkretser.....	39
49	8	Elektronisk kommunikasjonsnett.....	39
50	8.1	Generelt.....	39
51	8.2	Miljøkrav.....	39
52	8.3	Spesifikasjon av installasjon	39
53	8.4	Planlegging og utførelse av installasjonen	39
54	8.5	Prosjektering av kabling.....	40
55	8.5.1	Parkabler.....	40
56	8.5.2	Kabellengder – spesielle situasjoner.....	41
57	8.5.3	Fiberkabel	41
58	8.5.4	Fiberkontakter	41
59	8.6	Utstyr.....	41
60	8.6.1	Fiberoptiske skjøtebokser.....	42
61	8.6.2	Fiberpanel	42
62	8.6.3	Kveilerammer	42
63	8.6.4	Strålekabel	42
64	8.6.5	Koaksial matekabel	42
65	8.6.6	Konnektorer for coax- og strålekabler	43
66	8.7	Tilkoblingsskap og kabinetter.....	43
67	8.8	Tilknytning til allment ekomnett.....	44
68	8.8.1	Identifikasjon	44
69	8.8.2	Jording og utjevning	44
70	8.8.3	Prøving.....	44
71	8.8.4	Dokumentasjon.....	45
72	8.8.5	Sluttkontroll	45
73	8.8.6	Forhold til mobiloperatører.....	45
74	9	Nødstrømsforsyning	46
75	9.1	Generelt.....	46
76	9.2	Generatorer	46
77	9.3	Avbruddsfri strømforsyning – UPS	46
78	10	Maskiner	47
79	10.1	Generelt.....	47
80	10.2	Delvis ferdigstilte maskiner	48
81	10.3	Krav til spesielle maskiner	48
82	10.3.1	Taljer	48
83	10.3.2	Vegbommer og porter	48
84	10.3.3	Pumpeanlegg	48
85	10.3.4	Klimaanlegg.....	48
86	11	Tunneler.....	48
87	11.1	Generelt.....	48
88	11.2	Materialvalg og kapslingsgrad.....	49
89	11.3	Krav til spenningsfall.....	49
90	11.4	Jording	49
91	11.5	Føringsveier.....	50
92	11.6	Kabler.....	50
93	11.7	Jordfeilvarsling	51

94	11.8	Nødstrømssystemer.....	51
95	11.8.1	Nødstrømsforsyning	51
96	11.8.2	Nøddlys	53
97	11.8.3	Sikkerhetsbelysning i tunnel og normalbelysning i bergrom og tekniske rom.....	53
98			
99	11.8.4	Evakueringslys	54
100	11.8.5	Nødstyrepanel	54
101	11.9	Tekniske bygg.....	54
102	11.10	Brannsikkerhet.....	55
103	11.11	Overvåkingssystem.....	55
104	11.12	Ventilasjon/kjøling av tekniske rom	56
105	11.13	Ventilasjon i tunnel	56
106	11.14	Pumpeanlegg i tunnel	57
107	12	Veg- og tunnelbelysning – elektrotekniske krav	57
108	12.1	Generelt.....	57
109	12.2	Ytre påvirkninger	57
110	12.3	Tilgjengelighet	58
111	12.4	Beskyttelsestiltak ved feil.....	58
112	12.5	Jording	58
113	12.6	Kabler.....	59
114	12.7	Vern.....	60
115	12.8	Krav til veglysmaster og fundament	60
116	12.9	Krav til belysningsanlegg	60
117	13	Vegbelysning – Lystekniske krav	61
118	13.1	Generelt.....	61
119	13.2	Vegdekker	61
120	13.3	Vegbelysningsklasser	62
121	13.4	Generelle krav til belysningsklasser	62
122	13.5	Belysningsklasser for veger, gater og områder.....	63
123	13.5.1	Overgangssoner	64
124	13.6	Belysningsklasser for gang- og sykkelveger.....	65
125	13.7	Blending	66
126	13.8	Etablering av vegbelysningsanlegg.....	66
127	13.8.1	Krav om belysning.....	66
128	13.8.2	Belysning av eksisterende veg.....	67
129	13.8.3	Valg av belysningsklasser.....	67
130	13.8.4	Belysning av sideveger, avkjørsler og holdeplasser når hovedvegen er belyst	70
131			
132	13.8.5	Belysning av sideveger, avkjørsler og holdeplasser når hovedvegen er ubelyst.....	70
133			
134	13.8.6	Belysning av gang- og sykkelveger.....	71
135	13.8.7	Belysning av gangfelt	71
136	13.9	Lysberegninger og lysmålinger	73
137	13.9.1	Lysberegninger.....	73
138	13.9.2	Lysmålinger	74
139	13.9.3	Måling av belysningsnivåer.....	75
140	14	Tunnelbelysning – Lystekniske krav.....	75
141	14.1	Generelt.....	75
142	14.2	Vegdekker	76

143	14.3	Krav om belysning i tunneler	76
144	14.4	Krav til belysningen i tunneler	77
145	14.4.1	Fastsettelse av adaptasjonsluminans	77
146	14.4.2	Lengde på tunnelens ulike soner	79
147	14.4.3	Vegdekkets luminans	80
148	14.4.4	Belysning av tunnelveggene	81
149	14.4.5	Krav til luminansjevnhet	82
150	14.4.6	Måling av luminans	82
151	14.4.7	Belysning av havarinisjer og snunisjer	83
152	14.4.8	Overgangssone til veg i dagen	83
153	14.4.9	Toveistrafikk i enveistrafikkerte tunnelløp	83
154	14.4.10	Toveistrafikk i toløpstunneler	83
155	14.4.11	Kontrastavsløringsfaktoren qc i innkjøringssoner	83
156	14.4.12	Innkjøringszone	83
157	14.4.13	Indre sone	84
158	14.4.14	Trafikkstyrt belysning	84
159	14.4.15	Krav til luminansmåler	84
160	14.4.16	Sikkerhetsbelysning	84
161	14.4.17	Evakueringslys	84
162	14.4.18	Midlertidig belysning	85
163	14.5	Lysberegninger og lysmålinger	85
164	14.5.1	Lysberegninger	85
165	14.5.2	Lysmålinger	85
166	14.5.3	Måling av belysningsnivåer	86
167	15	Bruer og ferjekaier	87
168	15.1	Generelt	87
169	15.2	Fordelingssystem	87
170	15.3	Ytre påvirkninger	87
171	15.4	Tilgjengelighet	87
172	15.5	Jording	87
173	15.6	Føringsveier	88
174	15.6.1	Trekkerør	88
175	15.6.2	Kabelstiger og kabelbruer	88
176	15.7	Fordelinger	88
177	15.8	Innvendig belysning og arbeidsstrøm	88
178	16	Tillegg	90
179	16.1	Fordelinger (normativt)	90
180	16.1.1	Fordeling for veglysanlegg	90
181	16.1.2	Utendørs plassert fordeling for trafikkregistreringsstasjon og automatisk trafikk kontroll (ATK)	95
182	16.1.2	Utendørs plassert fordeling for trafikkregistreringsstasjon og automatisk trafikk kontroll (ATK)	95
183	16.1.3	Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom	99
184	16.1.4	Fordeling for nødstrøm i teknisk rom	105
185	16.1.5	Fordeling for automasjon i teknisk rom	109
186	16.1.6	Fordeling nødstasjoner	114
187	16.1.7	Fordeling for SSA/SA	118
188	16.2	Testprosedyrer (normativt)	123
189	16.2.1	Factory Acceptance Test (FAT)	123
190	16.2.2	Entreprenørens egentest (EET)	124
191	16.2.3	Site Acceptance Test (SAT)	125

192	16.2.4	User Acceptance Test (UAT)	127
193	16.2.5	Garanti Akseptanasetest (GTA)	129
194	16.3	Veiledning til kap. 13 Vegbelysning – Lystekniske krav (informativt)	130
195	16.3.1	Effekter av vegbelysning	130
196	16.3.2	Belysningens nytte og kvalitet	130
197	16.3.3	Lysforurensning	131
198	16.3.4	Vegdekker	131
199	16.3.5	Blending	132
200	16.3.6	Blending fra andre belysningsanlegg	134
201	16.3.7	Belysning av gang og sykkelveger	134
202	16.3.8	Belysningsklasser for veger, gater og områder	135
203	16.3.9	Intensivbelysning	135
204	16.3.10	Lysberegning for intensivbelysning	135
205	16.3.11	Forsterket belysning	136
206	16.3.12	Lysberegninger	137
207	16.3.13	Luminansberegning	139
208	16.3.14	Beregning av belysningsstyrke	139
209	16.3.15	Lysmålinger	140
210	16.3.16	Master og fundamenter	141
211	16.3.17	Tenning, slukking og styring av vegbelysningsanlegg	145
212	16.3.18	Sentral eller lokal styring	146
213	16.3.19	Tekniske løsninger	146
214	16.3.20	Styring av vegbelysningsanlegg	146
215	16.3.21	Vedlikeholdsfaktor	147
216	16.3.22	Lysfluksfaktor	147
217	16.3.23	Fastsettelse av lysfluksfaktor ved bruk av konstant lysutbytte	147
218	16.3.24	Armaturvedlikehold	148
219	16.4	Veiledning til kap. 14 Tunnelbelysning – Lystekniske krav (Informativt)	148
220	16.4.1	Overgangen fra dagslys utenfor til mørke inne i tunnelen (adaptasjonsprosessen)	148
221			
222	16.4.2	Monotoni, trøtthet, epilepsi, tunnelangst	149
223	16.4.3	Effektbelysning	149
224	16.4.4	Symmetrisk lys, motlys eller medlys	149
225	16.4.5	Lysstyring	151
226	16.4.6	Lysberegninger og målinger	151
227	16.4.7	Drift og vedlikehold	151
228	16.4.8	Lysberegninger	151
229	16.4.9	Lysmålinger	152
230	16.5	Tverrfaglig merkesystem, TFM (informativt)	153
231	16.5.1	Formål og mandat	153
232	16.5.2	Bakgrunn	153
233	16.5.3	Ord og forkortelser	153
234	16.5.4	Overordnet oppbygging og forståelse av TFM	153
235	16.5.5	Implementering av TFM i veg-infrastruktur	155
236	16.5.6	Råd og retningslinjer for praktisk bruk	159
237	16.5.7	Tabeller TFM	161
238	16.6	Tilknytning til vegtrafikksentral (VTS) (informativt)	177
239	16.6.1	Formål	177
240	16.6.2	Forklaring og grensesnitt	177

241	16.6.3	Lokalisering av Vegtrafikksentraler	178
242	16.6.4	Samhandling	178
243	16.6.5	Styring og overvåking	179
244	16.6.6	Datasamband til VTS	179
245	16.6.7	Telefoni	180
246	16.6.8	Kameraovervåking (ITV)	180
247	16.6.9	Automatisk hendelsesdeteksjon (AID).....	180
248	16.7	Nødstyrepanel, utforming og funksjonsbeskrivelse (informativt)	180
249	16.7.1	Generelt	180
250	16.7.2	Nødstyrepanel ett løp	182
251	16.7.3	Nødstyrepanel to løp	183
252	16.8	Korrosjon - spenningsrekken for metaller (Informativt)	183
253	16.8.1	Spenningsrekkefølge for metaller	184
254	16.8.2	Korrosiv virkning ved sammenkobling av metaller	184
255	16.9	Veiledning Risikovurdering og dokumentasjon (informativt).....	185
256			
257		Tabell 13-1 – Dekkeklasser med faktorer for refleksjonsegenskaper	61
258		Tabell 13-2 – Belysningsklasser med tilsvarende lysnivåer	63
259		Tabell 13-3 – Belysningsklasser i M-serien for veger og gater med fartsgrense 40 km/t	
260		eller høyere	63
261		Tabell 13-4 – Belysningsklasser i C-serien.....	64
262		Tabell 13-5 – Overgangssonens minste lengde (lik stoppsikt)	65
263		Tabell 13-6 – Belysningsklasser i P-serien for gang- og sykkelveger.....	65
264		Tabell 13-7 – Krav til belysning på nye veger.....	66
265		Tabell 13-8 – Valg av belysningsklasse.....	68
266		Tabell 13-9 – Maksimale armaturvedlikeholds faktorer (f_M).....	74
267		Tabell 14-1 – Dekkeklasser med faktorer for refleksjonsegenskaper	76
268		Tabell 14-1 – Avstand fra tunnelåpningen til målepunktet for adaptasjonsluminans (iht.	
269		CIE 088).....	77
270		Tabell 14-2 – Typiske maksverdier for ulike typer flate, til bruk ved bestemmelse av	
271		adaptasjonsluminans	78
272		Tabell 14-3 – Tabellverdier for forenklet metode for fastsettelse av dimensjonerende	
273		adaptasjonsluminans	78
274		Tabell 14-4 – Krav til midlere luminans i innkjøringssonens første halvdel og i indre	
275		soner, delvis angitt som prosent av adaptasjonsluminansen og delvis som fast	
276		luminans.....	80
277		Tabell 16-1 – Maksimal anbefalt sløringsluminans L_v (cd/m ²) fra sidelysanlegg.....	132
278		Tabell 16-2 – Overflateluminans	134
279		Tabell 1a – anleggseiere.....	161
280		Tabell 1b – fylkesnummer	161
281		Tabell 6a – Lokaliseringskode, anleggstype og syntakser for anleggsidentifikasjon.....	162
282		Tabell 2b – Lokaliseringskode, anleggsdeler.....	162
283		Tabell 2c – Lokaliseringskode, koder for rom i tekniske bygg	162
284		Tabell 7 – Systemkode, aktuelle systemnummer og tilhørende komponenter	163
285		Tabell 8 – Komponentkode, aktuelle 2-bokstavskoder	165

287

288

289

290

291

292

NEK 600:2024 høringsutgave

293

NORSK ELEKTROTEKNISK KOMITE

294

295

296

EL OG EKOM I VEGTRAFIKKSYSTEM

297

298

299

FORORD – NEK

- 300 1) Norsk Elektroteknisk Komite (NEK) er det norske medlemmet i IEC (International
301 Electrotechnical Commission) og CENELEC (European Committee for Electrotechnical
302 Standardization). NEKs formål er å fremme internasjonalt, europeisk og nasjonalt
303 samarbeid knyttet til standardisering. NEK publiserer standarder og andre teknisk
304 relaterte dokumenter utviklet av NEK, IEC og/eller Cenelec, heretter kalt NEK-
305 publikasjoner. Enhver person med interesse og kompetanse kan delta i utvikling av NEK-
306 publikasjoner. Myndigheter, industri og ikke-offentlige organisasjoner kan delta.
- 307 2) De formelle beslutningene i NEK som gjelder tekniske saker er basert på, så langt det er
308 praktisk mulig, konsensus mellom interessentene organisert gjennom NEKs tekniske
309 komiteer
- 310 3) Denne publikasjonen har krav, anbefalinger og/eller informasjon for nasjonalt bruk. Selv
311 om det gjøres mye for å sikre at innholdet i NEK-publikasjoner er korrekt, kan NEK ikke
312 holdes ansvarlig for måten de benyttes på, eventuelle feil, eller feiltolkninger gjort av
313 brukeren.
- 314 4) For å bidra til internasjonal harmonisering brukes EN IEC-publikasjoner når det lar seg
315 gjøre. Eventuelle forskjeller mellom EN IEC-publikasjoner og NEK-publikasjoner som NEK
316 er gjort kjent med, synliggjøres for brukeren.
- 317 5) NEK utfører ikke samsvarsvurderinger. Selvstendige sertifiseringsorganisasjoner utfører
318 slike tjenester. NEK er ikke ansvarlig for tjenester utført av tredjepart, eksempelvis et
319 sertifiseringsselskap.
- 320 6) Alle brukere bør forsikre seg om at de har anskaffet den korrekte versjonen av denne
321 publikasjonen.
- 322 7) NEK eller dets ledere, ansatte, innleide, hjelpere, individuelle eksperter og medlemmer av
323 standardiseringsgrupper, er ikke ansvarlig for personskade, materiellskade eller annen
324 skade av noe slag, direkte eller indirekte, eller for kostnader (inkludert saksomkostninger)
325 og utlegg relatert til, bruk av, eller referanse til, denne NEK-publikasjonen eller andre
326 NEK-publikasjoner.
- 327 8) Merk at eventuelle normative referanser referert i denne publikasjonen er nødvendige for
328 riktig forståelse av denne publikasjonen.
- 329 9) Merk muligheten for at elementer i denne NEK-publikasjonen kan være gjenstand for
330 patentrettigheter. NEK skal ikke holdes ansvarlig for å identifisere patentrettigheter.

NORSK ELEKTROTEKNISK KOMITE

EL OG EKOM I VEGTRAFIKKSYSTEM

Forord

Innledning

Elektriske anlegg i vegtrafikksystem skal ivareta mange funksjoner og omfatter følgende fagområder:

- Elkraft
- Maskiner
- Ekom
- Automasjon

Elektriske anlegg er regulert gjennom nasjonale lover, EU-direktiver, forskrifter og normer/standarder. Det er spesielle krav til prosjektering, utførelse og valg av materiell. Det er også krav til arbeidsmetoder, kompetanse, sikkerhet ved arbeid og verneutstyr etc.

Elektriske installasjoner i forbindelse med veganlegg vil kreve spesielle tiltak grunnet ytre påvirkninger, trafiksikkerhet og koordinering av flere fagområder. Dette vil være krav som kommer i tillegg til minimumskravene i offentlig regelverk for elektriske anlegg. Denne standarden vil i hovedsak ikke gjenta krav som er nevnt gjennom offentlige regelverk som lover, direktiver, forskrifter eller i andre refererte normer og standarder.

Formål

NEK 600:2024 EI og ekom i vegtrafikksystem skal gjøre det lettere å koordinere ønsket kvalitet og elsikkerhet ved bestilling, prosjektering, installasjon, verifikasjon og dokumentasjon, samt drift og vedlikehold av el-anlegg i vegsektoren.

Denne standarden beskriver valg av løsninger og gir krav der det anses nødvendig og hvor annet offentlig regelverk angir handlingsrom med alternative løsninger.

Denne standarden skal i tillegg bidra til standardisering av løsninger slik at prosjektering, utførelse, drift og vedlikehold og kontroll av elektriske anlegg blir mer rasjonelt.

Utarbeidelse og ikrafttredelse

NEK 600:2024 er utarbeidet av NEK/NK300 og trer i kraft 1. januar 2025. NEK 600:2024 er en norsk standard som viser hvordan de funksjonelle sikkerhetskravene i Statens vegvesens vegnormal N601 Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig veg (N601), kan løses.

Oppbygging og struktur

NEK 600 er delt opp i kapitler som beskriver ulike temaer og tilleggskrav til ulike typer anlegg i veg-infrastruktur slik det framkommer av innholdsfortegnelsen.

For å gjøre det lettere å forstå hvordan standarden er bygget opp og skal leses, er det tatt inn et avsnitt "Hvordan lese NEK 600:2024".

370 **Henvisningsgrunnlag i Statens vegvesens vegnormal**

371 NEK 600 er det sentrale henvisningsgrunnlaget i vegnormal N601, utgitt av Statens vegvesen,
372 Vegdirektoratet. Vegnormalen viser til NEK 600 som en måte å oppfylle kravene i N601 og
373 Statens vegvesens øvrige vegnormaler. Vegnormal N601 utgitt av Statens vegvesen er gitt
374 med hjemmel i forskrift om anlegg i offentlig veg etter veglovas §13 og gjelder for alle
375 offentlige veganlegg. Erklæring om samsvar med denne standarden innebærer at
376 prosjekterende og/eller utførende bekrefter at anlegget er prosjektert, hhv. utført, i samsvar
377 med den normative teksten i NEK 600. En erklæring om samsvar med denne standarden vil
378 være en del av en privatrettslig avtale mellom leverandør og kunde. I N601 er det krav om
379 samsvarserklæring. Erklæring om samsvar med NEK 600 kan derfor også være et element i å
380 dokumentere samsvar med myndighetskrav. Visse deler av denne standarden er informativ.
381 Det betyr at det kan erklæres samsvar med standarden uten å følge de anbefalinger som er
382 gitt i den informative teksten.

383 Vegnormalen, veiledning til vegnormalen og denne standarden angir samlet minimums
384 sikkerhetsnivå som myndighetene krever. Veiledning til vegnormal og standard er frivillig og
385 ikke juridisk bindende, men gir føring for det sikkerhetsnivået som kreves av norske
386 vegmyndigheter.

387 **Forhold til forskrifter**

388 Lover, direktiver og forskrifter fra andre myndigheter enn vegmyndigheter og som berører
389 veganlegg er basis for minimumskravene også for samferdselssektoren. Elektriske anlegg i
390 vegsektoren skal bygges, driftes og vedlikeholdes i samsvar med alle slike regelverk og
391 samtidig tilfredsstille tilleggskravene i N601 Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs
392 offentlig veg.

393 **Forhold til andre standarder**

394 Standarder (se kapittel 2.2) som har henvisningsgrunnlag i offentlige forskrifter (eks. NEK 400
395 Elektriske lavspenningsinstallasjoner, NEK 439 Lavspenningstavler og kanalskinnesystemer,
396 NEK 399 Tilknytningspunkt for elanlegg og ekomnett, NEK 700-serien Informasjonsteknologi
397 og NEK 60204-1 Maskinsikkerhet-Elektrisk utstyr på maskiner ligger som grunnlag for denne
398 standarden. Kravene i andre normer/standarder gjentas som hovedregel ikke i NEK 600.
399 Kravene i denne standarden som berører tilsvarende områder, er i hovedsak tilleggskrav eller
400 innsnevring av handlingsrom til disse normene/standardene.

401 **Samsvar med NEK 600**

402 Erklæring om samsvar med NEK 600 (eller deler av standarden) innebærer at den
403 prosjekterende og/eller utførende bekrefter at installasjonen er prosjektert hhv. utført i
404 samsvar med den normative teksten i denne standarden (eller angitte deler av standarden)
405 inklusive de normative referansene. En erklæring om samsvar med denne standarden vil
406 være en del av en privatrettslig avtale mellom leverandør og kunde. I N601 er det krav om
407 samsvarserklæring. Erklæring om samsvar med NEK 600 kan derfor også være et element i
408 det å dokumentere samsvar med myndighetskrav.

409 Deler av denne standarden er informativ. Det betyr at det kan erklæres samsvar med
410 standarden uten å følge de anbefalinger som er gitt i den informative teksten.

411 I NEK 600 er daterte utgaver av andre NEK-normer/standarder og normsamlinger benyttet
412 som referanse. Denne standarden er en norsk standard med henvisning til en samling av
413 normer/standarder, delnormer, og standardiseringsdokument basert på IEC, Cenelec og
414 nasjonale tillegg, tilpasset norske forhold.

415 Standarden NEK 600 er koordinert og avklart med myndigheter, vegeiere, leverandører og
416 bransjen forøvrig.

417 Normativ og informativ tekst – veiledning:

418 Normativ tekst:

419 Tekst som inneholder krav som skal tilfredsstilles ved erklæring om samsvar med standarden.

420 MERKNAD:

421 Tekst som gir tilleggsinformasjon til det aktuelle kravet og som også kan inneholde
422 anbefalinger. Slike anbefalinger er ikke å betrakte som normative og behøver ikke følges.

423 VEILEDNING:

424 Tekst som er lagt inn i standarden og som gir ytterligere informasjon. Anbefalinger gitt i en
425 veiledning er ikke krav som må etterleves, men de er ment å være retningsgivende.

426 Tillegg (normativt):

427 Tekst som gir ytterligere krav knyttet til et emne. Det vil vanligvis allerede være krav knyttet til
428 det aktuelle emne i den normative teksten. Et normativt tillegg har samme status i standarden
429 som den gjennomgående normative teksten.

430 Tillegg (informativ):

431 Tekst som gir ytterligere beskrivelse av problemområder eller eventuell
432 bakgrunnsinformasjon. Informative tillegg inneholder ingen krav som må etterleves.

433 Normative referanser:

434 I NEK 600 inngår såkalte normative referanser (se kapittel 2). Dette er normer/standarder som
435 det refereres til i teksten. Kravene i disse normene/standardene inngår som en del av
436 sikkerhetskravene i denne standarden.

437

438

NEK 600:2024 høring utgave

439

Hvordan lese NEK 600:2024

440 NEK 600:2024 er en samling av krav nevnt i flere relevante normer og standarder. Samlet sett
441 gir normserien minimumskrav til sikkerhet i elektriske lavspenningsinstallasjoner

442 Samlet sett gir denne standarden minimum sikkerhetskrav til el- og ekominstallasjoner i
443 veginfrastruktur i henhold til N601 Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig
444 veg. De enkelte delene i standarden må derfor sees i sin rette sammenheng.

445 NK300 har funnet det riktig å beskrive forskjellen i hvordan de respektive kravene i
446 standarden er formulert. Beskrivelsen er ment å øke forståelsen for hva de forskjellige
447 kravene innebærer, og hvilken "tyngde" de har med hensyn til etterlevelse. NEK 600 benytter i
448 hovedsak tre adverb i sin formulering av krav. De tre adverbene er hver for seg relatert til sin
449 tilsvarende engelske term slik de anvendes i internasjonale normer/standarder:

450 Skal Formuleringer med "skal" innebærer at formuleringen angir et krav som ikke
451 kan fravikes. Det kan forekomme betingelser knyttet til kravet, men er disse
452 betingelsene til stede, så skal kravet følges..

453 Bør Formuleringer med "bør" innebærer at formuleringen angir en spesielt
454 anvendelig løsning, metode, utstyr eller installasjon. Det er underforstått at
455 andre likeverdige alternativer kan anvendes forutsatt at de er teknisk
456 begrunnet og at begrunnelsen er dokumentert.

457 Kan Formuleringer med «kan» innebærer at formuleringen angir en akseptabel
458 mulighet og ikke et krav som skal/må/bør etterleves.

459 Begrepene «norm» og «standard» er synonyme i denne publikasjonen

460

NEK 600:2024 høringssutgåve

EL OG EKOM I VEGTRAFIKKSYSTEM

461
462

463 1 Omfang

464 Denne standarden spesifiserer krav til prosjektering, utførelse, verifikasjon samt drift og
465 vedlikehold av elektriske installasjoner og ekominstallasjoner i offentlige vegtrafikksystemer.

466 Denne normen gjelder for el- og ekominstallasjoner i offentlig veg-infrastruktur og angir
467 tilleggskrav utover standardene det er referert til i kapittel 2.

468 Denne standarden gjelder for elektriske installasjoner som drives med nominell spenning som
469 ikke overskrider 1000 V AC eller 1500 V DC.

470 Denne standarden gjelder ikke for elektriske installasjoner i motorkjøretøyer.

471 MERKNAD – Denne standarden beskriver funksjonelle systemkrav og metoder for å tilfredsstille målstyrte krav i
472 N601 og er ikke ment å begrense eller hindre teknologisk utvikling

473 2 Referanser

474 Følgende dokumenter refereres til i teksten på en slik måte at deler av eller alt innholdet
475 utgjør krav i dette dokumentet. For daterte referanser gjelder kun den refererte utgaven. For
476 udaterte referanser gjelder siste utgave av det refererte dokumentet (inkludert eventuelle
477 tillegg).

478 2.1 Vegnormaler

479 N100 Veg og gateutforming, Statens vegvesen

480 N101 Rekkverk og vegens sideområde

481 N200 Vegbygging, Statens vegvesen

482 N300 Trafikkskilt, Statens vegvesen

483 N303 Trafikksignalanlegg, Statens vegvesen

484 N400 Bruprojektering, Statens vegvesen

485 N500 Vegtunneler, Statens vegvesen

486 N601 Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig veg, Statens vegvesen

487 Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler (Tunnelsikkerhetsforskriften, TSF)

488 Forskrift om minimum sikkerhetskrav til visse vegtunneler på fylkesvegnettet og kommunalt
489 vegnett i Oslo (tunnelsikkerhetsforskrift for fylkesveg m.m./TSFF)

490 2.2 Normative referanser

491 NEK 320 - Lynvernanlegg

492 NEK 399 – Tilknypningspunkt for elanlegg og ekomnett

493 NEK 400 – Elektriske lavspenningsinstallasjoner

- 494 NEK 405, 1 - 4 – Elkontroll og termografering
- 495 NEK 439, A, B og C – Lavspenningstavler og kanalskinnesystemer
- 496 NEK 701 - Informasjonsteknologi -Felles kablingssystemer
- 497 NEK 702 - Informasjonsteknologi - Installasjon av kabling
- 498 NEK 703 - Informasjonsteknologi - Anlegg og infrastruktur i datasentre
- 499 NEK TR 750 - Fiberoptisk aksess til bruker
- 500 NEK EN 50172 Nøddlyssystemer for rømningsveier
- 501 NEK EN 50173-3 – Informasjonsteknologi - Felles kablingssystemer - Del 3:
502 Industrivirksomhet
- 503 NEK EN 60204-1 – Maskinsikkerhet - maskiners elektriske utrustning
- 504 NEK EN 61643 – Low-voltage surge protective devices
- 505 NEK EN 62541-9 OPC unified architecture - Alarms and Conditions
- 506 NEK HD 603-3J – Kraftkabler med merkespenning 0,6/1 kV
- 507 NEK HD 604-5D – Kraftkabler, 0,6/1 kV, med spesielle brannegenskaper for bruk i
508 kraftstasjoner
- 509 NEK IEC 60331-1,21,23,25 – Elektriske kablers brannresistens
- 510 NEK IEC 60332-1-1,1-2, 3-24 – Prøving av elektriske kablers brannresistens
- 511 NEK IEC 60754-1, -2 – Test on gases evolved during combustion of materials from cables
- 512 NEK EN 60598-1 Lysarmaturer – Del 1: Generelle krav og prøver
- 513 NEK EN 60598-2-22 Particular requirements - Luminaires for emergency lighting
- 514 NEK EN 60598-2-3 Lysarmaturer – Del 2-3: Spesielle krav til armaturer for veg- og
515 gatebelysning
- 516 NEK IEC 61034- 2 – Measurement of smoke density of cables burning under defined
517 conditions
- 518 NEK IEC 61508-1-2 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-
519 related systems - Part 1: General requirements; Part 2: Requirements for
520 electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems
- 521 NEK IEC 62443 Industrial communication network - Network and system security
- 522 NEK EN 62682 Management of alarms systems for the process industries
- 523 ISO 9355 Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators — Part 1:
524 Human interactions with displays and control actuators — Part 1: Human interactions with
525 displays and control actuators — Part 3: Control actuators

- 526 IEC 60050 – International Electrotechnical Vocabulary (IEV)
- 527 IEC 60068-2,2,14,30,6 – Environmental testing
- 528 IEC 61196-4 B.2 – Coaxial communication cables
- 529 NS-EN ISO 11064-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Ergonomisk utforming av kontrollsentre
- 530 NS EN 40 – Lysmaster
- 531 NS EN 10088 – Rustfrie stål
- 532 NS EN 1838 – Anvendt belysning - Nødbelysning
- 533 NS EN 1991-1-4 – Eurokode 1: Laster på konstruksjoner - Del 1-4: Allmenne laster -
534 Vindlaster
- 535 NS EN 12767 – Ettergivende konstruksjoner for vegutstyr - Krav, klassifisering og
536 prøvingsmetoder
- 537 NS EN 12825 – Hevede installasjonsgulv
- 538 NS-EN 13201-2 Vegbelysning – Del 2: Ytelseskrav
- 539 NS-EN 13201-3 Vegbelysning – Del 3: Beregning av ytelse
- 540 NS-EN 13201-4 Vegbelysning – Del 4: Metoder for måling av belysningens ytelse
- 541 NS-EN 13201-5 Vegbelysning – Del 5: Energiytelsesindikator
- 542 NS-EN 13032-1 Lys og belysning - Måling og presentasjon av fotometriske data for lamper og
543 lysarmatur - Del 1: Måling og filformat
- 544 NS-EN 13032-4 Lys og belysning - Måling og presentasjon av fotometriske data for lamper og
545 lysarmaturer - Del 4: LED-lamper, LED-moduler og LED-lysarmaturer
- 546 NS-EN 16276 – Rømningslys i vegtunneler
- 547 NS-EN 1838 Anvendt belysning - Nødbelysning
- 548 NS EN ISO 12100 – Maskinsikkerhet - Hovedprinsipper for konstruksjon - Risikovurdering og
549 risikoreduksjon
- 550 NS EN ISO 3506 – Mekaniske egenskaper for korrosjonsbestandige festelementer av rustfritt
551 stål.
- 552 NS 3960 – Brannalarmanlegg - Prosjektering, installasjon, drift og vedlikehold
- 553 CIE 31: 1976 Glare and uniformity in road lighting installations
- 554 CIE 47: 1979 Road lighting for wet condition
- 555 CIE 53: 1982 Methods of characterizing the performance of radiometers and photometers

- 556 CIE 66: 1984 Road surfaces and lighting (joint technical report CIE/PIARC)
- 557 CIE S 023/E:2013 Characterization of the performance of illuminance meters and luminance
558 meters
- 559 CIE 88: 2004 Guide for the lighting of road tunnels and underpasses
- 560 CIE 115: 2010 Lighting of roads for motor and pedestrian traffic
- 561 CIE 140: 2000 Road lighting calculations
- 562 CIE 154: 2003 The maintenance of outdoor lighting systems
- 563 CIE 189: 2010 Calculation of tunnel lighting quality criteria
- 564 CIE 191: 2010 Recommended system for mesopic photometry based on visual performance
- 565 CIE 193: 2010 Emergency lighting in road tunnels
- 566 CIE 194: 2011 On site measurement of the photometric properties of road and tunnel lighting
- 567 CIE 231:2019 CIE Classification System of Illuminance and Luminance Meters, CIE class 2
- 568 ISO/CIE 19476: 2014 Characterization of the Performance of Illuminance Meters and
569 Luminance Meters)
- 570 Lyskultur, Norge 2009, 1A Lysboken
- 571 DIN 5032-7 Classification of illuminance meters and luminance meters
- 572 TØI Trafikksikkerhetshåndboka
- 573 NMF01 Led luminaires requirements
- 574
- 575

NEK 600:2024 høringssutgave

576 **3 Termer, definisjoner og forkortelser**

577 Termene er i hovedsak hentet fra IEC 60050 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)
578 og ITS Terminology fra Nordisk vegforum (NVF). For belysning er termene hentet fra Den
579 internasjonale belysningsorganisasjonen CIE. For enkelte termer som ikke er definert i disse
580 publikasjonene eller andre nasjonale publikasjoner er det utviklet egne definisjoner.

581 ISO og IEC vedlikeholder terminologidatabaser for bruk i standardisering på følgende
582 adresser:

- 583 • IEC Electropedia: tilgjengelig på <https://www.electropedia.org/>
- 584 • ISO Online browsing platform: tilgjengelig på <https://www.iso.org/obp>

585

586 Den internasjonale belysningsorganisasjonen CIE har følgende adresse: <https://cie.co.at/>

587

588 **3.1 Termer og definisjoner**

589 **3.1.1 Automasjon**

590 En faglig utvikling med formål å gjøre en prosess automatisk, slik at det i større eller mindre
591 grad styrer seg selv.

592 MERKNAD - Styring, regulering og overvåkning (SRO) inngår i begrepet

593 **3.1.2 Automatsikring**

594 Effektbryter spesifisert iht. NEK EN 60898.

595 Veiledning – Automatsikringer kan betjenes av ikke-sakkyndige personer/ukyndige personer

596 **3.1.3 Avbruddsfri strømforsyning (UPS)**

597 Kombinasjon av omformere, brytere og energilagringseenheter (for eksempel batterier) som
598 utgjør et system som opprettholder en kontinuerlig strømforsyning til en last ved svikt av den
599 innkomne strømforsyningen.

600 **3.1.4 Backupbeskyttelse**

601 Overstrøms-koordinasjon av et overstrømsvern i serie med et annet elektrisk utstyr ved
602 kortslutningsforhold, hvor overstrømsvernet generelt, men ikke nødvendigvis montert
603 oppstrøms, ivaretar overstrømsbeskyttelse og forhindrer overdrevne påkjenninger på det
604 elektriske utstyret.

605 **3.1.5 Bankett**

606 Opphøyet del av vegskulder mellom kjørebane og rekkverk eller tunnelhvelv/bergvegg.

607 **3.1.6 Belysning**

608 Bruk av lys for å gjøre gjenstander og deres omgivelser synlige.

609 **3.1.7 Belysningsklasser**

610 Det er utarbeidet ulike belysningsklasser for forskjellige områder og formål.

611 **3.1.8 Belysningsstyrke**

612 Angir hvor mye lys som faller normalt på en flate, dvs. hvor stor lysfluks som faller på hver
613 arealenhet av flaten. Illuminans er et annet ord for belysningsstyrke.

614 **3.1.9 Belysningsmiljø**

615 Gode synsebetingelser er avhengig av en rekke forhold, hvorav flere kan beskrives objektivt,
616 mens andre kan være av mer subjektiv art.

617 **3.1.10 Blending**

618 Kontrast mellom luminanser i synsfeltet. Det skilles mellom synsnedsettende (fysiologisk)
619 blending og ubehagsblending (psykologisk blending).

620 **3.1.11 Elektrisk installasjon (IEV 826-10-01)**

621 Sammenkobling av sammenhørende elektrisk utstyr for ett eller flere bestemte formål, og som
622 har innbyrdes tilpassede egenskaper og data.

623 **3.1.12 Elektrisk utstyr (IEV 826-16-01)**

624 Enhver artikkel eller gjenstand for produksjon, omforming, overføring, fordeling, bruk eller
625 måling av elektrisk energi slik som bruksgjenstander, transformatorer, omformere,
626 måleinstrumenter, vern, installasjonsmateriell, eller sammenstillinger av slike.

627 **3.1.13 Elektroentreprenør**

628 Elektrovirksomhet som er registrert for relevante arbeidsoppgaver i DSBs
629 Elvirksomhetsregister.

630 **3.1.14 Elektronisk kommunikasjon (ekom)**

631 Kommunikasjon ved bruk av et elektronisk kommunikasjonsnett.

632 MERKNAD – I EMC-direktivet er definisjonen av «utstyr» utvidet til å omfatte ethvert apparat eller fast installasjon.
633 På grunn av deres spesifikke egenskaper trenger faste installasjoner ikke å bli pålagt CE-merking eller EU-
634 samsvarserklæring

635 **3.1.15 Elektronisk kommunikasjonsnett (ekomnett) (lov om elektronisk kommunikasjon, 636 §1-5 punkt 2)**

637 System for signaltransport som muliggjør overføring av lyd, tekst, bilder eller andre data ved
638 hjelp av elektromagnetiske signaler i fritt rom eller kabel der radioutstyr, svitsjer, annet
639 koblings- og dirigeringsutstyr, tilhørende utstyr eller funksjoner inngår, herunder
640 nettverkselementer som ikke er aktive.

641 **3.1.16 EN / NEK EN**

642 Europeisk standard / Norsk Standard harmonisert med Europeisk standard.

643 **3.1.17 Entreprenørens Egentest (EET)**

644 Entreprenørens verifikasjon av egne arbeidere.

645 **3.1.18 Factory acceptance test (FAT), akseptansetest på fabrikk**

646 En formell testprosedyre, som beskrevet i en kontrakt, utført hos leverandøren med simulerte
647 driftsbetingelser der leverandøren viser kjøperen at et produkt, en prosess eller en tjeneste
648 fungerer i forhold til definerte krav.

649 3.1.19 Fargegjengivelsesindeks

650 En lyskildes evne til å gjengi farger.

651 3.1.20 Fargetemperatur

652 Lyskildens farge. Høye fargetemperaturer (over 3000 K) regnes som kalde, mens de lavere
653 regnes som varme.

654 3.1.21 FDV – dokumentasjon

655 Dokumentasjon som grunnlag for forvaltning, drift og vedlikehold.

656 3.1.22 Fordeling

657 Sammenkobling av utstyr som benyttes for å fordele elektrisk energi til forskjellige kurser.

658 MERKNAD – Fordelinger som inneholder andre kapslinger/fordelinger, betraktes som en fordeling med felles ytre
659 kapsling

660 3.1.23 Forkobling

661 Forankoblet utstyr til veilyarmaturer som muliggjør tenning og kompenserer for eventuelle
662 ugunstige driftsforhold.

663 3.1.24 Garanti akseptanse test (GAT)

664 En formell testprosedyre som skal sikre at feil og mangler i det elektriske anlegget er
665 avdekket før garantienes utløp.

666 3.1.25 Gjennomsnittlig belysningsstyrke

667 Mål for den gjennomsnittlige horisontale belysningsstyrken i et område.

668 3.1.26 Gruppeutskiftning

669 Alle lyskildene i et anlegg skiftes.

670 3.1.27 Halvromlig belysningsstyrke

671 Lysfluksen som treffer normalt på en halvkule, dividert med arealet av halvkulens overflate.

672 3.1.28 HMI (Human machine interface)

673 Grensesnitt mellom menneske og maskin.

674 3.1.29 Horisontal belysningsstyrke

675 Belysningsstyrken på et horisontalt plan.

676 3.1.30 Hovedfordeling

677 Fordeling hvor installasjonens hovedstrømforsyningsenhet er tilkoblet.

678 MERKNAD 1 – En hovedstrømforsyningsenhet kan være et allment forsyningsnett eller en annen
679 strømforsyningsenhet (strømkilde)

680 MERKNAD 2 – En hovedfordeling kan ha flere strømforsyningsenheter (strømkilder) tilkoblet

681 **3.1.31 IEC (International electrotechnical commission)**

682 Den internasjonale elektrotekniske standardiseringsorganisasjonen.

683 **3.1.32 ITV/AID**

684 ITV (1): Internal Television

685 ITV (2): Interactive Television

686 AID: Automatic Incident Detection

687 **3.1.33 Impulsjordelektrode**

688 Jordelektrode beregnet for å avlede transiente overspenninger til jord.

689 MERKNAD – Eksempler på impulsjordingselektrode er kråkefot- og dypjordingselektroder

690 **3.1.34 Jordelektrode**

691 Ledende del i elektrisk kontakt med jorden, og som kan være nedgravd i jordsmonn eller
692 omsluttet av et spesifikt ledende medium, for eksempel betong eller koks.

693 **3.1.35 Jordfeilautomat**

694 Effektbryter med jordfeilvern iht. NEK 61009.

695 **3.1.36 Kildekode**

696 Instruksjoner til en datamaskin skrevet på en form som mennesker kan lese.

697 **3.1.37 Kildefil**

698 Fil i format fra programvare filen har blitt opprettet i.

699 MERKNAD – En kildefil er åpen og uten begrensinger slik at den kan åpnes/importeres i programvare for kontroll
700 og redigering

701 **3.1.38 Klimaanlegg**

702 Installasjoner, systemer og/eller mekanismer beregnet til å stabilisere lufttemperatur og relativ
703 luftfuktighet i et definert, avgrenset og lukket område.

704 MERKNAD – Klimaanlegg kan både kjøle og varme – avhengig av behovet til enhver tid

705 **3.1.39 Kontrast**

706 Objekt med annen luminans enn bakgrunnen.

707 **3.1.40 Langsgående jevnhet**

708 Forholdet mellom laveste og høyeste luminansverdi i en linje langsetter senter i et kjørefelt.

709 **3.1.41 Life Cycle Cost (LCC) - Levetidskostnad**

710 Alle kostnader relatert til bygging, drift og vedlikehold gjennom anleggets levetid.

711 **3.1.42 LED**

712 Light Emitting Diode (lysdioder).

713 3.1.43 Luminans

714 Mål for hvor lys en flate er.

715 3.1.44 Lysflux

716 Hvor mye lys som stråler ut fra en lyskilde.

717 3.1.45 Lysstyrke

718 Hvordan lysfluksen fra en lyskilde fordeler seg.

719 3.1.46 Lysutbytte

720 Hvor effektiv lyskilden er ved omdanning av elektrisk effekt til lys.

721 3.1.47 Motorstarter

722 Kombinasjon av utstyr i en krets, inklusive nødvendig og tilpasset overstrømsbeskyttelse,
723 ment for å starte og stoppe en elektrisk motor. Dette inkluderer også frekvensomformere for
724 start, stopp og hastighetsregulering.

725 3.1.48 NEK-EN

726 Europeanormer fra CENELEC som er fastsatt som Norsk elektroteknisk norm/standard.

727 3.1.49 NA-rundskriv

728 Rundskriv fra Vegdirektoratet som gir bindende endringer og/eller tilføyelser/rettelser til
729 vegnormaler og retningslinjer. Utgitt av Statens vegvesen.

730 3.1.50 NEK-HD

731 Harmoniseringsdokumenter fra CENELEC som er fastsatt som Norsk elektroteknisk
732 norm/standard.

733 3.1.51 NEK-IEC

734 Internasjonale standarder fra IEC som er fastsatt som Norsk elektroteknisk publikasjon.

735 3.1.52 Nødnett

736 Digitalt radiosamband for nød- og beredskapsaktører.

737 3.1.53 Nødstasjon

738 Sted hvor det er plassert utstyr til bruk i nødsituasjoner, f.eks. brannsløkker, nødtelefon etc.

739 3.1.54 Omgivelsesnivå for blinding

740 Verdi av blinding i tilstøtende områder.

741 3.1.55 PLS

742 Programmerbar logisk styring – en datamaskin som brukes for å automatisere oppgaver som
743 produksjon og kontroll.

744 3.1.56 Potensialutjevnings jordelektrode

745 Elektrode som ut ifra form og konstruksjon først og fremst benyttes til potensialutjevning
746 mellom stedlig jord og utsatte ledende deler.

747 3.1.57 RIO/DIO

748 Remote input-output/distributed input-output, inn- og utgangsmodul i et PLS-nettverk som ikke
749 er en del av PLSen.

750 3.1.58 ROS

751 Risiko- og Sårbarhetsanalyse.

752 3.1.59 Rømningslys IEV 845-09-11

753 Den delen av nødbelysningen som er gitt for å sikre at en rømningsvei kan identifiseres og
754 brukes effektivt.

755 3.1.60 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

756 Et konsept for overvåkning og styring av prosesser og komponenter i et anlegg, eksempelvis
757 en vegtunnel. SCADA-systemet har brukergrensesnitt for betjening og drift av anlegget.

758 3.1.61 Servicelevetid

759 Antall brenntimer som et lysanlegg har når lysreduksjonen i lyskildene og det prosentuelle
760 utfallet til sammen har redusert lysytelsen med 20 %.

761 3.1.62 Site acceptance test (SAT)

762 En formell testprosedyre, som beskrevet i en kontrakt, utført på det aktuelle stedet der
763 leverandøren viser kjøperen at et produkt, en prosess eller en tjeneste fungerer i forhold til
764 definerte krav i det virkelige driftsmiljø.

765 3.1.63 Sikkerhetsbryter

766 Lastbryter som kun kan betjenes manuelt og som skal kunne låses i åpen posisjon.

767 VEILEDNING 1 – Sikkerhetsbryter benyttes til utkobling for mekanisk vedlikehold og til frakobling ved eventuelle
768 arbeider på det elektriske anlegget. Se også NEK EN 50110-1

769 VEILEDNING 2 – Låsing av bryteren foretas med nøkkel eller annet egnet utstyr som kan fjernes når
770 sikkerhetsbryteren er låst

771 3.1.64 Sikkerhetsgodkjenning

772 Autorisering/godkjenning av en tunnel.

773 Et konsept for overvåkning og styring av prosesser og komponenter i et anlegg, eksempelvis
774 en vegtunnel. SCADA-systemet har brukergrensesnitt for betjening og drift av anlegget.

775 3.1.65 Sløringsluminans

776 Mål på den luminansen som medfører kontrastreduksjon.

777 3.1.66 Stoppsikt

778 Nødvendig sikt lengde fram til et objekt for at en bilfører skal kunne observere, reagere,
779 vurdere og stoppe.

780 **3.1.67 Strølys**

781 Lysforurensning.

782 **3.1.68 Terskeløkning**

783 Mål på tap av synlighet forårsaket av sløringsluminans fra lysarmatur.

784 **3.1.69 Total jevnhet**

785 Forholdet mellom laveste verdi og gjennomsnittsverdi for vegdekkets luminans på tørt
786 vegdekke, eller for den horisontale belysningsstyrken.

787 **3.1.70 Tverrfaglig merkesystem (TFM)**

788 Statsbygg sitt system for tverrfaglig merking.

789 MERKNAD – TFM i tillegg 16.3 er tilpasset veg-infrastruktur

790 **3.1.71 User acceptance test (UAT)**

791 En formell testprosedyre som inkluderer brukere for å verifisere at et produkt, en prosess eller
792 en tjeneste fungerer korrekt og kan innføres.

793 **3.1.72 Underfordeling**

794 En fordeling som forsynes fra hovedfordeling direkte, eller via en annen fordeling.

795 **3.1.73 Vedlikeholdsfaktor**

796 Vedlikeholdsbehov på bakgrunn av reduksjon i lysfluks.

797 **3.1.74 Vegtrafikksentral (VTS)**

798 En enhet i Statens vegvesen som ivaretar kontroll og overvåking av veganlegg og fungerer
799 som kontaktpunkt mot byggherre, trafikanter og nødetater.

800 **3.1.75 Verifikasjon**

801 Alle tiltak for å sjekke at den elektriske installasjonen er i samsvar med relevante lover,
802 forskrifter, normer/standarder, vegnormaler og byggherres tilleggskrav.

803 MERKNAD – Verifikasjon består av inspeksjon, prøving og rapportering

804 **3.1.76 Vertikal belysningsstyrke**

805 Belysningsstyrken på et vertikalt plan

806 **3.1.77 Virkningsgrad (belysning)**

807 Hvor stor del av lyskildens lysfluks som slipper ut av armaturen.

808

809 **4 Generelle krav**

810 **4.1 Forutsetninger for prosjektering, utførelse og krav**

811 Dimensjonerende levetid skal være minimum:

- 812 • 50 år for føringsveier og kabler
- 813 • 30 år for fiberoptiske kabler
- 814 • 25 år for øvrige elektrotekniske installasjoner

815 Kravet utelukker ikke bruk av utstyrsenheter med lavere levetid enn 25 år, men slikt utstyr
816 skal enkelt kunne vedlikeholdes eller skiftes ut som et ledd i anleggets drift- og
817 vedlikeholdsprosedyre.

818 Beregning av levetidskostnader (LCC) skal utføres og være bestemmende for valg av
819 installasjon, system, utstyr og maskiner.

820 Elektriske anlegg skal prosjekteres slik at risiko for skader på anlegg og utstyr under drift
821 minimaliseres.

822 Prosjektering, utførelse og forvaltning av elektrotekniske anlegg skal systematiseres og
823 optimaliseres gjennom bruk av fagmessig kvalifisert personell og egnet materiell.

824 Bygging og forvaltning av elektrotekniske anlegg systematiseres og optimaliseres gjennom
825 bruk av:

- 826 • Risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS)
- 827 • Analyse av levetidskostnader (LCC)
- 828 • Systematisk opplegg for tilstands- og avviksregistrering og håndtering av avvik.

829 **4.2 Elektrisk utstyr**

830 For elektrisk utstyr vises det til NEK 400:2022, avsnitt 302.3.1

831 Elektrisk utstyr skal velges slik at det med sikkerhet vil tåle de ytre påkjenninger det kan bli
832 utsatt for under normal drift. Dersom utstyret i seg selv ikke har tilstrekkelig tåleevne for
833 påkjenningene på stedet, kan det likevel installeres under forutsetning av at det sørges for
834 tilstrekkelig tilleggsbeskyttelse som en del av den ferdige installasjonen.

835 **4.3 Krav til merking**

836 Merking av kabler og ledere skal utføres på en slik måte at det gir entydig og varig
837 informasjon for korrekt betjening, vedlikehold og bruk av anlegget. Med varig merking menes
838 merking som varer i utstyrets levetid. Merking skal fortrinnsvis utføres på utstyr. Der dette
839 ikke er mulig skal merking plasseres nær ved utstyret.

840 Merkeskilt for ventilatorer og lysarmaturer montert i tunnelheng skal være lesbart fra
841 bakkenivå.

842 Merking av fordelinger for maskiner skal tilfredsstillende tilleggskravene i NEK 400:2022-8-810,
843 avsnitt 810.514. Det skal benyttes følgende fargekoder på merkeskilt:

- 844 • 230 VAC - Blått skilt hvit skrift;
- 845 • 400 VAC - Rødt skilt hvit skrift;
- 846 • Over 400 V - Sort skilt hvit skrift.

847 Merking av installasjoner som inngår i normalstrømforsyningen skal utføres med sort skrift på
848 hvit bakgrunn.

849 Merking av installasjoner som inngår i nødstrømforsyningen skal utføres med sort skrift på
850 gul bakgrunn.

851 Merkingen skal utføres med strøpne eller merkeskilt som stripses eller krympes på lederne.

852 **5 Risikovurdering og dokumentasjon**

853 **5.1 Risikovurdering**

854 Prosjekterende skal sammen med byggherre, utarbeide en risikovurdering som grunnlag for
855 prosjekteringen. Risikovurderingen skal dokumenteres i eget dokument og legges ved som en
856 del av anleggets FDV-dokumentasjon. Det skal fremgå hvem som har vært med i
857 utarbeidelsen. De prosjekterte løsninger skal velges på bakgrunn av risikovurderingen.
858 Vurderingene skal dokumentere at de prosjekterte løsningene ivaretar sikkerhetskravene i
859 relevante forskrifter samt bruk av relevante normer/standarder og Statens vegvesens aktuelle
860 vegnormaler og prosjektbeskrivelser.

861 Risikovurderingen skal omtale oppdeling av installasjonen, bruk av backup ved utkobling av
862 feil samt selektivitetsnivå mellom vern. Behov for sikkerhetssystemer og nødstrømforsyning
863 bestemmes i forskrifter (TSF/TSFF) og vegnormaler som N100, N101, N200 og N500.
864 Resultatet av risikovurderingene skal dokumentere at prosjekterte sikkerhetssystemer og
865 nødstrømforsyninger inklusive kontroll- og styrekretser er tilstrekkelige robuste og fungerer
866 som forutsatt.

867 Risikovurderingene skal identifisere farer og uønskede hendelser, vurdere konsekvensene av
868 disse samt dokumentere valgte risikoreducerende tiltak. Risikovurderinger skal beskrive
869 omforent resterende risiko.

870 For sikkerhetssystemer og nødstrømforsyninger skal det utarbeides funksjonsbeskrivelse.
871 Tema som skal være vurdert er sannsynlighet for avbrudd i strømforsyning og mulighet for feil
872 i installasjon og utstyr.

873 For elektriske anlegg med sikkerhetssystemer og krav til nødstrøm skal det innhentes en
874 uttalelse fra stedlig nettselskap som beskriver forsyningssikkerhet og oppetider for
875 forsyningen.

876 Det skal fremgå hvordan drift og vedlikehold er planlagt gjennomført.

877 Merknad – Se tillegg for veiledning

878 **5.2 Risikovurdering av maskiner**

879 Det skal gjennomføres tverrfaglig risikovurdering for å fastslå hvilke krav som knytter seg til
880 den aktuelle maskinen. Risikovurderingen skal omtale maskinens funksjonssikkerhet og
881 dokumentere at maskinen er tilstrekkelig pålitelig dersom maskinen er tiltenkt en
882 sikkerhetsfunksjon i nødsituasjoner.

883 VEILEDNING – Eksempler på maskiner er opplistet i kapittel 10

884 Risikovurdering av maskiner baseres på metodene i EN ISO 12100 Maskinsikkerhet -
885 Hovedprinsipper for konstruksjon - Risikovurdering og risikoreduksjon, og utføres i samsvar
886 med NEK EN 60204-1 Maskinsikkerhet – Elektrisk utstyr på maskiner.

887 I prosessen med risikovurdering og valg av risikoreducerende tiltak skal følgende inngå i
888 henhold til EN ISO 12100:

- 889 • fastsettelse av maskinens grenser ved tilsiktet bruk og feilbruk som med rimelighet kan
890 forutses;
- 891 • kartlegge de farer maskinen kan være opphav til og de farlige situasjoner som kan oppstå
892 i tilknytning til maskinen;
- 893 • ta i betraktning alvorlighetsgraden av en mulig skade på liv og helse og sannsynligheten
894 for at dette kan inntreffe;
- 895 • grunnleggende helse- og sikkerhetskrav, for å avgjøre om det er nødvendig med
896 risikoreducerende tiltak;
- 897 • fjerne farer eller begrense risiko i forbindelse med farer ved å bruke relevante vernetiltak.

898 For skjema med eksempler som kan lastes ned og tilpasses det enkelte anlegg, se:
899 www.nek600.no - Nyttige linker NEK 600:2024.

900 **5.3 Dokumentasjon**

901 FDV-dokumentasjon, samt dokumentasjon som har betydning for fremtidige utvidelser skal
902 leveres i god tid før overtakelse. Dersom vegmyndigheten etter søknad har godkjent fravik fra
903 vegnormaler skal fraviksbehandlingen vedlegges som en del av FDV-dokumentasjonen. Alle
904 virksomheter som utarbeider og fremlegger dokumentasjon skal være navngitt.

905 For elektrisk utstyr skal det, som en del av dokumentasjonen, foreligge samsvarserklæring i
906 samsvar med FEU.

907 FDV-dokumentasjon skal overleveres byggherre i redigerbar elektronisk form.
908 Konfigurering/programmering skal, etter anlegget er satt i drift, kunne utføres av byggherre
909 uten assistanse fra leverandør. Byggherre skal ha tilgang til all nødvendig programvare og
910 kildekode inkludert kommentarer. Kildekode skal ikke være passordbeskyttet.

911 Det skal foreligge dokumentasjon på at elektrisk utstyr og sammensatte installasjoner
912 tilfredsstiller kravene i FEU og forskrift om elektromagnetisk kompatibilitet. Dersom det
913 elektriske utstyret inneholder radiomodul, skal utstyret også oppfylle forskrift om EØS-krav til
914 radioutstyr. Fordelinger skal dokumenteres iht. FEU og NEK 439-serien eller NEK EN 61439-
915 serien samt tilleggskrav i tillegg 16.1.

916 Fordelinger skal dokumenteres iht. FEU og NEK 439-serien eller NEK EN 61439-serien, samt
917 tilleggskrav i NEK EN 60204-1 for maskiner, NEK 400:2022-8-810 for Elektriske
918 lavspenningsinstallasjoner og tillegg 16.1 i denne standarden.

919 I installasjoner hvor det er installert flere fordelinger skal det utarbeides og monteres
920 enlinjeskjema. Enlinjeskjema skal monteres i alle tekniske rom hvor det er plassert en
921 fordeling. Størrelsen på enlinjeskjemaet må være så stor at man enkelt kan orientere seg i
922 enlinjeskjemaet. Enlinjeskjema skal minimum vise:

- 923 • Plassering, merking og sammenkobling av fordelingstavler;
- 924 • tilknytting av strømkilder (tilførsel fra nettselskap, transformator og UPS);
- 925 • vern/brytere/vendere;
- 926 • fordelings utgående hovedkurser.

927 I installasjoner som har flere tilknyttede transformatorer/tekniske bygg skal det i tillegg
928 utarbeides enlinjet oversiktskjema over høyspent forsyning. Dette enlinjeskjemaet skal
929 plasseres ved installasjonens hovedfordeling.

930 Fordelinger skal være utrustet med kursfortegnelser. Der hvor fordelingen består av flere felt
931 og er plassert i et teknisk rom bør kursfortegnelsene plasseres i felt der kursavganger er
932 fysisk plassert. For felt med kun en utstyrsenhet skal merking relatert til utstyret plasseres på
933 utsiden av feltets dør. I fordelinger i tekniske rom skal det, visuelt synlig på vegg, være

934 plassert enlinjet oversiktsskjema med oversikt til gruppebryternivå. Maskiner med utrustning
935 skal dokumenteres iht. kravene i Forskrift om maskiner (FM) og NEK EN 60204-1.
936 Designverifikasjon iht NEK439-1:2013 kap. 10 skal kunne fremlegges ved forespørsel.

937 Det skal dokumenteres at kabler som benyttes tilfredsstillende kravene gitt i henholdsvis
938 kapitlene 7.11 og 11.6.

939 Tekniske beskrivelser, brukerveiledninger, bruksanvisninger og funksjonsbeskrivelser for å
940 kunne forstå anleggets virkemåte og drifts- og vedlikeholdsrutiner skal utformes på norsk.

941 **5.3.1 Dokumentasjonskrav til prosjekterende**

942 Det skal utarbeides dokumentasjon for de prosjekterte anleggene. Dokumentasjonen skal
943 overleveres byggherre og være tilstrekkelig underlag for konkurransegrunnlag. For tunneler
944 som kommer inn under tunnelsikkerhetsforskriftene skal det utarbeides dokumentasjon som
945 viser prosjekterte løsninger iht. krav i forskrifter, standarder og vegnormaler, før byggestart.
946 Dokumentasjonen skal gi tilstrekkelig underlag for å understøtte at de elektriske anleggene,
947 inklusive ekom-anleggene kan bygges i henhold til gjeldende regelverk og byggherres
948 spesifikasjoner.

949 Innstilling av stillbare vern skal dokumenteres i et elektronisk beregningsprogram akseptert av
950 byggherre.

951 For tunneler som kommer inn under tunnelsikkerhetsforskriftene skal det før byggestart
952 utarbeides dokumentasjon som viser prosjekterte løsninger iht. krav i forskrifter, Vegnormaler
953 og standarder. Samsvarserklæring skal leveres sammen med ferdig utarbeidet
954 konkurransegrunnlag og dokumentasjon. Dokumentasjon skal leveres som kildefil fra
955 beregningsprogram. Det skal leveres samsvarserklæring for alle prosjekterte anlegg som
956 elkraft, ekom, automasjon osv.

957 Dokumentasjon avhenger av anleggets kompleksitet og utstrekning og kan omfatte følgende;

- 958 • risikovurdering som beskrevet i punkt 5.1;
- 959 • BIM – avtaledokumenter og Level of detail (LOD);
- 960 • Nødnett;
- 961 • kringkasting/DAB;
- 962 • ekom;
- 963 • automasjon;
- 964 • elkraft;
- 965 • maskiner;
- 966 • belysning;
- 967 • selektivitetsberegninger;
- 968 • føringsveier;
- 969 • spenningsfallsberegninger.

970 **5.3.2 Dokumentasjonskrav til elektroentreprenør**

971 Entreprenør skal før oppstart/bestilling/innkjøp verifisere at valgt utstyr ivaretar prosjekterte
972 løsninger.

973 Dokumentasjon av entreprenørens egentest (EET), og dokumentasjon på at avvik etter EET
974 er utbedret skal overleveres byggherre før site acceptance test (SAT).

975 Valg av kabler og vern for alle kurser i installasjonen skal dokumenteres «som bygget» ved
976 bruk av et elektronisk dataprogram godkjent av byggherre.

977 Før overtagelse av elektriske anlegg skal utførende entreprenør levere følgende:

- 978 • "som bygget" dokumentasjon for de leverte anleggene;
- 979 • dokumentasjon av FAT og EET (der FAT er gjennomført);
- 980 • samsvarserklæring for de leverte anleggene;
- 981 • FDV-dokumentasjon.

982 Dokumentasjon fra underentreprenører (eksempelvis rør og jordingsanlegg), skal være en del
983 av FDV-dokumentasjonen.

984 **5.3.3 Dokumentasjonskrav til utførende ekominstallatør**

985 Autorisert virksomhet som har utført installasjon eller vedlikehold skal utarbeide
986 dokumentasjon for de leverte anleggene. Dokumentasjonen skal blant annet omfatte
987 (eksempler):

- 988 • geografisk utstrekning;
- 989 • grensesnitt mellom offentlige og private ekomnett;
- 990 • termineringspunkter;
- 991 • merking av kabler og utstyr;
- 992 • tiltak for elsikkerhet og jording;
- 993 • tiltak mot atmosfæriske utladninger eller koblede effekter fra nærført elektrisk anlegg;
- 994 • tiltak for å sikre at utstyr og anlegg oppfyller EMC-krav;
- 995 • hvilke standarder som er benyttet.

996 Dokumentasjon skal i tillegg beskrive utførelse av sikkerhetsinstallasjoner og utstyr. Dette
997 omfatter blant annet:

- 998 • nødnett;
- 999 • kommunikasjonsnett;
- 1000 • nødtelefoni;
- 1001 • testing;
- 1002 • koordinering av forskjellige tjenesteleverandører;
- 1003 • automasjonsanlegg;
- 1004 • samsvarserklæring;
- 1005 • FDV-dokumentasjon.

1006 **5.3.3.1 Krav til patchefortegnelse**

1007 Patchefortegnelse skal være i varig utførelse og som minimum inneholde:

- 1008 • lokalt Skap;
- 1009 • lokalt panel;
- 1010 • lokal Kontakt type;
- 1011 • lokal kontakt;
- 1012 • media type;
- 1013 • lengde;
- 1014 • eksternt anlegg;

- 1015 • eksternt skap;
- 1016 • eksternt panel;
- 1017 • ekstern kontakt;
- 1018 • ekstern kontakt type;
- 1019 • reservert for (eksempel: PLS1 til PLS2, lokalt nettverk, Radio, nødnett);
- 1020 • kommentarfelt.

1021 Samsvarserklæring for ekomanlegg skal gi beskrivelse av arbeidet som er utført, og hvilke
1022 forskrifter, standarder og tekniske spesifikasjoner som er fulgt. Det skal leveres
1023 samsvarserklæring for alle ekomanlegg.

1024 **5.4 Dokumentasjon av maskiner**

1025 Maskinprodusent skal CE-merke maskinen og utarbeide samsvarserklæring.

1026 Samsvarserklæringen skal vise til underliggende dokumentasjon for deler og delleveranser til
1027 det enkelte maskinanlegg. Maskinanlegg kan være: ventilasjonsanlegg, bomanlegg,
1028 pumpeanlegg, en bom, et skilt, en pumpe osv.

1029 Det anbefales at alt som inngår i en maskininstallasjon plasseres i egen seksjon/fordeling.
1030 Internkabling gjennom bruk av stige- og rørinfrastruktur er en del av maskinen.
1031 Dokumentasjon skal inneholde resultat fra risikovurderinger og dokumentasjon fra alle
1032 involverte leverandører for maskinen. Teknisk beskrivelse og bruksanvisning skal utarbeides
1033 iht. FM før overtagelse.

1034 MERKNAD – For teknisk dokumentasjon henvises det til FM vedlegg VII

1035 **6 Verifikasjon**

1036 **6.1 Generelt**

1037 Verifikasjon skal omfatte alle tiltak for å kontrollere at anleggene er i samsvar med relevante
1038 forskrifter, normer/standarder, vegnormaler med evt. NA-rundskriv og prosjektbeskrivelser.

1039 Verifikasjon omfatter factory acceptance test (FAT), entreprenørens egentest (EET), site
1040 acceptance test (SAT) og user acceptance test (UAT og, garanti akseptanse test – GAT) der
1041 det er relevant.

1042 Verifikasjon skal være basert på kontroll ved bruk av alle sanser, målinger, prøver/tester
1043 og/eller relevante beregninger.

1044 Verifikasjon skal foretas av sakkyndig person med kompetanse innen verifikasjon og med
1045 kunnskap om anlegget. Personell som utfører termografering, skal være sertifisert iht. NEK
1046 405-1.

1047 Termografering av fordelinger skal utføres etter at anlegget er i satt i drift og før SAT.
1048 Termografering skal foretas etter at fordelingen har vært belastet med installert makslast i
1049 minimum 15 minutter.

1050 Målinger av temperaturforhold inne i fordelinger (omgivelsestemperatur for komponenter) skal
1051 baseres på temperaturfølerer inne i lukkede fordelinger.

1052 VEILEDNING – 15 min er tilstrekkelig for måling av tilkoblingspunkter. 1 time er tilstrekkelig for måling av utstyr og
1053 ledere under normal drift

1054 EET skal gjennomføres, og avvik skal utbedres før overlevering og eventuell SAT.

1055 Det skal utarbeides en verifikasjonsrapport fra EET i samsvar med tillegg 16.2.2. Rapport skal
1056 inneholde resultat av verifikasjon med eventuelle feil/mangler. Eventuelle feil/mangler
1057 avdekket under verifikasjon skal utbedres og utførelsen skal være en del av rapporten.

1058 Entreprenør skal delta på byggherres SAT og GAT.

1059 For FAT, EET, SAT, UAT og GAT vises det til kapittel 16.2.

1060 Byggherrens stikkprøvekontroll skal minimum inneholde verifikasjon av 10% (tilfeldig utvalg)
1061 av anlegget. Stikkprøvekontrollen gjennomføres etter EET på det aktuelle del-system. Feil på
1062 anlegg, funksjoner og utstyr som eventuelt avdekkes ved stikkprøvekontroll

1063 **7 Elektriske installasjoner**

1064 **7.1 Generelt**

1065 Kapitlet beskriver generelle krav samt kriterier som skal legges til grunn for prosjektering av
1066 elektrotekniske anlegg. Særkrav til spesifikke anlegg som tunneler, vegbelysning, kaianlegg
1067 og broer er angitt under egne kapitler.

1068 For prosjektering, utførelse og drift- og vedlikehold av midlertidige elektriske anlegg henvises
1069 det til tilleggskravene i NEK 400:2022-7-704, Installasjoner på bygge- og nedrivningsplasser.

1070 **7.2 Fordelingssystem**

1071 Nye anlegg skal forsynes med TN-system 400 V AC. PEN-leder skal splittes i installasjonens
1072 hovedfordeling. Nedstrøms hovedfordeling i byggverk skal det kun benyttes TN-S system.
1073 Dersom det vurderes at en ombygging til TN-nett ikke er økonomisk fordelaktig, kan anlegg
1074 tilknyttes eksisterende IT eller TT-nett dersom det er kapasitet i eksisterende nett.

1075 VEILEDNING – Det vil si kapasitet uten bytte av eksisterende trafo. IT 690 V AC kan benyttes

1076 **7.3 Ytre påvirkninger og omgivelsestemperatur**

1077 Klassifisering av ytre påvirkning er grunnlaget for valg av beskyttelsesgrad for utstyr. Elektrisk
1078 utstyr skal velges og monteres i samsvar med kravene i NEK 400:2022-5-51, tabell 51A.
1079 Spesifikke krav fremgår under delkapitler for spesielle installasjoner.

1080 For ekoinstallasjoner skal NEK 701 EN 50173-1:2018 MICE klassifisering i kapittel 5.1.2,
1081 tabell 3. benyttes ved miljøklassifisering og valg av materialer.

1082 Montering skal utføres slik at det ikke oppstår korrosjon i forbindelsespunkter ved
1083 sammenkobling av ulike typer materialer.

1084 Ved prosjektering skal det tas hensyn til de høyeste og laveste omgivelsestemperaturer som
1085 vern, kabler og annet utstyr kan bli utsatt for under normale forhold.

1086 Det skal etableres nødvendig tiltak for å forhindre nedkjøring og skade på kritisk infrastruktur.

1087 **7.4 EMC**

1088 For installasjoner i vegtunneler spesielt, men ikke begrenset til, kan måling av utstrålt
1089 elektromagnetisk støy være nødvendig for å verifisere at utstyr/installasjoner ikke avgir
1090 støykomponenter som vil kunne påvirke Nødnnett, DAB og/eller andre sikkerhetsinstallasjoner.
1091 Støy i disse frekvensområdene, selv om støysignalet for det enkelte utstyr er innenfor
1092 grenseverdiene i normalisert standard, vil medføre høy risiko for å virke inn på kritisk
1093 nødkommunikasjon inne i og utenfor tunnel.

1094 Støy i disse frekvensbåndene er ikke akseptabelt og installasjonen anses i slike tilfeller ikke å
1095 være i samsvar med grunnleggende EMC-krav.

1096 VEILEDNING – Et utstyr kan være testet og CE-merket etter utstyrets produktstandard. Sammenkobling av utstyr
1097 er en installasjon som ikke garanterer sameksistens selv om utstyret er CE-merket

1098 **7.5 Tilgjengelighet**

1099 Alle elektriske installasjoner inklusive koblingsbokser og fordelinger skal være lett
1100 tilgjengelige for drift og vedlikehold. Risikovurdering skal omtale hvordan tilgjengelighet og
1101 trafiksikkerhet ved drift og vedlikehold ivaretas. Drift og vedlikehold av elektriske
1102 installasjoner skal være planlagt slik at unødig stans i trafikken og stenging av veger unngås.

1103 Koblingsbokser bør ikke plasseres under bakkenivå. Der koblingsbokser er plassert under
1104 bakkenivå, skal det være tydelig merking av plassering over bakkenivå.

1105 **7.6 Krav til spenningsfall**

1106 Det skal foreligge spenningsfallsberegninger som viser at utstyrproduzentenes krav til
1107 klemmespenning er ivaretatt. Det skal utføres beregninger i alle relevante driftsmoduser.
1108 Beregningen skal være basert på installasjonens nominelle spenning, faktisk tilførte spenning
1109 (trinning av transformator), total belastning og impedanser i kabler/skinner i installasjonen.
1110 Ved forsyning av effektkrevende belastninger med høy startstrøm skal det også vurderes
1111 spenningsfall ved start av disse belastningene. Se også NEK 400:2022-5-52, tillegg 52F.
1112 Beskyttelse ved kortslutning og jordslutning.

1113 **7.7 Beskyttelse mot elektrisk sjokk og overstrøm**

1114 Ved kortslutning skal overstrømsbeskyttelse med termomagnetisk vern gi elektromagnetisk
1115 utkobling. Ved bruk av elektroniske vern skal en av vernets kortslutningsutløsere gi utkobling
1116 ved kortslutning. For TN-systemer gjelder kravet også ved jordslutning. For IT-system gjelder
1117 kravet ved 2. jordfeil, der det ikke er krav til utkobling av 1. jordfeil.

1118 **7.8 Beskyttelse mot overspenning**

1119 For installasjoner i tunnel forsynt fra tekniske bygg i tunnel, er det tilstrekkelig med en
1120 risikovurdering for å fastlegge behovet for overspenningsvern.

1121 VEILEDNING – For valg og montering av overspenningsvern henvises det til NEK 400:2022-5-53, avsnitt 534

1122 Fordelinger i dagen nedstrøms hovedfordeling skal være beskyttet av eget overspenningsvern
1123 i henhold til produsentens montasjeanvisning." det henvises videre til NEK 400:2022, avsnitt
1124 534.4.9.

1125 Overspenningsvern type 3 (finvern) skal beskytte både mot tverrspenning (fellesmodus, fase-
1126 fase) og langspenning (differansmodus, fase-jord) og monteres for spesielt følsomt el-utstyr
1127 (overspenningskategori I), så nær utstyret som praktisk mulig.

1128 MERKNAD 1 – Unntak for beskyttelse mellom fase-jord ved bruk av beskyttelseiltaket NEK 400:2022-4-41,
1129 avsnitt 412, dobbel eller forsterket isolasjon

1130 MERKNAD 2 – Det vises til krav i NEK 400:2022-4-44, avsnitt 443.2.2

1131 Overspenningsvern montert i fordelinger skal ha mulighet for fjernmelding.

1132 Fordelinger i dagen og hovedfordelinger skal ha støtspenningsholdfasthet tilsvarende
1133 overspenningskategori IV. Øvrige fordelinger skal ha støtspenningsholdfasthet minimum
1134 tilsvarende overspenningskategori III. Det skal medfølge dokumentasjon på
1135 støtspenningsholdfasthet for elektrisk og elektronisk utstyr.

1136 Utstyr som beskyttes med overspenningsvern type 3 skal ikke ha større avstand til
1137 overspenningsvernet enn 10 m.

1138 Pluggbart utstyr med overspenningskategori 1 skal beskyttes av overspenningsvern type 3.

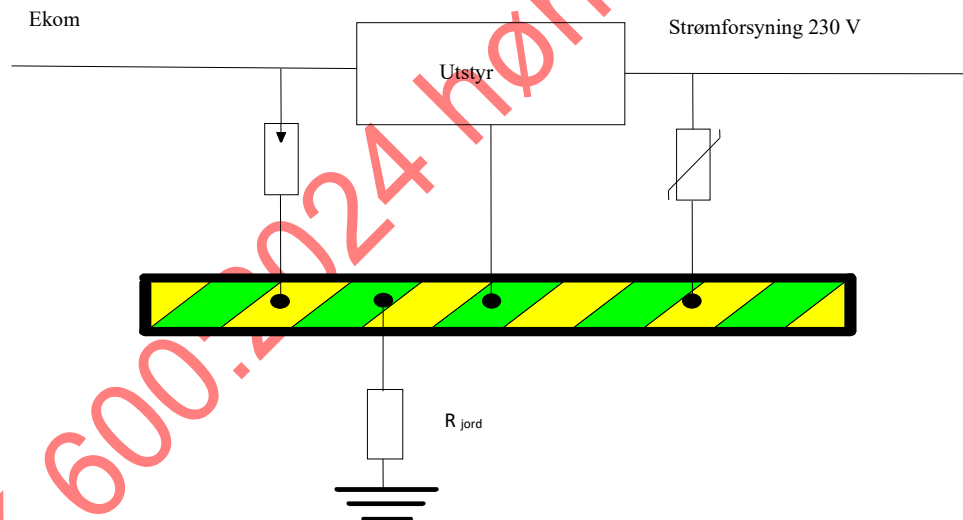
1139 Ved montering av flere overspenningsvern av ulik type nedstrøms, skal man ta hensyn til
1140 høyeste varige driftsspenning U_c (tennspenning) som er oppgitt av vernleverandør.
1141 Tennspenning U_c for oppstrøms vern (type 2) skal være lavere eller likt (aldri høyere) enn
1142 nivået på eventuelle nedstrøms vern (type 3). Type 2 overspenningsvern i serie kan ha lik
1143 tennspenning.

1144 Høyeste varige driftsspenning U_c for overspenningsvern skal være:

- 1145 • type 2 i 230 V IT-nett: 350-400 V;
- 1146 • type 3 i 230 V IT-nett: 420 – 450 V;
- 1147 • type 2 i 230 V TT-nett og 400 V TN-nett: 260 V – 300 V;
- 1148 • type 3 i 230 V TT-nett og 400 V TN-nett: 260 V – 300 V.

1149 Ved overspenningsbeskyttelse av utstyr med flere spenningsnivåer skal overspenningsvern
1150 føres til felles jordingspunkt i eller nær ved utstyret (se figur 7.1).

1151



1152

1153 **Figur 7-1 – Eksempel på felles jordingspunkt**

1154

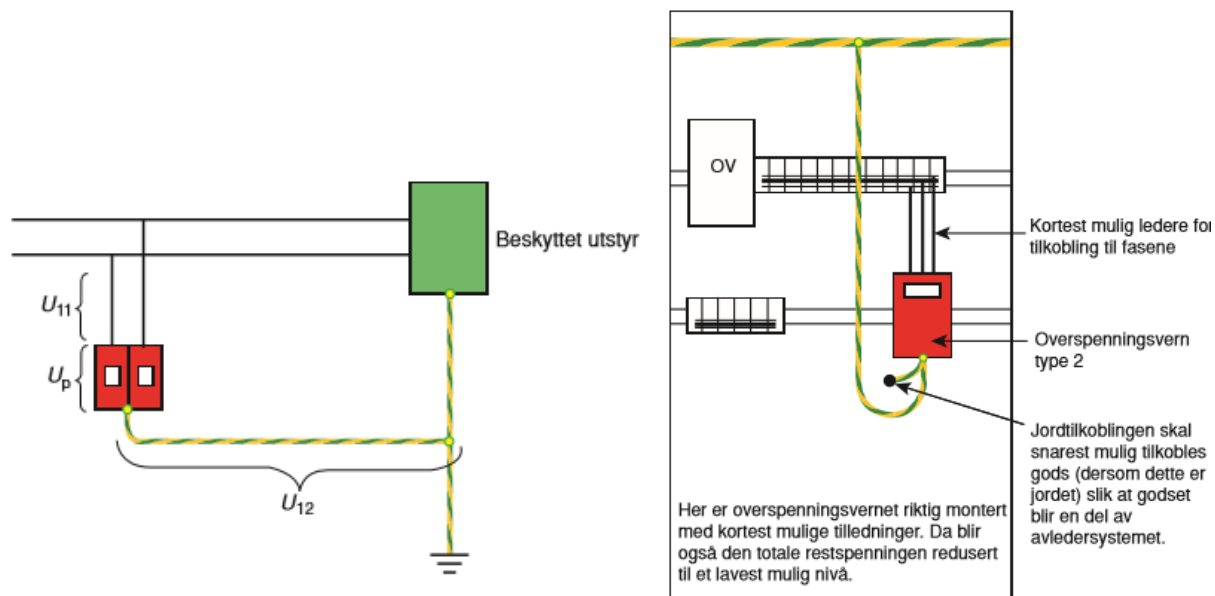
1155 **MERKNAD** – For overspenningsbeskyttelse i ekomnett henvises det til Forskrift om elsikkerhet i elektronisk
1156 kommunikasjonsnett §8

1157 **Krav ved montasje av overspenningsvern:**

- 1158 • tilkoblingsledningene (U11 og U12 i figur 7.2) mellom overspenningsvernets faseledere og
1159 jordskinne skal være så korte som mulig. Summen av disse lederne skal ikke overstige 0,5
1160 m. Tilkoblingsledningene U11 kan med fordel være like lange;
- 1161 • jordleder fra overspenningsvern kan tilkoples direkte til godset i skapet (dersom skapet er
1162 tilkoplek jord) i umiddelbar nærhet av vernet og videreføres til jord-skinne;
- 1163 • jordleder skal tilkobles samme jordskinne som utgående jordledere;

- 1164 • ledere for tilkobling av overspenningsvern, utjevningsforbindelser og andre
 1165 jordingsforbindelser for overspenningsbeskyttelse skal være nøyaktig utført uten skarpe
 1166 bøyer og/eller knekker i føringene.

1167



1168

1169

1170

1171 **Figur 7-2 – Eksempler på montasje av overspenningsvern**1172 U_p = Overspenningsvernets restspenning1173 U_{11} = Restspenning over tilkoblingslederne1174 U_{12} = Restspenning over tilkoblet beskyttelsesleder1175 U_r = Total restspenning ($U_{11} + U_p + U_{12}$)1176 **7.9 Jordingssystemer**

1177 Jordingsanlegget skal prosjekteres og utføres slik at kravene til beskyttelse mot elektrisk
 1178 sjokk, drifts-/funksjonssikkerhet og avledning av overspenninger er ivarettatt. Der det er mulig,
 1179 skal jordingsystemer sammenkobles. Dette skal gjøres slik at riktig funksjon av alle
 1180 elektrotekniske anlegg sikres i de ulike elektromagnetiske miljøer.

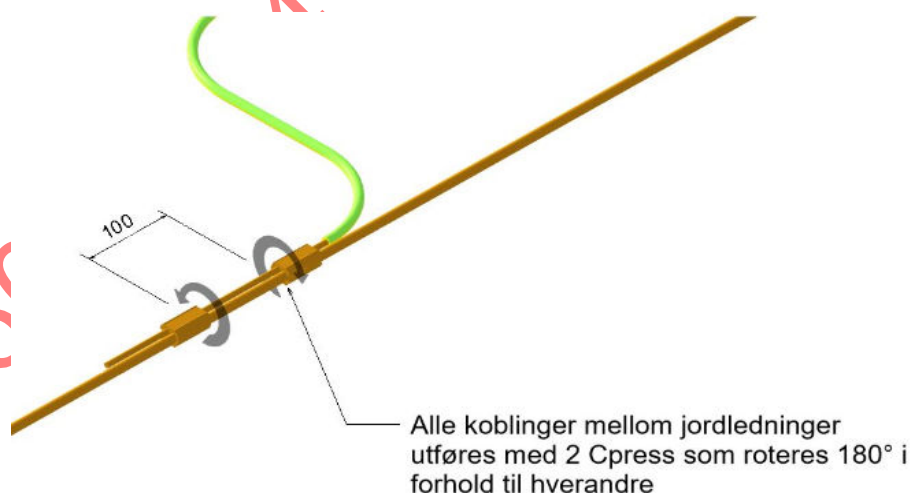
1181 I IT-nett der det ikke kreves utkobling av 1. jordfeil, skal forventet berøringsspenning ved 1.
 1182 jordfeil dokumenteres ved måling av jordelektrodens overgangsmotstand. Kravet til
 1183 overgangsmotstand R_a :

$$1184 \quad R_a \leq \frac{50}{0,002 * \text{forsyningstrafos ytelse i kVA}}$$

1185 Generelt skal jordingsanlegg monteres som følger:

- 1186 • Jordelektrode skal ikke dekkes over før tilkoblinger og avgreninger er kontrollert;

- 1187 • Skrukoblinger skal være lett tilgjengelig for inspeksjon og vedlikehold;
- 1188 • Der anlegget er forsynt med IT- eller TT-nett skal det etableres utjevningsleder i
1189 kabelgrøft. Cu-wire med tverrsnitt minimum 25 mm² skal benyttes;
- 1190 • Impulsjordelektrode for alle fordelinger i dagen hvor det monteres overspenningsvern;
- 1191 • Jordingselektrode på fjell kan utføres ved at man borrar vertikalt ned i fjellet, minimum 3 m
1192 dypt, fører jordline rett ned i fjellet og støper igjen ved bruk av egnet elektrodemasse.
1193 Hullets diameter skal være tilstrekkelig for å sikre at elektrodemassen kommer helt ned til
1194 bunnen og blir tilstrekkelig kompakt;
- 1195 • Stålpeler i sjø kan defineres som jordelektrode;
- 1196 • Hovedjordskinne monteres i hovedfordeling, eller på vegg i umiddelbar nærhet.
1197 Hovedjordskinne skal være lett tilgjengelig. Alle jordingsledere, utjevningsledere og
1198 beskyttelsesledere tilkobles denne. Der hovedjordskinnen monteres under gulv skal
1199 plasseringen tydelig merkes med et skilt montert over gulvet. Hver tilkobling skal kunne
1200 identifiseres;
- 1201 VEILEDNING – Det er ikke nødvendig å forbinde hver enkelt beskyttelsesleder til hovedjordskinnen når disse er
1202 forbundet til hovedjordskinnen via andre beskyttelsesledere
- 1203 • Andre ledende deler som samtidig kan berøres med utsatte ledende deler skal være
1204 tilkoblet med en tilleggsutjevningsforbindelse. Fordelinger, veglysmaster og lignende skal
1205 være tilkoblet installasjonens jordelektrode. Uisolert utjevningsleder kan være tilstrekkelig
1206 som potensialutjevnings jordelektrode;
- 1207 • Det skal benyttes 2 stk. C-press på alle skjøter og avgreininger. Avstanden mellom
1208 klemmene skal være 5-10 cm og klemmene skal være vridd 180° i forhold til hverandre, se
1209 figur 7.3. Det skal benyttes pressverktøy som er tilpasset ledere og klemmer;
- 1210 • For jordingsystemer som skal føre transiente strømmer skal avgreiningene føres i retning
1211 mot jordelektrode.
- 1212



1213

1214

1215 **Figur 7-3 – Eksempel på utførelse ved bruk av C-press til sammenkobling av skjøter**

- 1216 • Avgreininger skal være utført som parallellskjøt som vist på fig. 7.3;
- 1217 • Gul/grønne ledere skal ha heldekkende isolasjon;
- 1218 • Ved sammenkobling av ulike materialer skal det tas hensyn til galvanisk korrosjon. Der
1219 metaller med ulike egenskaper sammenkobles, skal de være så nær hverandre som mulig
1220 i spenningsrekkefølgen og påføres korrosjonsbeskyttelse før og etter sammenkoblingen;
- 1221 • Jordingsbolter eller annen prefabrikkert løsning for utjevning til armering skal sveises fast
1222 til armeringen. Skruforbindelser skal settes inn med syrefritt fett.

1223 VEILEDNING - For veiledning til montasje av impulsjordelektrode, se REN-blad 4100

1224 **7.10 Føringsveier**

1225 Prosjektering og etablering av føringsveier, jording og trekking/montering av kabler er
1226 elektroarbeid som registrert elvirksomhet og/eller autorisert ekominstallatør skal være
1227 ansvarlig for. Ved prosjektering av føringsveier skal ett hvert trekkerør og tilhørende
1228 kabelføring i og gjennom kummer dokumenteres og være egnet for sporbarhet. Prosjektering
1229 og utførelse av føringsveier inklusive rør og kabelanlegg skal utføres etter fabrikantenes
1230 anvisning, også når det gjelder krav til temperaturforhold. Føringsveier skal leveres som
1231 metalliske bæresystemer, trekkerør i grunn, installasjonskanaler eller som andre typer
1232 normerte ledningsføringssystem. Kabler skal ikke legges direkte i grunn.
1233 Ledningsføringssystemer skal være tilgjengelig for drift og vedlikehold. Detaljer av trekkerør
1234 og trekkekummer er beskrevet i vegnormal N200 Vegbygging.

1235 Bæresystemer av metall skal ha en god elektrisk forbindelse i hele sin utstrekning.
1236 Bæresystemer dimensjoneres med 30 % ledig plass for utvidelser. Kabelstiger etableres slik
1237 at strukturert og rasjonell forlegning av kabler er mulig. Kabelstiger skal være dimensjonert
1238 med minst 30 % reservekapasitet for fremtidig utvidelse.

1239 **7.11 Kabler og luftledninger**

1240 Kabler er elektrisk utstyr og skal tilfredsstillere relevante EN og/eller IEC standarder.

1241 Kabler skal som minimum tilfredsstillere CPR brannklasse Eca.

1242 Kabler som benyttes i dagen, som luftledninger, nedgravet i bakken, i bruer og i tunneler og
1243 lignende, tilfredsstillere norske kuldekrav og krav til vannabsorpsjon i NEK HD 603-3J og i NEK
1244 HD 604-5D.

1245 Kabler skal velges og monteres i samsvar med kravene i NEK 400/NEK 701/702.

1246 Forlegning av kabler og ledninger under og langs offentlig veg skal tilfredsstillere kravene i
1247 vegnormal N200.

1248 Høyde og avstandskrav til lavspennings luftledninger skal være i samsvar med FEF tabell 7.1.
1249 Kabler og ledninger skal til enhver tid være endeforseglet med endehette fram til de er ferdig
1250 terminert og montert i kapsling.

1251 Kabler skal under normal drift ikke belastes mer enn 80% av kablernes strømføringsevne.

1252 Kabler som ikke er i bruk skal fjernes. Dersom kablene senere skal benyttes eller vanskelig
1253 lar seg fjerne i sin helhet, skal disse endeforsegles/termineres, merkes og dokumenteres.

1254 MERKNAD – Økte krav til resirkulering og sirkulærøkonomi medfører at kabler som ikke lenger benyttes, i størst
1255 mulig grad skal sendes til resirkulering for gjenbruk av materialkomponentene

1256 **7.12 Vern**

1257 Vern skal være allpolige og med overstrømsdeteksjon for eventuell N-leder. For å forhindre
1258 utkobling av N-leder skal det ikke benyttes vern med allpolig utkobling i kurser som forsyner
1259 UPS. Overstrømsvernets bryteevne (Ics for effektbrytere og Icn for automatsikringer og
1260 jordfeilautomater) skal være større enn eller lik maksimal forventet kortslutningsstrøm der
1261 vernet er plassert. Der det tillates i standarden kan et vern med lavere bryteevne velges
1262 dersom det er beskyttet av et oppstrøms plassert vern med tilstrekkelig bryteevne. Ved bruk
1263 av en slik backupbeskyttelse skal dette dokumenteres med data fra vernprodusent. Ved valg
1264 av vern skal det tas hensyn til de samlede startstrømmer for det utstyret som startes samtidig
1265 på gitt kurs.

1266 Vern bør dimensjoneres med maksimalt 80% av nominell strøm. Valg av kabler og vern, samt
1267 innstilling av stillbare vern skal dokumenteres i et elektronisk beregningsprogram anerkjent av
1268 byggherre/prosjekteier. Elektromagnetiske og termiske innstillinger samt tidsinnstillinger skal
1269 varig merkes på eller nær ved vernet.

1270 VEILEDNING – Avanserte innstillinger for justerbare vern slik som dataprogrammeringer kan oppbevares i øvrig
1271 FDV-dokumentasjon

1272 Det skal utarbeides dokumentasjon som viser selektivitetsnivået i anlegget. Det skal benyttes
1273 samme fabrikat overstrømsvern i installasjonen slik at selektivitet kan dokumenteres ved bruk
1274 av fabrikantens underlag. Slik dokumentasjon kan fremkomme ved bruk av
1275 beregningsprogram eller underlag direkte fra fabrikant. Delvis selektivitet kan aksepteres,
1276 men dette skal vurderes gjennom risikovurderingen av anlegget.

1277 I nødstrømsinstallasjoner skal det være total selektivitet i alle driftsformer. Backup-
1278 beskyttelse kan ikke benyttes for utstyr forsynt med nødstrøm.

1279 MERKNAD 1 – Med full selektivitet menes selektivitet mellom vern ved høyeste kortslutningsstrøm for kursen

1280 MERKNAD 2 – For krav til selektivitet se også tillegg 16.1 – tabeller for fordelinger

1281 7.12.1 Strømstyrt jordfeilvern

1282 Krav til strømstyrt jordfeilvern i allment forsynt IT-nett:

- 1283 • Merkeutløsestrøm på strømstyrt jordfeilvern skal maksimum være 0,5 mA / kVA ytelse til
1284 forsyningstrafo, men ikke under 30 mA;
- 1285 • Strømstyrt jordfeilvern skal velges slik at uønskede utkoplinger begrenses til et absolutt
1286 minimum.

1287 VEILEDNING – For valg av strømstyrt jordfeilvern vises det til NEK 400: 2022-5-53. Tillegg 53A (informativt) gir
1288 definisjoner av forskjellige typer strømstyrte jordfeilvern

1289 MERKNAD – Krav til strømstyrt jordfeilvern i allment forsynt IT-nett gjelder for kurser der strømstyrt jordfeilvern
1290 enten er påkrevd eller benyttet

1291 7.13 Fordelinger

1292 Fordelinger skal være i henhold til FEU og NEK 439-serien, samt kravene i tillegg 16.1.
1293 Fordelinger skal være utformet og plassert slik at termografering kan utføres uten omfattende
1294 demontering av utstyr internt i fordelingen.

1295 VEILEDNING – Det anbefales at det fremlegges en innretningsplan for plassering av fordelinger hvor også
1296 rømningsveier fremkommer

1297 Fordelinger skal også tilfredsstille tilleggskravene gitt i NEK EN 60204-1 der fordelingen er en
1298 del av maskin, og NEK 400:2022-8-810 der fordelingen er en del av en installasjon. Merking
1299 av fordelinger for maskiner skal tilfredsstille tilleggskravene i NEK 400:2022-8-810, avsnitt
1300 810.514.

1301 Tunneler med brannventilasjon eller kritiske pumpeinstallasjoner skal ha overvåkning av
1302 dreieretning i tilfelle koblingsfeil på forsyningsnett. Alarm ved feil skal gå til overordnet
1303 styresystem. Der kritiske funksjoner er forsynt med 3-fase skal det være overvåkning av
1304 dreieretning. Alarm ved feil dreieretning skal gå til overordnet styresystem.

1305 Med utgangspunkt i NEK 439-C del 0, Guide for spesifisering av tavler, er det utarbeidet 7
1306 vedlegg som viser grunnleggende krav til standard fordelinger som brukes. Vedleggene angir
1307 minimumsnivå for bygging av fordelinger som leveres til offentlige veglegg.

1308 Det skal beregnes og dokumenteres at temperaturen inne i fordelingene er innenfor
1309 funksjonsgrensene for komponenter som er montert inne i fordelingen. Omgivelsestemperatur
1310 i fordelinger skal ikke overskride 40°C der utstyret er plassert.

- 1311 VEILEDNING – Her menes temperatur inne i funksjonenheter/kapslinger/avdekninger montert i fordelinger
- 1312 Fordelinger plassert utendørs skal stå på sokkel med minimum høyde fra bakkenivå til
1313 underkant dør på 400 mm, det skal tas hensyn til lokale forhold.
- 1314 Ledere skal velges i samsvar med NEK 439-1:2013, tillegg H og ledertversnittet skal ikke
1315 være mindre enn 0,75 mm² Cu for signalkabler og 2,5 mm² Cu for andre kabler. Til fordeling
1316 av energi til automatsikringer skal det velges toppmontert fordelingsskinne eller
1317 fordelingsskinne som er konstruert slik at ikke det kan bli vannsamling i skinnene.
- 1318 I fordelinger skal enhver internleder kunne identifiseres, og identifikasjonen skal være i
1319 samsvar med den tekniske dokumentasjonen.
- 1320 **7.13.1 Krav til kursfortegnelse**
- 1321 Kursfortegnelser skal være i varig utførelse.
- 1322 Kursfortegnelse skal som minimum inneholde:
- 1323 • spenningsnivå og nettsystem;
- 1324 • forventede maksimale- og minimale kortslutningsstrømmer i fordelingen;
- 1325 • beskrivelse av jordelektrode og/eller utjevningsforbindelser;
- 1326 • hvor fordelingen forsynes fra;
- 1327 • hvilke utstyrsenheter og lasttyper som kursene forsyner;
- 1328 • kabeltype, rekkeklemmenummer, antall ledere, ledertversnitt, lengde av kurser;
- 1329 • Iz hvor korreksjonsfaktorer er hensyntatt;
- 1330 • type vern, merkestrøm og karakteristikk;
- 1331 • innstillingsverdier for justerbare vern i overenstemmelse med valgt beregningsprogram;
- 1332 • innstillingsverdier for andre utstyrsenheter i fordelingen slik som strømstyrt jordfeilvern og
1333 isolasjonsovervåkning.
- 1334 VEILEDNING – beskrivelse av jordelektrode og/eller utjevningsforbindelser i kursfortegnelsen kan erstattes med
1335 enlinjeskjema plassert lett tilgjengelig
- 1336 Informasjon skal oppdateres etter enhver endring i installasjonen. Revisjonshistorikk med
1337 dato skal framkomme av kursfortegnelsen. Dokumentasjonen skal til enhver tid holdes
1338 oppdatert.
- 1339 Skap og fordelinger inkludert fordelinger til maskiner som ikke er bygget i samsvar med NEK
1340 EN 61439-1 eller NEK 439-A-3 skal ha separate låsbare dører og leveres med graverte skilt
1341 på dørene som angir hvem som har tilgang.
- 1342 MERKNAD – Eksempel på tekst:
- 1343 • Teknisk rom – ingen adgang for uvedkommende
- 1344 • Adgang kun for sakkyndig og instruert personell. Rommet skal ikke benyttes for lagring av gjenstander
1345 som ikke vedrører driften av anlegget innenfor. Rommet skal holdes avlåst
- 1346 Det er utarbeidet spesifikke krav for følgende fordelinger, se normativt tillegg 16.1:
- 1347 16.1.1 Fordeling for veglysanlegg
- 1348 16.1.2 Utendørs plassert fordeling for trafikkregistreringsstasjon og automatisk trafikk kontroll
1349 (ATK)
- 1350 16.1.3 Fordeling kraftfordeling tekniske rom

1351 16.1.4 Fordeling nødstrøm i tekniske rom

1352 16.1.5 Fordeling automasjon tekniske rom

1353 16.1.6 Fordeling for nødstasjoner

1354 16.1.7 Fordeling for SSA/SA

1355 **7.14 Automasjon**

1356 Automasjonsnett tilknyttet kontroll- og styrekretser for sikkerhetsfunksjoner skal være
1357 funksjonsdyktige etter 1. feil, slik at både stengning og evakuering kan foregå iht. brann- og
1358 stengeplaner.

1359 Lokale automatiske sikkerhetsfunksjoner skal være operative ved bortfall av kommunikasjon
1360 til VTS.

1361 MERKNAD – Det refereres til krav i TSF/TSFF, vedlegg I, pkt. 2.17.2 og pkt. 3.4, og vegnormal N500 Vegtunneler

1362 **7.14.1 Styrestrømssystem**

1363 Styrestrømssystem i automatikkfordelinger kan deles i tre grupper etter sin funksjon:

- 1364 1) hjelpespenning(er) til automatikkutrustning og kommunikasjonsutstyr;
- 1365 2) driftsspenning til inn- og utgangskretser på automatikkutrustningen (IO-spenning);
- 1366 3) styrestrøm til innkobling av kontaktorer og annet.

1367 **7.14.2 Hjelpespenning(er) til automatikkutrustning og kommunikasjonsutstyr**

1368 Automatikk- og kommunikasjonsutstyr, som PLS, RIO/DIO, switcher og rutere, kan kreve
1369 hjelpespenning (driftsspenning) som 230 VAC, 24 VDC og 48 VDC.

1370 I hoved- og underfordelinger i tekniske bygg forsynes slikt utstyr fra egen prioritert kurs, og
1371 med egne 24 VDC og eventuelt 48 VDC strømforsyninger. I andre underfordelinger i f.eks.
1372 nødstasjoner i tunnel, kan sikringskurs og strømforsyning for 24 VDC være felles for
1373 hjelpespenning og IO-spenning.

1374 **7.14.3 Driftsspenning til inn- og utgangskretser på automatikkutrustning**

1375 I hoved- og underfordelinger i tekniske bygg skal digitale og analoge IO-kretser ha sin egen
1376 24 VDC strømforsyning, matet fra en egen prioritert sikringskurs. +24V utgangen skal forsyne
1377 IO-kretsene via et antall sikringer, f.eks. glass-sikringer i rekkeklemmelist. Det skal være en
1378 fornuftig gruppering av antall kretser pr. sikring, for eksempel én sikring pr. IO-kort på PLS-
1379 en.

1380 Hvis 24 VDC strømforsyningen har noen form for kortslutningsbeskyttelse, skal det sikres og
1381 dokumenteres at det er selektivitet mellom strømforsyningens beskyttelse og de enkelte
1382 sikringskretsene på 24 V. En kortslutning i en enkelt IO-krets skal alltid bryte sikringen og ikke
1383 utløse strømforsyningens kortslutningsbeskyttelse slik at spenningen droppes.

1384 Driftsspenning til IO-kretser bør holdes galvanisk adskilt fra hjelpespenninger i kap 7.14.1
1385 punkt 1, og galvanisk adskilt fra faser, N-leider og PE i fordelingen. Hvis det imidlertid ikke er
1386 mulig å holde 24 VDC IO-spenning, eller 24 VDC eller 48 VDC hjelpespenninger, galvanisk
1387 adskilt fra hverandre og fra PE grunnet uønskede forbindelser gjennom sentral- eller
1388 feltutstyr, etableres det en kontrollerbar forbindelse mellom strømforsyningenes 0V-klemmer
1389 («minus»-klemmen) og PE. Denne forbindelsen skal ha tilstrekkelig tverrsnitt slik at
1390 uønskede overspenninger, potensialforskjeller i PE-nettet e.l., kan avledes gjennom denne
1391 forbindelsen i stedet for å ledes gjennom automatikkutstyret.

1392 **7.14.4 230 VAC styrestrøm for kontaktorstyring**

1393 Styrestrøm til kontaktorer forsynes fra egne sikringskurser, og grupperes i henhold til kritiske
1394 delsystemer i tunnelen. Styrestrøm til kontaktorer for nødstrømsutstyr skal ha
1395 nødstrømsforsyning. Styrestrømskretser splittes opp slik at utfall av en styrestrømskurs kun
1396 påvirker deler av kritiske funksjoner. Som eksempel bør ikke mer enn 50 %
1397 ventilasjonskapasiteten fra en fordeling, eller 25 % av samlet kapasitet i tunnelen være
1398 avhengig av én styrestrømssikring.

1399 **7.14.5 Isolering av lange eksterne analogkretser**

1400 Analogkretser med 4-20 mA eller 0/2-10 V-signal, som føres ut av tekniske bygg eller
1401 fordeling i lengder på over ca. 100 m i felt eller langs tunnelrommet, skal isoleres fra 24 V IO-
1402 spenning i fordelingen med pluggbare galvaniske skiller. Det skal benyttes skiller med separat
1403 strømforsyning, ikke sløyfematede skiller.

1404 **8 Elektronisk kommunikasjonsnett**

1405 **8.1 Generelt**

1406 Installasjoner av elektroniske kommunikasjonsnett (ekomnett) i offentlige veganlegg omfattes
1407 av ekomloven med tilhørende forskrifter.

1408 **8.2 Miljøkrav**

1409 Det skal tas hensyn til hvilket miljøforhold som ekominstallasjonen plasseres inn i.
1410 Miljøforholdet beskrives ved Mekanisk påkjenning, Inntrenging, Klimatisk og kjemisk
1411 påvirkning og Elektromagnetisk påvirkning.

1412 Følgende minimumskrav gjelder, (M2I2C2E2), ref. NEK 701:2020 NEK EN 50173-1:2018 pkt.
1413 5.1.

1414 Generelle krav til byggeveredirektivet (CPR):

- 1415 • Alle parkabler skal tilfredsstillende graden E_{ca} ;
- 1416 • Alle elektroniske kommunikasjonskabler som plasseres i områder som er klassifisert som
1417 evakueringsområder skal tilfredsstillende $D_{ca-s2d2a2}$; eller,
- 1418 • Alle elektroniske kommunikasjonskabler som er beskyttet av et automatisk
1419 brannsløkkeanlegg, for eksempel et sprinkleranlegg, og som tilfredsstiller klassen E_{ca} kan
1420 benyttes;
- 1421 • Koaksialkabler som benyttes i tunnel skal tilfredsstillende minimum CPR brannklasse D_{ca}
1422 $s2d2a2$.

1423 **8.3 Spesifikasjon av installasjon**

1424 Prosjekterende skal utarbeide kravspesifikasjon som skal godkjennes av ekominstallatør i
1425 henhold til NEK 702:2020 NEK EN 50174-1:2018, kapittel 4 Krav til spesifisering av
1426 installasjonen for kabling av informasjonsteknologi.

1427 Spesifisering av installasjonen, rutiner for kvalitetssikring og dokumentasjon skal utføres i.h.t
1428 NEK 702:2020 og standard NEK EN 50174-1 Spesifisering av installasjon og kvalitetssikring.

1429 **8.4 Planlegging og utførelse av installasjonen**

1430 Planlegging og utførelse av installasjonen skal utføres i.h.t NEK 702 og standard NEK EN
1431 50174-2 Planlegging og utførelse av installasjoner i bygninger.

1432 Ekominstallasjoner skal være betraktet som enten:

- 1433 • kontorbygg (NEK 701:2020 og standard NEK EN 50173-2 Kontorarealer) eller;
- 1434 • industrivirksomhet (NEK 701:2020 standard NEK EN 50173-3 Industrivirksomhet).

1435 Ved installasjon i veganlegg skal standard NEK EN 50173-3 legges til grunn Følgende
1436 tilleggskrav gjelder:

- 1437 • kabler skal strekkavlastes og merkes ved terminering;
- 1438 • det skal benyttes kabelguider;
- 1439 • kabler som strekkes mellom to-punkt skal avsluttes i panel, forgrening eller
1440 kapslinger/skjøtebokser/skjøtestykker;
- 1441 • utstyr skal være i henhold til valgt sambandsklasse;
- 1442 • forbindelser mellom skap skal ikke utføres med utstyrssnorer (patchesnorer), men skal
1443 bygges som link med patchpanel.

1444 **8.5 Prosjektering av kabling**

1445 Standarder for kabling tar ikke nødvendigvis hensyn til alle parametere som er spesielle for
1446 denne standarden, derfor skal prosjekterende skal der hvor det er relevant ta følgende
1447 hensyn:

1448 Eksempler på parametere som skal hensyntas:

- 1449 • normaldimensjonering med sikkerhetsmargin;
- 1450 • overdimensjonering;
- 1451 • tjeneste på kabelen;
- 1452 • spenningstap;
- 1453 • lengde;
- 1454 • signaltap;
- 1455 • elektromagnetisk kompatibilitet (EMC);
- 1456 • forlegning;
- 1457 • brannmotstand;
- 1458 • m.m.

1459 **8.5.1 Parkabler**

1460 Installasjonen skal minimum ha transmisjonsytelse i sambandsklasse Ea som tilsvarer 6a i
1461 henhold til NEK 701.

1462 Ved installasjon av nettverksbasert (Ethernet) utstyr ute i tunnelrommet skal det benyttes
1463 installasjonskabel fra krysskoblingsfelt i fordelingsrom/skap til fremføringspunkt.

1464 Ved bruk av skjermet kabel skal skjermen være kontinuerlig i hele forbindelsen, skjermen skal
1465 utjevnes i begge ender.

1466 For maksimalt tillatte kabellengder henvises til NEK 701:2020 NEK EN 50173-3, avsnitt 6-
1467 6.2.2.2.

1468 Leverandøren skal gjøre en risikovurdering opp mot eget utstyr angående valg av uskermet
1469 versus skjermet kabel. Terminering og kabelvalg skal være i henhold til utstyrproduzentens
1470 beskrivelser. Se NEK 702:2020 NEK EN 50174-2:2018, kapittel 5.3.6 Skjøting og terminering
1471 av kabel.

1472 8.5.2 Kabellengder – spesielle situasjoner

1473 I de tilfellene hvor det prosjekteres for linker ut over det NEK 702 åpner for (over 100m) skal
1474 det utføres fysisk test, både FAT og SAT, på valgt utstyr.

1475 8.5.3 Fiberkabel

1476 Krav til kabler som ikke er av type kategorikabel som nevnt i NEK 700 serien, skal være
1477 bestemt i utstyrsleverandørens installasjonsveiledning, eller så skal det velges kabeltype
1478 tilpasset utstyr som betjenes. Fiberoptisk effektbudsjett skal prosjekteres i henhold til NEK TR
1479 750 og verifiseres av utførende med utgangspunkt i NEK TR 750.

- 1480 • Det skal benyttes singelmodus fiber type OS2 G 657 a2. ref. NEK 701-1, 7.5.3
- 1481 • All fiberkabel skal være metallfri kanalkabel ved forlegning i føringskanaler eller rør.
- 1482 • Stamfiber ≥ 96 fiber skal legges via skjøteboks (eller tilsvarende) Alle brett skal ha 30%
1483 ledig kapasitet ved overlevering.

1484 VEILEDNING:

- 1485 - Mikrofiberkabel skal ikke brukes til stamkabler
- 1486 - Det skal være to ledige innføringsporter i skjøteboks ved overlevering
- 1487 - Det skal legges en kabelveil på minst 5m lengde i tilknytning til nødkiosker og skap

1488 8.5.4 Fiberkontakter

1489 Fiberkontakter skal benyttes etter følgende:

1490	Nettverk:	LC/PC
1491	Radio:	LC/APC evt. SC/APC
1492	Mobiltelefoni:	LC/PC
1493	DAB/Nødnett/	Plassbestemmes
1494	Kringkasting:	Plassbestemmes
1495	SA/SSA paneler:	FC/PC

1496 Der type tilkobling på elektronikk krever annen type fiberkontakt skal dette hensyntas.

1497 VEILEDNING – Av hensyn til standardisering av patchpanel og eventuelt bruk av preterminert kabel, kan det ofte
1498 anbefales å standardisere på skråslipete kontakter for hele panel

1499 Patchesnorer skal ha tilstrekkelig plass slik at konnektorer unngår mekanisk påvirkning.

1500 8.6 Utstyr

1501 Installasjonen skal ha IP-klasse i henhold til de ytre påvirkningene. Utstyr som ikke
1502 tilfredsstillter IP-krav kan benyttes dersom det monteres tilleggsbeskyttelse som gjør at
1503 utstyret tilfredsstillter IP-krav uten å endre utstyrets egenskaper.

1504 Varmeelement i kamerahus bør forsynes med:

- 1505 • egen forsyning eller;
- 1506 • fjernmating over kabel for ekom.

1507

1508 **8.6.1 Fiberoptiske skjøtebokser**

1509 Følgende krav til plassering og behandling av skjøtebokser og tilførselskabler skal ivaretas:

- 1510 • Skjøtebokser (-bomber) skal monteres inne i tekniske bygg/korridorer;
- 1511 • Ved bruk av utendørskabler med løs kledning og fettfylte rør, skal disse overskjøtes til tørr
1512 kabel før montering i innvendig skjøteboks iht. NEK 702;
- 1513 • Ved utvendig montering av skjøteboks skal denne plasseres i kum;
- 1514 • Ledig/uskjøtte fiber i panel eller skjøtebokser skal forlegges slik at de senere kan skjøtes
1515 inn uten at øvrige fiber blir berørt;
- 1516 • Alle eksterne stamkabler skal legges via skjøteboks;
- 1517 • Alle rør og fiber skal være forlagt slik at en i ettertid kan skjøte inn nye fiber.

1518 **8.6.2 Fiberpanel**

1519 Patching skal utføres på en slik måte at panel kan tas ut av racket for senere skjøting, uten at
1520 eksisterende patcher må brytes. Dette gjelder også tilførsel til panel.
1521 De skal brukes føringsrammer, og patche kabel skal legges fritt inn i disse

1522 **8.6.3 Kveilerammer**

1523 Kabler skal kveiles på kveileramme eller dertil egnet ramme, der alle kabler legges med
1524 samme lengde, tapet sammen og kveilet samlet.

- 1525 • Kveiler i tekniske rom, skal være minst 10 meter.
- 1526 • Kveiler i utvendige kummer skal være så lange at skjøteboks kan jobbes med på egnet
1527 sted.

1528 **8.6.4 Strålekabel**

1529 Toleranser skal ikke overstige:

- 1530 • strekningstap $\pm 5 \%$;
- 1531 • koblingstap $\pm 10 \text{ dB}$.

1532 Koblingstap skal angis som middelværdi av tre antenneretninger beregnet etter IEC 61196-4
1533 B.2.

1534 Strålekabler er å betrakte som antenner, og tekniske krav skal beregnes og spesifiseres for
1535 hver enkelt installasjon.

1536 Skjøter skal utføres med fleksible kabler med tilstrekkelig lengde.

1537 Minimum hvert 10. feste for strålekabel skal være brannsikkert, slik at kableen ikke faller ned
1538 ved en eventuell brann.

1539 Termineringer og skjøter skal være vanntette og tåle spyling i henhold til IP66.

1540 Etter montering og terminering skal strålekabler kontrollmåles og rapport utarbeides.
1541 Målerapport skal fremlegges for byggherre/prosjekteier.

1542 Strålekabel skal være montert med beste stråleretning mot kjørebane.

1543 **8.6.5 Koaksial matekabel**

1544 Koaksial matekabler er en del av antennesystemer, og tekniske krav skal beregnes og
1545 spesifiseres for hver enkelt installasjon.

- 1546 Termineringer og skjøter skal være vanntett utført og tåle spyling i henhold til IP66.
- 1547 Matekabel forlagt i kulvert skal skjøtes før innføring i tunnelrom.
- 1548 Matekabler fra antennemaster skal jordes i masten.
- 1549 Etter montering og terminering skal koaksial matekabler funksjonstestes og rapport
1550 utarbeides og leveres. Følgende målinger skal utføres:
- 1551 • Demping;
- 1552 • DTF;
- 1553 • PIM.
- 1554 Konnektor skal monteres av kvalifisert personell. Det skal benyttes termineringsutstyr
1555 tilpasset kabelen.
- 1556 Konnektor skal kontrollmåles mht. kvalitet/demping umiddelbart etter montering og før det
1557 settes på krympehylse.
- 1558 **8.6.6 Konnektorer for coax- og strålekabler**
- 1559 Det skal benyttes konnektor tilpasset aktuell kabel, det skal benyttes 7/16" eller «4.3-10»
1560 plugger. Valgt konnektortype skal meddeles prosjektet slik at det kan tilpasses til
1561 utstyrsleveranser.
- 1562 Valgte konnektorer skal ha VSWR ≤ 1.04 for aktuelle frekvenser. Konnektorene skal måles
1563 og ytelse iht. datablad dokumenteres før anlegget tas i bruk
- 1564 **8.7 Tilkoblingsskap og kabinetter**
- 1565 Krav til kabinetter, rammer og stativer finnes i NEK 70X-serien, men følgende tilleggskrav
1566 gjelder:
- 1567 Planlegging:
- 1568 • Det skal alltid planlegges for 30% utvidelsesmulighet;
- 1569 • Ved mye utstyr/elektronikk i skapet skal det utføres en risikovurdering vedr. lufting/kjøling.
1570 Alternative løsninger kan være perforert dør og/eller vifter;
- 1571 • Det skal være et tomt felt på min. 60 cm i bunnen av skapet;
- 1572 • Halvparten av skapet skal avsettes til elektronikk.
- 1573 Kabinett og stativ:
- 1574 • Rack og koblingspaneler skal frontmonteres i skap og ha tilstrekkelig avstand fra paneler
1575 til front/dør slik at patchesnorer ikke bøyes;
- 1576 • Skap skal ha låsbar dør;
- 1577 • Ubrukte fronter (U) skal tildekkes med blindlokk;
- 1578 • Det skal benyttes EMC nipler i gjennomføringer;
- 1579 • Skap skal heves fra gulv/bakkenivå. Minimum høyde på sokkel skal være 20 cm;
- 1580 • Ved bruk av mindre skap skal 800 mm gulv- eller vegghengte skap benyttes;
- 1581 • Skap bør ha en størrelse på min (bxdxh) 1000 x 1000 x 42U;
- 1582 Patchesystemer/kabler:

- 1583 • Det skal monteres føringspanel og hyller mellom hvert panel for organisering av
1584 patchekabler;
- 1585 • Vertikalt på rammen i skapet skal det monteres tilstrekkelig med føringsbøyler for
1586 organisering av patchekabler og det skal være maksimalt 15 cm mellom hver;
- 1587 • All overflødig lengde av fiberoptiske patchesnorer skal kveiles opp i fiberoptisk 2U
1588 lagringsenhet.

1589 Montasje av KVM konsoll:

- 1590 • Alle skap med servere skal utstyres med KVM konsoll;
- 1591 • Ved mer enn en server installert i samme tekniske rom skal KVM leveres i ett rack;
- 1592 • Dersom det kun leveres en server i samme tekniske rom skal mus, tastatur og skjerm
1593 plasseres i rack;
- 1594 • KVM skal monteres i høyde for å kunne jobbe stående.

1595 Strømforsyning:

- 1596 • Det skal benyttes redundant strømforsyning;
- 1597 • Det skal monteres 2 stk. 230V 16 A separate stikkontaktlister matet fra hver sin
1598 strømforsyning med minimum 6 x 230V uttak i skap
- 1599 • Ved ferdig tilkoblet utstyr skal det være min. 2 ledige uttak pr. stikkontaktlist.
- 1600 • Vertikale stikkontaktlister skal ha overspenningsvern klasse 3; 1,5 kV;

1601 MERKNAD - Det vises til tillegg 16.1.5 Fordeling for automasjon i teknisk rom

1602 **8.8 Tilknytning til allment ekomnett**

1603 Tilknytningen og plasseringen av ekomfelt skal være i henhold til NEK 399 og metode A, B, C
1604 eller D.

1605 Følgende tilleggskrav til Metode B/C eller D skal gjelde:

1606 Det skal være klart og tydelig skille mellom ekomnetteiere sine felt. Feltene skal være merket
1607 slik at ekomnetteiere kan identifiseres.

1608 Det skal defineres tilknytningspunkt mellom elanlegg og ekomnett mot allment nett i henhold
1609 til NEK 399:2022, avsnitt 9.6.

1610 **8.8.1 Identifikasjon**

1611 Utstyr, rack og skap skal merkes slik at man enkelt kan identifisere kabler og utstyr som er
1612 tilknyttet offentlig nett og andre netteiere.

1613 Patchpanel skal merkes med komponentnummer og konnektornummer og med type
1614 konnektor.

1615 Det skal leveres kursfortegnelse og skjematikk som også beskriver distribusjon av kabler.
1616 Kursfortegnelse skal være tilgjengelig i umiddelbar nærhet til skap.

1617 **8.8.2 Jording og utjevning**

1618 Ekominstallasjoner skal jordes og utjevnes i.h.t NEK 702 eller NEK EN 50310.

1619 **8.8.3 Prøving**

1620 Prøvsparametere avtales i spesifikasjonsfasen jfr. pkt. 8.3, følgende tilleggskrav gjelder:

- 1621 • fiberlinker og parkabellinker skal testes;

- 1622 • fremføringer ende til ende, inkludert utstyrskabler (dropkabler) og termineringspunkter skal
1623 testes opp mot valgt klasse, unntatt utstyr med integrerte koblinger, tilkoblingskabler,
1624 pigetails osv;
- 1625 • fiberkabler skal prøves på stedet etter at installasjonen er utført, dette gjelder også når
1626 fiberkabler er preterminert og testet før installasjon;
- 1627 • det skal leveres testrapport etter NEK 701 fiberoptiske sambandsklasser basert på type
1628 fiber;
- 1629 • Testing skal utføres av kvalifisert personell.

1630 Veiledning - For parkabellinker over maksimal lengde etter NEK 701-serien vil det ikke være mulig å prøve med
1631 kabelanalysator. Andre prøvemeter må avtale spesielt, for eksempel FAT

1632 **8.8.4 Dokumentasjon**

1633 Dokumentasjon skal som inneholde informasjon som nevnt i NEK 702.

1634 Dokumentasjon fra montering og terminering av fiberkabler og fiberlinker skal leveres på
1635 elektronisk format.

1636 Dokumentasjon i henhold til testene utført i avsnitt 8.3.3 skal leveres på elektronisk format.

1637 Dokumentasjon skal overleveres som en del av EET.

1638 **8.8.5 Sluttkontroll**

1639 Dokumentasjon skal inneholde:

- 1640 • Kontrollplan;
- 1641 • Nettets geografiske utstrekning hvis anlegget består av flere bygg;
- 1642 • Tilkoblingspunkter eller grensesnitt for signal- og tjenesteleverende nett;
- 1643 • Etermineringspunkt;
- 1644 • Tiltak for elsikkerhet;
- 1645 • Tiltak for jording;
- 1646 • Samsvarserklæring som gir beskrivelse av arbeidet som er utført;
- 1647 • Hvilke forskrifter og standarder som er fulgt (Hvis annen standard enn NEK 700 er fulgt
1648 skal dette dokumenteres på de anleggsdeler dette gjelder);
- 1649 • Avvik i forhold til standardens krav med dokumentert lik- eller bedre løsning;
- 1650 • Resultater og målerapporter med kommentarer fra sluttprøving;
- 1651 • Som-bygget tegninger.

1652 **8.8.6 Forhold til mobiloperatører**

1653 Følgende krav settes til mobiloperatører:

- 1654 • utnyttelse av felles føringsveier inklusive master og antenner;
- 1655 • utnyttelse av felles kabelinfrastruktur;
- 1656 • utnyttelse av felles plass i radiatorom;
- 1657 • merking og identifikasjon av utstyr skal være i henhold til kravene i avsnitt 8.3.

1658 **9 Nødstrømsforsyning**

1659 **9.1 Generelt**

1660 Nødstrømssystemer skal utføres etter FEL og NEK 400. Det skal benyttes TN-S 400 V for
1661 strømfor­syning til Nødstrømssystemer. Det aksepteres bruk av IT-system der det er benyttet
1662 IT-system til normal­kraftfor­syning.

1663 Beskyttelse mot elektrisk sjokk ved automatisk utkobling (NEK 400:2022-4-41, kapittel 411)
1664 skal ikke brukes for kursopplegg til nødutstyr/Nødstrømssystemer uten at det er etablert tiltak
1665 som reduserer risiko for jordfeil til et akseptabelt nivå. Slike tiltak skal dokumenteres gjennom
1666 risikovurderingen for anlegget.

1667 Følgende metoder for beskyttelse mot elektrisk sjokk anses som akseptable for
1668 nødstrømsfor­syning:

- 1669 • NEK 400:2022-4-41, kapittel 412 Dobbeltisolert eller forsterket isolasjon;
- 1670 • NEK 400:2022-4-41, kapittel 413 Elektrisk adskillelse;
- 1671 • NEK 400:2022-4-41, kapittel 414 Ekstra lav spenning SELV/PELV.

1672 I tillegg kan nødstrømsfor­syning sikres med tosidig/redundant for­syning.

1673 Ved valg av NEK 400:2022-4-412 aksepteres det at hovedfordelinger ikke utføres som klasse
1674 II.

1675 Overstrømsbeskyttelse skal ivaretas under alle driftsformer (nett, UPS, generator etc.).

1676 For krav til sikkerhet for sekundærbatterier og batteriinstallasjoner henvises det til NEK 485,
1677 relevante deler.

1678 **9.2 Generatorer**

1679 Ved bruk av generator til nødstrømsfor­syning, skal det etableres eget rom for generatoren
1680 med tilhørende for­deling inkludert dagtank. Der det benyttes generator som
1681 nødstrømsfor­syning skal denne for­syne hovedfordelingen for normal­kraft direkte, uten
1682 mellomfordelinger.

1683 **9.3 Avbruddsfri strømfor­syning – UPS**

1684 Det skal benyttes online UPS. UPS skal for­synes direkte fra hovedfordeling for normal­kraft.

1685 UPS skal være utstyrt med nettverkskontakt med støtte for RFC 3418 The Network
1686 Management Protocol (SNMP) og RFC1628 UPS Management Information Base.

1687 Det skal benyttes dobbeltkonverterende UPS i samsvar med NEK EN 62040.

1688 Nødstrømsfor­syning skal kunne forbikoples med vender. For å ivareta selektivitet skal
1689 gjennomsluppet energi fra et vern nedstrøms en UPS ved en feil nedstrøms dette vernet være
1690 mindre enn:

- 1691 • tyristorens tåleevne i varm tilstand; og
- 1692 • ved intern smeltesikring; nedre grense for sikringens smelteenergi «pre-arc».

1693 Dersom det ikke benyttes jord- og kortslutningssikker for­legning i forbindelsen mellom UPS og
1694 nedstrøms vern, skal, ved feil i denne forbindelsen, gjennomsluppet energi fra
1695 overstrømsvernet oppstrøms UPS være mindre enn:

- 1696 • tyristorens tåleevne i varm tilstand (typisk 125°C), og

- 1697 • ved intern smeltesikring; nedre grense for sikringens smelteenergi «pre-arc».

1698 **10 Maskiner**

1699 **10.1 Generelt**

1700 MERKNAD – Maskiner skal tilfredsstillere krav i forskrift om maskiner (FM) – dette omfatter også styretavler frem til
1701 kraftforsyning, kontroll og styrepanel (HMI). For krav til dokumentasjon – se kapittel 5.3 Dokumentasjon av
1702 maskiner

1703 Før prosjektering og bygging av maskin(er) skal det avklares hvem som skal være
1704 maskinprodusent.

1705 MERKNAD – Maskinprodusent kan for eksempel være produsent eller dennes representant, prosjekterende
1706 virksomhet, utførende virksomhet eller byggherre/prosjekteier

1707 Maskiner skal utføres i henhold til NEK 60204-1 Maskinsikkerhet – Elektrisk utstyr på
1708 maskiner Del 1: Generelle krav. Heiseinnretninger, inkludert taljer, skal utføres i henhold til
1709 NEK EN 60204:2008 Safety of machinery, Electrical equipment of machines. Part 32:
1710 Requirements for hoisting machines.

1711 Maskinprodusent skal levere samsvarserklæring og dokumentasjon i henhold til forskrift om
1712 maskiner / maskindirektivet, vedlegg VII - Del A. Om maskinen er satt sammen av flere
1713 maskiner skal det også medfølge samsvarserklæring og tilhørende dokumentasjon for hver
1714 enkelt maskin som gitt i vedlegg VII Del A. Om maskinen inneholder og er satt sammen av
1715 delvis ferdigstilte maskiner skal det også medfølge sammenstillings-erklæring fra disse
1716 leverandørene, som gitt i Vedlegg VII – Del B. For maskinleveranser som inkluderer flere
1717 leverandører skal det dokumenteres hvem som er ansvarlig for sammensatt og ferdig montert
1718 maskin, og derved ansvarlig for CE-merking, samsvarserklæring og dokumentasjon.

1719 MERKNAD – For bruksanvisning til maskiner henvises det til krav i FM kapittel 1.7.4

1720 Det skal leveres liste over reservedeler med navn på fabrikant og typebetegnelse, altså
1721 informasjon slik at delene kan kjøpes på det kommersielle markedet.

1722 Utførende entreprenør for elektrisk infrastruktur og intern kabling på maskinanlegg som er
1723 basert på flere delvis ferdigstilte maskiner skal tilfredsstillere kravene som registrert
1724 elektroentreprenør, eventuelt autorisert ekomvirksomhet.

1725 Eksempler på maskiner i tunneler og andre veganlegg:

- 1726 • ventilasjonsanlegg;
- 1727 • kjølemaskiner;
- 1728 • ferjekaibruer;
- 1729 • inspeksjonsvogner;
- 1730 • pumpeanlegg;
- 1731 • vegbommer;
- 1732 • mekaniske variable skilt;
- 1733 • garasjeporter;
- 1734 • kuldeporter;
- 1735 • bremsetestere;
- 1736 • delvis ferdigstilte maskiner.

1737 En maskin omfatter alle deler som er integrert eller har tilknytning til maskinen og som er
1738 nødvendig for at maskinen skal fungere og vedlikeholdes på en sikker måte.

1739 MERKNAD – For utveksling av informasjon mellom bruker og leverandør henvises det til NEK EN 60204-1-tilegg B,
1740 spørreskjema for maskiners elektriske utrustning

1741 VEILEDNING – Dette vil inkludere fastmontert utstyr og utstyr som er ment å tilkobles den aktuelle maskinen med
1742 tanke på vedlikehold, testing og feilsøking. Eksempler på dette er mobilt test-/ joggepanel, fastmonterte taljer og
1743 heiseinnretninger som er ment for angitte operasjoner på maskinen (typisk utskifting av verktøy eller for service) og
1744 som er ment å brukes sammen med den aktuelle maskinen

1745 **10.2 Delvis ferdigstilte maskiner**

1746 Delvis ferdigstilt maskin er en enhet som ikke kan utføre en bestemt funksjon alene.
1747 Eksempel er ventilatorleveranse for en tunnel hvor hver ventilator er en av flere «delvis
1748 ferdigstilte maskiner». Med ventilatorene skal det medfølge sammenstillingserklæring i
1749 henhold til FM, vedlegg II B, montasjeveiledning og relevant teknisk dokumentasjon etter FM,
1750 vedlegg VII del B.

1751 **10.3 Krav til spesielle maskiner**

1752 **10.3.1 Taljer**

1753 Taljene skal ha betjeningsbrytere for betjening av last. Betjeningsutstyr skal følge lastkjetting
1754 med mulighet for bevegelse utenfor sikkerhetszone til last. Eventuell kabel som benyttes til
1755 betjeningspanel skal være fast tilkopledd til kraftforsyning.

1756 **10.3.2 Vegbommer og porter**

1757 For vegbommer som styres fra overvåkningssentral eller fra lokal fordeling hvor man ikke
1758 visuelt ser bombevegelsen, skal det etableres kamera for ITV-overvåkning. Alternativt skal
1759 det, for å komme i en sone hvor man ser bombevegelsen, monteres en trykknapp på en
1760 bevegelig kabel. Fjernstyringen skal kunne stoppes og reverseres og bomoperasjonen skal
1761 være koordinert med lyssignal.

1762 **10.3.3 Pumpeanlegg**

1763 Driftsstatus og feilmeldinger skal kommuniseres til VTS/driftssentral i sann tid. Eventuelle feil
1764 på kommunikasjonen skal også kommuniseres. Pumper skal i tillegg til det automatiske
1765 styresystemet kunne startes og stoppes ved bruk av manuell vender plassert i fronten på
1766 lokalt plassert fordeling. Styring ved bruk av manuell vender skal være uavhengig av
1767 automasjonssystemet. Posisjon på vendebrytere for manuell styring og posisjon for
1768 sikkerhetsbrytere skal kommuniseres til VTS/driftssentral.

1769 Pumper skal ha lokal plassert sikkerhetsbryter.

1770 **10.3.4 Klimaanlegg**

1771 Klimaanleggets inne- og utedel skal ha fast tilkobling. Plasseringen skal ikke hindre adgang til
1772 bygg, nødvendig transport/ferdsel eller drift av byggets installasjoner.

1773 Det skal kun være en innedel per utedel.

1774 Klimaanlegget skal ha sikkerhetsbryter som er låsbart i av-stilling og være tilgjengelig kun for
1775 sakkyndig og instruert personell.

1776 VEILEDNING - Klimaanlegg er enten: En maskin i samsvar med Forskrift om maskiner og NEK EN 60204-1, eller:
1777 Et elektrisk utstyr i samsvar med Forskrift om elektrisk utstyr (FEU) og NEK EN 60335-2-40

1778 **11 Tunneler**

1779 **11.1 Generelt**

1780 Føringer i dette kapittel er krav som er spesifikk rettet mot elektriske anlegg i tunneler.

1781 Der det ligger til rette for det, skal strømforsyningen sikres mot bortfall ved forsyning fra
1782 begge tunnelmunninger. Risikovurderinger kan sette ytterligere krav til strømforsyning og
1783 fjernstyring av høyspenningsbrytere.

1784 Det skal være mulig å drifte alle installasjonene i en tunnel samtidig, og det elektriske
1785 anlegget skal dimensjoneres med samtidigighetsfaktor 1. Test mot overordnet styresystem for
1786 tunneler (overvåkningsentral) skal være en del av SAT.

1787 Ved beregning av minste kortslutningsstrøm (Ikmin) for utkobling av vern skal
1788 kabelimpedansen beregnes med et tillegg på minimum 1,1. Anvendt tilleggsimpedans som
1789 dimensjoneringskriterier skal være en del av dokumentasjonen.

1790 VEILEDNING – Som alternativ kan det benyttes en reduksjonsfaktor på Ikmin

1791 FDV-dokumentasjonen skal være tilgjengelig ved søknad om sikkerhetsgodkjenning før
1792 åpning.

1793 11.2 Materialvalg og kapslingsgrad

1794 Miljøet i tunneler er som regel korrosivt. Dette skyldes kondensering av vann fra varm, fuktig
1795 luft og salt. Vann i tunnelrommet kan være svakt surt på grunn av salpetersyrling og
1796 salpetersyre fra nitrøse gasser i eksos.

1797 Alt utstyr som for eksempel kabelstiger, festebolter, ventilatorer, lysarmaturer, nødstasjoner,
1798 skilt, dører, rammer og håndtak, listen er ikke uttømmende, skal leveres i rustfritt stål i
1799 henhold til NS-EN 10088, type 1.4404. Festemateriell skal være i rustfritt stål A4-80 i henhold
1800 til NS-EN-ISO 3506.

1801 Unntak fra dette kan være:

- 1802 • LED-armaturer, dersom det etableres galvanisk skille mellom armatur og kabelstige og
1803 som er tilsvarende korrosjonsbeskyttet på annen angitt måte;
- 1804 • motorer og impellere til ventilatorer som er tilsvarende korrosjonsbeskyttet på annen angitt
1805 måte.

1806 Elektrisk utstyr i tunnelrommet skal være beskyttet mot høytrykksspyling i henhold til IP X5.
1807 Elektrisk utstyr i tunnelrommet skal ha en kapslingsgrad på minimum IP65. For utstyr som
1808 eksempel kamerahus skal trykkutjevning mot omgivelsene vurderes som tiltak for å unngå
1809 kondens.

1810 11.3 Krav til spenningsfall

1811 Klemmespenning på elektrisk utstyr tilknyttet 690/400/230V skal ikke være lavere enn 5 % i
1812 forhold til nominell spenning.

1813 VEILEDNING – Se også krav til spenningsfall i avsnitt 7.6. 5% refererer seg til nominell spenning

1814 11.4 Jording

1815 Ved forsyning fra høyspennings luftnett, skal det etableres impulsjordelektroder der luftstrekket
1816 går over til kabelnett.

1817 Det er ikke krav til å etablere impulsjordelektroder inne i tunnel.

1818 MERKNAD – Der nettselskap ønsker tilleggsbeskyttelse av sitt utstyr kan impulsjordelektrode etableres i tunnel

1819 Det skal etableres gjennomgående jordleder i tunnelen, samt jordleder rundt tekniske bygg.

- 1820 • Jordleder 1 utførers som minimum 50 mm² Cu blank jordleder og føres sammen med
1821 høyspenningskabel/forsyningskabel fra nettselskap i bankett eller grøft gjennom hele
1822 tunnelen;
- 1823 • Jordleder 2 er til utjevningsformål og utføres som isolert jordleder med tverrsnitt minimum
1824 25 mm² Cu på kabelstige. Jordleder bør tilkoples kabelstige med maksimal innbyrdes
1825 avstand på 25m. Tilkopling til kabelstige skal utføres slik at den isolerte jordleder ikke
1826 brytes;
- 1827 • Jordleder 3 er til utjevningsformål/langsgående elektrode og utføres som minimum 25mm²
1828 Cu blank jordleder og føres sammen med lavspent trekkerørsføringer i bankett eller grøft
1829 gjennom hele tunnelen. Jordlederen føres igjennom trekkekummer og avgreines opp til
1830 fordelinger.

1831 Impulsjordelektrodene skal kobles sammen med jordingsystemene for lavspenning og ekom.

1832 Separate utjevningsforbindelser skal ikke benyttes som tilleggsimpedans ved beregninger og
1833 valg av kabler og vern.

1834 Jordleder forlagt rundt teknisk bygg skal tilkobles hovedjordskinne i lavspenningsrommet. Fra
1835 denne skinnen skal det tilkobles utjevningsforbindelser til de øvrige rommene.

1836 På steder hvor det er montert utstyr og hvor samtidig berøring av ulike potensialer er mulig,
1837 skal det etableres lokale tilleggsutjevningsforbindelser.

1838 **11.5 Føringsveier**

1839 Føringsveier skal ikke kunne samle opp vann og støv. Uperforerte og perforerte horisontale
1840 kabelbaner/renner o.l. skal ikke benyttes i tunnelrommet.

1841 Høyspenning og lavspenning kraftforsyning skal separeres.

1842 MERKNAD – For separasjon henvises det til FEF §6-5 Fellesføring

1843 I tunnelrommet skal det som minimum etableres trekkekummer ved nødstasjoner.

1844 Trekkerør legges slik at det er fall mot trekkekum. Trekkekummer skal være drenert.

1845 VEILEDNING – Vegnormal N200 stiller flere krav til utførelse av føringsveier som trekkerør og trekkekummer

1846 **11.6 Kabler**

1847 Ved forlegning av kabler skal det etableres fysisk skille eller avstand i henhold til NEK
1848 400:2022-5-56 mellom kabler som forsyner utstyr som skal fungere i en brannsituasjon og
1849 kabler til ikke-kritisk utstyr.

1850 Kabler skal merkes ved termineringspunkter/ende, i trekkekummer og på hver side av
1851 branntette gjennomføringer. Merketag skal være i en varig utførelse og stripset eller krympet
1852 fast på kabel.

1853 Parallelle kabler fra forskjellige kurser til belysningsanlegg bør fordeles likt over hele lengden
1854 slik at feil ikke resulterer i unødig store konsekvenser.

1855 Ved forlegning av kabler skal det etableres fysisk skille eller avstand i henhold til NEK
1856 400:2018-5-56 mellom kabler som forsyner utstyr som skal fungere i en brannsituasjon, og
1857 kabler til ikke-kritisk utstyr.

1858 Kabler skal merkes ved termineringspunkter/ende, i trekkekummer og på hver side av
1859 branntette gjennomføringer.

- 1860 Merketag skal være i en varig utførelse og stripset eller krympet fast på kabel.
- 1861 Parallele kabler fra forskjellige kurser til belysningsanlegg bør fordeles likt over hele lengden
1862 slik at feil ikke resulterer i unødige store konsekvenser.
- 1863 Ved åpen forlegning til forsyning av ikke-kritisk utstyr skal kabler som minimum tilfredsstillende
1864 CPR brannklasse: Dca –s2d2a2.
- 1865 Kabler som skal fungere i en brannsituasjon skal ha fargekoding som tydelig skiller seg ut fra
1866 andre kabler.
- 1867 Kabler som skal fungere i en brannsituasjon skal tilfredsstillende følgende krav:
- 1868 • flammehemming: IEC 60332-3-24 (Kategori C);
 - 1869 • korrosive gasser: NEK IEC 60754-1 med krav til max. 0,5 % HCl - innhold, og NEK IEC
1870 60754-2;
 - 1871 • røykutvikling: NEK IEC 61034-2.
- 1872 I tillegg skal kablene ha en brannmotstand iht. NEK IEC 60331-11, NEK IEC 60331-21, NEK
1873 IEC 60331-23 eller NEK IEC 60331-25, og skal ha en brannmotstand/være funksjonsdyktige i
1874 minst 60 min.
- 1875 Kabler forlagt på stige skal i tillegg tilfredsstillende kravene til brannspredning på stige iht. NEK
1876 IEC 60332-3-24 (Kategori C).
- 1877 Eksempel på metoder som tilfredsstillende kravene til brannsikkerhet for ledningssystemer til
1878 nødstrømssystemer, og til utstyr som skal fungere under en brann:
- 1879 • bruk av funksjonssikker kabel fra fordeling til tilkobling av utstyr; eller
 - 1880 • bruk av kabel som ikke er funksjonssikker, men brannsikkert forlagt og tilstrekkelig adskilt
1881 fra andre kabler.
- 1882 **11.7 Jordfeilvarsling**
- 1883 Det skal etableres jordfeilvarsling (RCM) i TN-nett. Der jordfeilvarsling i TN- og TT- nett, eller
1884 isolasjonsovervåking i IT-nett benyttes, skal alarmsignal overføres til sentralt system for
1885 overvåking.
- 1886 VEILEDNING - Jordfeilvarsling (RCM) i TN-nett benyttes for å ha kontroll med isolasjonstilstand mellom N- og PE
- 1887 **11.8 Nødstrømssystemer**
- 1888 Alarmkretser skal utføres etter prinsippet "Normally Closed - NC" Nødstrømsforsyning til
1889 Nødnett skal være forsynt med separat UPS og batterier. Batterier for Nødnett skal plasseres
1890 i batterirom.
- 1891 **11.8.1 Nødstrømsforsyning**
- 1892 For å sikre trafikantene i tunnelen ved strømutfall og teknisk svikt, skal det monteres
1893 nødstrømssystemer i samsvar med kravene i TSF/TSFF og vegnormal N500 Vegtunneler.
- 1894 Nødstrømsforsyning skal ha en driftstid ikke mindre enn evakueringstid definert i vegnormal
1895 N500.
- 1896 På sentralt kraftforsyningssystem for nødstrømsanlegg skal batterier være plassert i egnet
1897 rom. Batteribrytere skal plasseres lett tilgjengelig utenfor batterirom.
- 1898 VEILEDNING – Se for øvrig NEK 400:2022-8, avsnitt 806.537.2.102

1899 Som nødstrømskilde bør det etableres en sentral online UPS i tekniske bygg forsynt direkte
1900 fra hovedfordeling.

1901 For å redusere fare for utstyrsvikt anbefales separat forsyning til like-/vekselretter og statisk
1902 bypass. Parallelt med UPS bør det etableres egen manuell bypass for å muliggjøre
1903 forbikobling. Elektrotekniske beregninger samt dokumentasjon av selektivitet skal utføres for
1904 alle driftsformer (nettdrift og batteridrift). Det gjøres spesielt oppmerksom på
1905 dokumentasjonsbehovet for tilstrekkelig kortslutningsytelse i batteridrift, og tåleevne for
1906 statisk switch og statisk bypass.

1907 Det skal utarbeides følgende betjeningsprosedyrer:

- 1908 • betjeningsprosedyre for å gjøre UPS spenningsløs ved omkobling fra normaldrift til drift i
1909 manuell bypass, og;
- 1910 • betjeningsprosedyre for omkobling fra drift i manuell bypass tilbake til normal drift. Berørte
1911 vern og brytere skal merkes.

1912 Tekniske rom for hovedfordeling nødstrøm og UPS-anlegg skal etableres i henhold til
1913 vegnormal N500.

1914 Det skal etableres egne rom for eksterne batteribanker (løse celler plassert på stativ eller i
1915 batteriskap). Det bør etableres to batteribrytere, den ene plasseres i umiddelbar nærhet til
1916 UPS og den andre i umiddelbar nærhet til batteri.

1917 Kabling mellom hovedfordeling normalforsyning, UPS og hovedfordeling nødstrøm skal
1918 utføres som klasse II. Det kan være hensiktsmessig å benytte jord- og kortslutningssikker
1919 kabelforlegning mellom UPS og nedstrøms vern.

1920 Dersom kabling mellom UPS og batteripakke ikke er kortslutningssikret på annen måte, skal
1921 den utføres som jord- og kortslutningssikker forlegning.

1922 Nødstasjoner skal tilkoples nødstrømsforsyning. Det skal etableres dedikert kurs til hver
1923 enkelt nødstasjon. Dette gjelder også når nødstasjoner har interne vern og defineres som
1924 underfordeling.

1925 VEILEDING – Det refereres til TSF/TSFF Vedlegg I, pkt. 2.17.1 - 2 og pkt. 3.4

1926

1927 **11.8.1.1 Nødstrømsforsyning for Nødnett**

1928 Nødstrømsforsyning for nødnett skal sikre utstyret minimum 8 timers driftstid. Dette gjelder
1929 også infrastruktur som er nødvendig for at nødnettet skal fungere.

1930 Nødstrømsforsyning for nødnettrelatert utstyr skal gi følgende alarmer til utstyret for Nødnett:

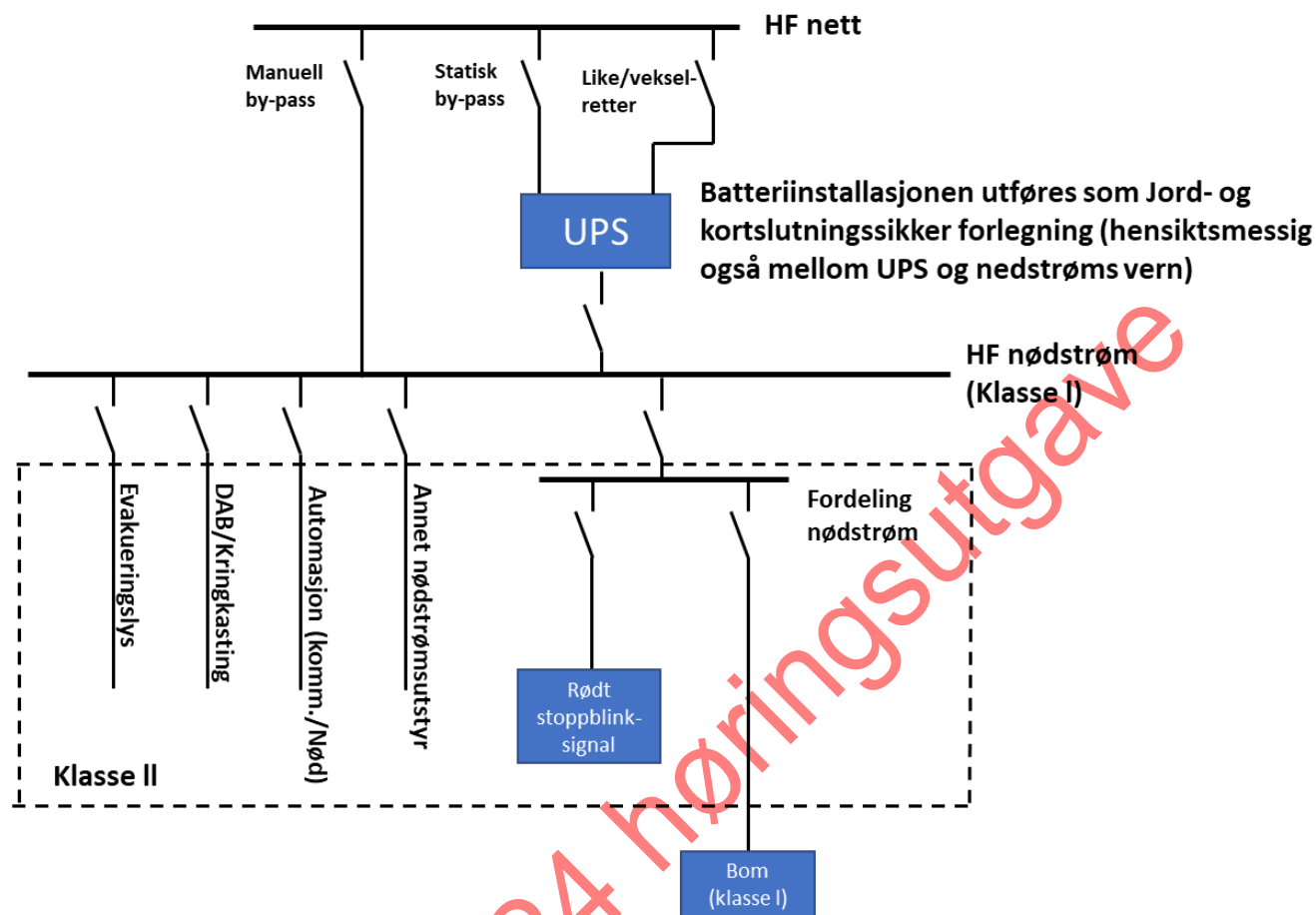
- 1931 • bortfall av spenning til nødstrømsforsyning;
- 1932 • feil på nødstrømsforsyning;
- 1933 • lavt batterinivå.

1934 Nødnett skal være forsynt med separat UPS og batterier.

1935 UPS for Nødnett med integrert batteripakke kan stå i rom for Nødnett. Batteripakker levert
1936 med pluggbar tilkobling til UPS regnes her som integrert.

1937 UPS skal sikre utstyret minimum 8 timers driftstid. Dette gjelder også infrastruktur som er
1938 nødvendig for at nødnettet skal fungere.

1939 Nødstrømssystemer for tunnel kan bygges opp i tråd med forsyningsprinsipp vist i Figur 11.1.



1940

1941 **Figur 11-1 – Eksempel på prinsipp for nødstrømssystem i vegtunneler**

1942 VEILEDNING - Fordelinger for nødstrøm bygges normalt ikke som funksjonssikre fordelinger. Det aksepteres at
 1943 underfordelinger av typen styreskap, fordeling for nødstasjoner og lignende ikke bygges funksjonssikre.
 1944 Forutsetning for dette er at de utrustes med egen tilførsel og at fordelingen kun forsyner utstyr internt i skap eller i
 1945 nærhet til skap. Med nærhet til skap menes det i dette tilfellet inntil 100 meter

1946 Eksempel på metoder som tilfredsstillende kravene til brannsikkerhet for ledningssystemer til
 1947 nødstrømssystemer, og til utstyr som skal fungere under en brann:

- 1948
- bruk av funksjonssikker kabel fra fordeling til tilkobling av utstyr; eller
 - bruk av kabel som ikke er funksjonssikker, men brannsikkert forlagt og tilstrekkelig adskilt fra andre kabler.
- 1949
- 1950

1951 11.8.2 Nødlis

1952 Rom med installert normalbelysning skal også ha nødlis. Allment belysningsutstyr skal
 1953 benyttes og nødlis skal tilfredsstillende NS1838 Nødbelysning. Der belysningen ikke er
 1954 tilstrekkelig til opplading av fluoriserende skilt skal det benyttes nødlisarmaturer.

1955 11.8.3 Sikkerhetsbelysning i tunnel og normalbelysning i bergrom og tekniske rom.

1956 Sikkerhetsbelysning i henhold til vegnormal N500 kan forsynes fra nødstrømssystemet
 1957 dersom det dokumenteres at feil på sikkerhetsbelysning eller forsyning til disse ikke gir
 1958 avbrudd i kurser for nødstrømssystem. Sikkerhetsbelysning og forsyning til disse anses ikke
 1959 som en del av nødstrømsforsyningen. Det innebærer at det ikke stilles generelle krav til
 1960 funksjonssikre kabler eller lysarmaturer til sikkerhetsbelysningen.

1961 Normalbelysning i bergrom og tekniske bygg bør forsynes fra nødstrømssystemet.
1962 Normalbelysning i bergrom og tekniske bygg og forsyning til disse anses ikke som en del av
1963 nødstrømsforsyningen. Det innebærer at det ikke stilles generelle krav til funksjonssikre
1964 kabler eller lysarmaturer til normalbelysningen.

1965 **11.8.4 Evakueringslys**

1966 De lystekniske egenskapene til sammenhengende evakueringslys skal være i samsvar med
1967 kravene i NMF01 Technical Specification, LED luminaires – requirements. Kravet til lysfluks
1968 per meter gjelder ut av armaturen. Sammenhengende evakueringslys monteres med
1969 redundant nødstrømsforsyning.

1970 NS EN 16276 skal benyttes for evakueringslys i vegtunneler.

1971 Evakueringsbelysning monteres i henhold til gjeldende versjon av N500. Følgende løsning er
1972 akseptabel for sammenhengende evakueringsbelysning i henhold til N500 2022:

1973 Evakueringsbelysningen deles inn i segmenter på maksimalt 150 meter. Et segment defineres
1974 som strømforsynt lys fra sekundærside på driver. Hvert segment skal være utstyrt med egen
1975 strømforsyning fra begge sider, disse etableres i et tilkoblingspunkt. Et tilkoblingspunkt
1976 defineres som punktet hvor drivere for to segmenter monteres (en for hver retning). Ved
1977 bortfall av forsyning fra en side skal hele segmentet lyse med tilfredsstillende styrke med
1978 henvisning til NMF01.

1979 Eksempler på anerkjente forsyningsprinsipper:

- 1980 • egne kurser fra nødstrømsfordeling i teknisk rom til hvert tilkoblingspunkt (stjernestruktur);
- 1981 • to kurser fra nødstrømsfordeling som forsyner annethvert tilkoblingspunkt (stigestruktur);
- 1982 • forsyning fra nødstasjon (SOS) (Forutsetter at nødstasjoner er forsynt med
1983 stjernestruktur).

1984 **11.8.5 Nødstyrepanel**

1985 **11.8.5.1 Generelt**

1986 I tunnel der det monteres nødstyrepanel ved tunnelmunninger for stenging av tunnel, styring
1987 av lys, ventilasjon, bomber etc. henvises det til tillegg 16.5 (informativt).

1988 **11.8.5.2 Utforming**

1989 Betjeningsknapper på nødstyrepanel skal være impulsknapper utstyrt med lys og skal gi reel
1990 tilbakemelding i sanntid. Det skal benyttes LED lamper med høy lysintensitet. Lysene
1991 indikerer status til kommando og tilstand.

1992 Når en kommandoknapp betjenes skal den begynne å blinke, for så å lyse fast når kommando
1993 er utført.

1994 **11.9 Tekniske bygg**

1995 For tekniske bygg tilhørende tunnel vises det til krav gitt i vegnormal N500 Vegtunneler. Som
1996 standard løsning bør tekniske bygg plasseres med maksimal innbyrdes avstand inntil 1200
1997 meter.

1998 For nettstasjon og jordingssystem i tekniske bygg vises det til REN-blad nr. 6004. Tekniske
1999 rom og fordelingsrom skal ha temperatur tilpasset det utstyret som skal installeres. Inneklima
2000 skal være i samsvar med «normale forhold» iht. NEK 400:2022-5-51, tabell 51A, uten
2001 forekommende korrosive eller forurensende stoffer og med ubetydelig mengde støv slik at
2002 utstyr med kapslingsgrad IP2X kan benyttes.

- 2003 Alle rom, foruten nettstasjon, batterirom og evt. rom for generator skal ha
2004 datagulv/innstallasjonsgulv med tilstrekkelig styrke for den lasten det skal bære. Gulvet skal
2005 være dimensjonert for de påkjenninger som det vil utsettes for ved inn- og uttransportering av
2006 utstyr. Høyde underkant datagulv/innstallasjonsgulv skal være minimum 0,6 m over fast dekke.
2007 Datagulvet skal være i henhold til NS-EN12825 og monteres slik at fordelinger er understøttet
2008 i bredde og dybde. Datagulvet skal avsluttes foran fordelingene slik at det kan åpnes helt inn
2009 til disse. Gulvet skal tilpasses miljøet det blir montert i.
- 2010 Det skal monteres servicetelefon med tastatur og direktelinje til VTS i tilknytning til tekniske
2011 bygg. I tunneler hvor teknisk bygg er plassert i et bergrom skal servicetelefon plasseres i skap
2012 på vegg utenfor teknisk bygg. Rom i tekniske bygg i tunnelrom og i dagen skal være utstyrt
2013 med servicetelefon.
- 2014 MERKNAD – Kravet gjelder også mindre tekniske bygg, f.eks. i forbindelse med pumpeanlegg
- 2015 Når tunnel nødstoppes, eller ved en hendelse, skal personell i tekniske rom varsles med
2016 takmontert blinkende rød varselampe og lokalt avstillbart akustisk signal. Dette gjelder
2017 bergrom og alle rom i tekniske bygg tilhørende tunnel (også i dagen), samt i øvrige tekniske
2018 bergrom som pumpestasjoner.
- 2019 Akustisk signal skal være minimum 60 dB. Ved rød blinkende lampe skal det være varselkilt
2020 med hvit tekst og rød bakgrunn "Hendelse, Kontakt VTS".
- 2021 MERKNAD - Med bergrom i dette tilfellet menes rom hvor personell vil oppholde seg over tid for å utføre drift og
2022 vedlikeholdsoppgaver
- 2023 VEILEDNING - Følgende løsninger for oppkobling mot kontrollsentral aksepteres:
- 2024 • telefon styres med hurtigtast for oppringing til kontrollsentral;
- 2025 • telefon settes opp slik at «rør av» gir automatisk oppringing til kontrollsentral dersom ingen knapp trykkes innen 5
2026 sekunder.
- 2027 **11.10 Brannsikkerhet**
- 2028 Gjennomføringer hvor det er krav til branntetting skal utrustes med min 2 stk. ekstra
2029 branngjennomføringsrør minimum Ø 75mm. Hver branntetting skal merkes med firma,
2030 brannklasse, dato og signatur. Merkingen skal utføres i varig utførelse. "Som bygget" tegning
2031 av utførte branntettinger leveres med FDV-dokumentasjon. Branntettingen skal ligge rundt
2032 hver enkelt kabel og være støvtett.
- 2033 Ekom, normalstrøm, nødstrøm og høyspent kabler skal ha fysisk adskillelse inn og ut av
2034 teknisk rom/bygg for å oppnå driftssikkerhet ved feil og brann.
- 2035 Kabelklasse 1 og 2 skal ikke føres gjennom tekniske rom hvor de ikke skal tilkobles.
- 2036 Brannvarsling:
- 2037 Rom i tekniske bygg skal utstyres med detektor tilknyttet et adresserbart
2038 brannvarslingsanlegg. Brannvarslingsanlegget skal tilfredsstillende kravene i NS 3960 og være
2039 koblet til styringssystemet mot overvåkningssentral slik at operatør som minimum får varsel
2040 om i hvilke bygg alarm er utløst.
- 2041 MERKNAD – Det etableres en avtale med nettselskapet om drift og vedlikehold av brannmelder i nettstasjon
- 2042 Alle tekniske bygg skal ha minimum en manuell brannmelder.
- 2043 **11.11 Overvåkingssystem**
- 2044 Analyser av alarmfrekvens gir en god indikator for den generelle helsetilstand til systemet.

2045 Anbefalt gjennomsnittlig frekvens i tabell 5 pr operatør er basert på data gjennom en periode
2046 på en måned. Frekvensene i tabellen er basert på en operatørs evne og tiden som er
2047 nødvendig for å registrere en alarm (hendelse), diagnostisere situasjonen, svare ut med riktig
2048 handling og overvåke tilstanden.

2049 Maksimalt akseptabel alarmfrekvens kan være betydelig lavere, eller kanskje litt høyere,
2050 avhengig av disse faktorene. Alarmfrekvensen alene er ikke en indikator for aksept.

2051 MERKNAD – For krav til overvåkningsfunksjoner henvises det til TSF-vedlegg I-2.14

2052 Obligatoriske trafikale funksjoner for automatisk hendelsesdeteksjon (AID) er:

- 2053 • Kjøretøy stanset;
- 2054 • Brann i tunnelrom.

2055 Funksjoner utover minimumskrav avklares gjennom en risikovurdering.

2056 Prioritert informasjon fra anlegget til VTS skal vurderes i hvert enkelt tilfelle.

2057 MERKNAD – N601 stiller krav til at VTS ivaretar det totale kommunikasjonsvolum fra anleggene

2058 **11.12 Ventilasjon/kjøling av tekniske rom**

2059 Rom i tekniske bygg skal ha en driftstemperatur tilpasset det utstyret som skal installeres.

2060 Der det installeres klimaanlegg for å holde kravet til driftstemperatur, skal det være et system
2061 for automatisk varsling hvis klimaanlegget faller ut, og dersom driftstemperaturen er utenfor
2062 intervallet 5°C til 25°C. Der det under nøddrift er nødvendig med klimaanlegg for
2063 nødstrømsrom, rom for ekom og der automasjonsutstyr for nødstrømssystemer er montert,
2064 skal klimaanlegget ha nødstrømsforsyning.

2065 Inne del av klimaanlegget bør plasseres over inngangsdør med kondensrør til avløp/ut,
2066 kondensrør skal være frostbeskyttet. Styringspanel for lokalt klimaanlegg skal være
2067 fastmontert ved inngangsdør. Det skal henges opp bruksanvisning for systemet.

2068 **11.13 Ventilasjon i tunnel**

2069 Ventilatorer skal ha separat sikkerhetsbryter lokalt plassert ved vifte, ikke montert på vifte.
2070 Sikkerhetsbryter og kapsling skal være i samme brannklasse som ventilatorer, se vegnormal
2071 N500.

2072 Viftene skal utjevnes lokalt mot tilleggsutjevningsforbindelse forlagt på stige eller vegg.
2073 Ventilasjonsanlegg i tunnelen skal kunne styres fra nødstyreskap utenfor tunnelen.

2074 I tillegg til automatikk skal ventilatorer kunne startes og stoppes ved bruk av vender i front av
2075 ventilasjonsfordeling i tekniske rom. Det skal benyttes styring som er uavhengig av
2076 automasjonssystemet.

2077 Det skal være mulig å styre ventilatorer enkeltvis. Ventilatorer skal merkes slik at de kan
2078 identifiseres fra vegbanen. Ventilatorer skal utstyres med analog vibrasjonsmåler tilknyttet
2079 anleggets overvåkingsanlegg.

2080 Der samlet startstrøm kan føre til utkobling av oppstrøms vern for ventilatorer ved samtidig
2081 innkobling, skal oppstart for ventilatorene koordineres.

2082 Ventilatorer skal ha vern mot overbelastning. Ved innstilling av vern skal det tas hensyn til at
2083 motorstrømmen går opp ved høgtrykk og lav lufttemperatur. Verdiene oppgis av
2084 vifteprodusent.

2085 Vernet skal velges med minimum trippklasse 10. Det anbefales at vernet som velges har
2086 valgbar trippklasse 10, 20 og 30. Ved bruk av termistor i motorviklingene som eneste
2087 overbelastningsbeskyttelse gjelder ikke kravet til trippklasse.

2088 Justerbare vern til ventilatorer skal velges slik at de ikke må justeres til vernets maksimums-
2089 eller minimumsverdi. Justerbare termiske vern til ventilatorer bør velges slik at innstilt verdi
2090 blir mellom 20- 80 % av vernets innstillingsområde.

2091 Det skal dokumenteres full selektivitet for ventilatorer i tunneler.

2092 Ved valg av motorstarter skal det påseses at utstyr i motorstarteren er koordinert iht. NEK EN
2093 60947-4 -1 og tåler startstrømmen fra tapsfattede motorer med IE-klassifisering.

2094 Motorstartere og ventilatorer skal dimensjoneres for minimum 10. start pr. time.

2095 VEILEDNING – Startene fordeles jevnt over en time. Også ved endring av dreieretning er det viktig at ventilatoren
2096 får nødvendig kjøletid før motsatt dreieretning startes

2097 **11.14 Pumpeanlegg i tunnel**

2098 Ved valg av pumper henvises det til vegnormal N500 Vegtunneler. Det bør brukes flere
2099 mindre pumper istedenfor få og store, løftehøyde bør ikke overskride 80 m. Pumpeanlegg skal
2100 dimensjoneres med 50 % reservekapasitet. Det skal brukes standardiserte pumper.

2101 MERKNAD – Med pumpeanlegg menes motor, pumpe, styreorganer og rør

2102 Vanntrykk og volumstrøm som kan få konsekvenser for trafikksikkerhet grunnet vann på
2103 veibanen skal overvåkes av VTS.

2104 Der det benyttes parallellkoblede pumper skal driften av disse alterneres slik at driftstid blir
2105 tilnærmet lik over tid.

2106 Det skal dokumenteres full selektivitet for pumpeanlegg i undersjøiske tunneler, tunneler med
2107 lavbrekk og innlekkasje samt der det er fare for vanninnløp ved flom.

2108 Teknisk rom eller fordeling for pumpeanlegg i tunnel bør plasseres minimum 1 m over
2109 veibanens lavbrekk.

2110 **12 Veg- og tunnelbelysning – elektrotekniske krav**

2111 **12.1 Generelt**

2112 MERKNAD – Vegbelysning i dagen planlegges og bygges etter forskrift om elektriske forsyningsanlegg (FEF) med
2113 veiledning, og NEK 400. Dette gjelder også der veglysanlegget i dagen føres gjennom og belyser korte tunneler.
2114 Tunnelbelysning bygges etter forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (FEL) og NEK 400. Dette gjelder også for
2115 veglysanlegg i eventuelle overgangssoner på utsiden av tunneler og andre veglysanlegg utenfor, som er forsynt fra
2116 tunnelen

2117 Lysarmaturer kan være bygget for 400 V fase-fase forsyning.

2118 MERKNAD – Dette reduserer behovet for distribusjon av N-leder og eliminerer tap i N-leder grunnet
2119 trippelharmoniske strømmer

2120 **12.2 Ytre påvirkninger**

2121 Vern i mast skal monteres i en boks med kapslingsgrad minimum IP 44. Klemmer skal ha en
2122 kapslingsgrad på minimum IP 23. Klemmene skal være fettfylte etter montering.

2123 Det skal gjøres tiltak for å hindre jordvarme fra å stige opp i mast.

2124 12.3 Tilgjengelighet

2125 Vern, trafoer, forkoblingsutstyr og koblingsbokser etc. bør ikke plasseres under bakken.

2126 12.4 Beskyttelsestiltak ved feil

2127 For veglysanlegg i dagen kan det aksepteres utkoblingstid inntil 5 sekunder ved kortslutning
2128 og jordslutning, dersom det installeres strømstyrt jordfeilvern på kursen.

2129 Ved bruk av strømstyrt jordfeilvern, bør det monteres ett strømstyrt jordfeilvern for hver
2130 veglyskurs. Alternativt kan det monteres et strømstyrt jordfeilvern for hver mast (kombinert
2131 overstrømsvern og jordfeilvern).

2132 Strømstyrt jordfeilvern skal velges ut fra følgende kriterier:

- 2133 • vurdering av anleggets normale lekkasjestrømmer;
- 2134 • være korttidsforsinket og støtstrømsikker opptil 3 kA;
- 2135 • merkeutløsestrøm ikke mindre enn dimensjonerende jordfeilstrøm oppgitt av netteier ID/4
2136 (IT-nett);

2137 MERKNAD – Beskyttelsesmetode i henhold til NEK 400-4-41, avsnitt 411, 412, 413 og 414 kan benyttes

2138 For fordelinger bør det vurderes meldekontakt på dører.

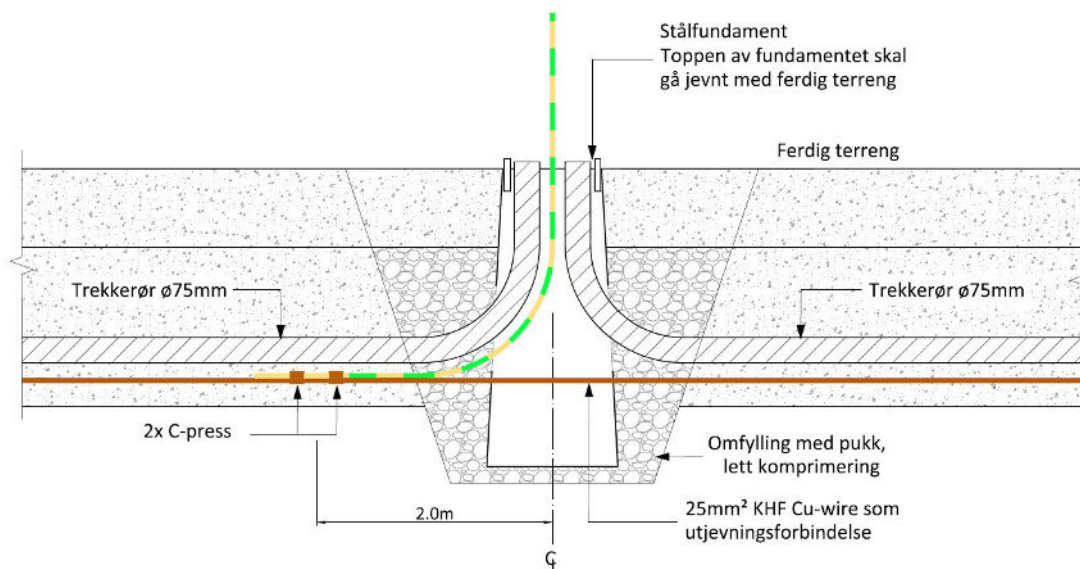
2139 12.5 Jording

2140 Jordingsanlegg skal sikre at kravene til maksimal berøringsspenning ikke overstiges.

2141 Som utjevningsforbindelse i IT- og TT-system, skal det legges blank jordledning, minimum 25
2142 mm² Cu i grøft sammen med veglyskabelen (figur 12.1). I grøft ved mastefot monteres det en
2143 enleder 25 mm² Cu med gulgrønn lederisolasjon som avgreining til mast. Avgreiningen utføres
2144 som dobbel C-press med avstand 10 cm og 180° vridd, og føres opp i mast og tilkoples
2145 jordingsklemmen i koblingsluken. Veglyskabelens jordleder tilkobles den samme klemmen.
2146 Det er ikke behov for slik avgreining i anlegg hvor beskyttelsestiltaket dobbel eller forsterket
2147 isolasjon i samsvar med NEK 400:2022-4-41, avsnitt 412 er benyttet. Avgreininger skal være
2148 utført som parallellskjøt.

NEK 600:2024 høring utgave

Snitt - mastefundament
Viser prinsipp for jording og trekkerør i lysmast



2149

2150 **Figur 12-1 – Eksempel på jording for IT- og TT-systemer. Fundament monteres etter**
2151 **fabrikantens anvisning.**

2152 MERKNAD 1 – Tegningen er ikke i målestokk

2153 MERKNAD 2 – Montering av mast og fundament gjøres iht. fabrikantens montasjeveiledning

2154 12.6 Kabler

2155 Rør for veglyskabler skal minimum ha dimensjon $\text{Ø } 75 \text{ mm}$. Det skal benyttes rette rør med
2156 glatte rørvegger av PP/PE/PVC-rør SN8. På korte strekninger $< 6 \text{ m}$, der det er nødvendig å
2157 bruke bøybare trekkerør, kan det benyttes dobbeltvegget rør på kveil. Unntak for rør innstøpt i
2158 konstruksjoner, f.eks. i ferjekai og bru og i evt. ferdigstøpte fundamenter.

2159 Kablene skal i byggeperioden være endeforseglet med endehette til enhver tid. Kabler med
2160 felles ytre kappe og som er avsluttet i mast, skal være utført med kabelskritt. Unntak fra dette
2161 kan være kabling internt i mast hvis forholdene tilsier det.

2162 Bruk av jordleder (gul/grønn) som nøytraleder i TN-S systemer ved å endre merking i ender
2163 av kablen og bruk av separat jordleder er ikke tillatt. Det skal som minimum benyttes
2164 tverrsnitt $16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}/25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$. Ved oppføring i mast føres kablen i sløyfe over
2165 masteinnsatsen i masteluke. Masteinnsats skal være bestykket med to-polet automatsikring.
2166 Antall kabler for tilkobling i mast skal tilpasses valg av mast og klemmer, men det skal
2167 maksimalt benyttes 3 stk. kabler ved 25 mm^2 og 2 stk. kabler ved 50 mm^2 per mast. Det gis
2168 unntak for små veglysanlegg, og i spesielle anlegg som parkbelysning, mindre gang- og
2169 sykkelveggbelysning og lignende.

2170 Ved bruk av luftstrek skal isolerte selvbærende hengeledninger type EX med minimum
2171 tverrsnitt $25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ benyttes.

2172 Luftledninger i stålmaster bør ikke benyttes som fast installasjon. Ved bruk av luftstrek skal
2173 isolerte selvbærende kabler med minimum tverrsnitt $16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}/25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ benyttes. Dersom
2174 luftstrek benyttes i IT eller TT fordelingsnett, skal det etableres egen potensialutjevnings
2175 jordelektrode ved hver mast.

2176 Kabler forlagt i jord skal være heltrukne uten skjørt, med unntak av reparasjoner etter skader.

2177 12.7 Vern

2178 Overstrøm i mast eller armatur bør ikke føre til utkobling av hele kursen. Det skal
2179 dokumenteres selektivitet opp til 1500 A mellom vern i mast og nærmeste oppstrøms vern.

2180 12.8 Krav til veglysmaster og fundament

2181 Lysmaster skal være produsert og dimensjonert etter kravene i NS-EN 40 i eget anerkjent
2182 dimensjoneringsprogram. Ettergivende master skal i tillegg være testet og godkjent etter NS-
2183 EN 12767 "Ettergivende konstruksjoner for vegutstyr - Krav, klassifisering og
2184 prøvingsmetoder". For Norge skal alle dimensjonerende vindlaster være hentet i nasjonalt
2185 bilag i NS-EN 1991-1-4 Eurokode 1. Master skal dimensjoneres på tilsvarende måte etter det
2186 spesifikke lands vindstandard hvis de kommer fra et annet land enn montasjeland.

2187 MERKNAD – Når det gjelder godkjent produktfamilie for ettergivende master gir NS-EN 12767 en mulighet – under
2188 visse betingelser - til å øke maks høyde på master noe

2189 12.9 Krav til belysningsanlegg

2190 Der luxmåler/luminansmåler benyttes skal denne ha en kapslingsgrad på minimum IP 65 med
2191 utgangssignal tilpasset det styringssystemet som benyttes. Ved utvidelse av eksisterende
2192 veglysanlegg skal utgangssignalet til eventuelt ny luxmåler/luminansmåler tilpasses det
2193 eksisterende styringssystemet.

2194 Krav til luxmålers måleområder:

- 2195 • vegbelysning: 0 – 100 lux;
- 2196 • samlet nøyaktighet skal være maksimalt +/- 3 % av skala;
- 2197 • temperaturområde – 40 til + 50°C.

2198 Luxmåler for vegbelysning bør monteres vertikalt (helst nordvendt) og skal monteres slik at
2199 uønsket innstråling fra lys fra kjøretøy unngås.

2200 Det anbefales at belysningsanlegget tenner og slukker ved ca. 20 lux. Styresystemet skal
2201 ivareta en forsinkelsesfunksjon som hindrer lyset i å slukke kort tid etter tenning.

2202 Luminansmåler inkludert eventuell ekstern styreboks utføres med minimum IP65.
2203 Signaloverføringen baseres på frekvens, 4-20 mA signal eller digitalt signal og målområde
2204 100-8000 cd/m² (endring av grense for maksimalt måleområde kan justeres hvis analyse av
2205 stedlige forhold viser lavere maksimal adaptasjonsluminans).

2206 For tunnel skal luminansmåleren peke mot tunnelmunningen i en avstand likt målepunkt for
2207 adaptasjonsluminansen. Måleren plasseres fortrinnsvis i/på portal sentrisk over kjørefelt(ene)
2208 i retning mot tunnelmunningen med senter synsakse midt i munningen 1,5 m over kjørebane.
2209 Der hvor det ikke er portal over vegen plasseres måleren på 5 m høy separat mast på høyre
2210 side av kjøreretningen.

2211 Masten plasseres fortrinnsvis ikke lenger ut til siden enn 3 m fra hvit kantlinje. Ved avvik i
2212 avstand fra tunnelmunning, høyde over kjørebane eller sidevegs plassering må
2213 dekningsområdet for L20 justeres slik at denne blir tilsvarende som for angitt plassering.

2214 Måleren skal fungere automatisk ved oppstart etter et eventuelt midlertidig strømbrudd.
2215 Luminansmåler bør ha innebygd termostatstyrt varmeelement.

2216 Luminansmålingen utføres etter L20 metoden med cd/m² som måleenhet. Målenøyaktigheten
2217 anbefales å være ± 5 % innenfor det aktuelle måleområdet.

2218 Fordelingsskapene skal være utstyrt med vendere med stillingene PÅ – AV – AUTO med
 2219 «AV» i midtstilling.
 2220

2221 **13 Vegbelysning – Lystekniske krav**

2222 **13.1 Generelt**

2223 Veg- og gatebelysning har ett hovedformål: trafiksikkerhet. Belysning settes opp for å
 2224 redusere antall ulykker som skyldes vanskelige synsforhold på den mørke tiden av døgnet.
 2225 Framfor alt ønsker man å beskytte fotgjengere og syklister, som ofte påføres store
 2226 personskader ved ulykker. Erfaringer og statistiske undersøkelser viser at god belysning
 2227 reduserer faren for slike ulykker vesentlig. Vegbelysning innvirker også på andre faktorer,
 2228 som for eksempel framkommelighet, trivsel, trygghetsfølelse, kriminalitet og estetikk. Samtidig
 2229 er det et mål at veg- og gatebelysningen ikke forbruker mer energi enn nødvendig.

2230 Krav til veg- og gatebelysning er gitt i vegnormal N100 Veg- og gateutforming. Statens
 2231 vegvesens håndbok R310 Trafiksikkerhetsutstyr definerer material- og funksjonskrav til
 2232 trafikkutstyr og «NMF01: LED luminaires – requirements» angir gjeldende krav til armaturer.
 2233 Belysningsanlegg skal ha utførelse iht. kravene gitt i vegnormal N601 Sikkerhetskrav for
 2234 elektriske anlegg i- og langs offentlig veg.

2235 For at belysningsleverandørene skal kunne foreta lysberegninger er det viktig at det blir
 2236 oppgitt et minimum med beregningsforutsetninger som legges til grunn for beregningen. Dette
 2237 for å sikre at alle leverandørene benytter de samme forutsetningene for at det skal være mulig
 2238 å sammenligne de forskjellige tilbudene. Som et minimum av beregningsforutsetninger skal
 2239 følgende oppgis:

2240 Utarbeide beregningsforutsetningene for belysningsanlegget, i dette inngår:

- 2241 • krav til belysningsklasse;
- 2242 • mastetype;
- 2243 • vegdekke;
- 2244 • kjørebanebredde;
- 2245 • vedlikeholdsfaktor;
- 2246 • plassering av master, mastehøyde og eventuelt bruk av utligger der det er krav til dette;
- 2247 • Utarbeide belysningsplan basert på blant annet tilgjengelig kartgrunnlag og veg geometri;
- 2248 • Vurdere estetikk og funksjonalitet ved linjeføring, lysfordeling, master og armaturer.

2249 VEILEDNING - I totalentrepriser kan beregningsforutsetningene utelukkes, men det må da presiseres at
 2250 entreprenøren må forelegge disse for byggherren for godkjenning før det foretas lysberegninger

2251 **13.2 Vegdekker**

2252 Tørre vegdekker deles inn i to dekkeklasser C1 og C2, der C1 er et lyst dekke tilsvarende
 2253 betong og C2 er et normalt mørkt asfaltdekke. For lysberegninger skal dekkeklasse C2
 2254 benyttes.

2255 **Tabell 13-1 – Dekkeklasser med faktorer for refleksjonsegenskaper**

Dekkeklasse	Visuelt inntrykk	Q ₀	Q ₀
		tørr	våt
C2	Tørt, mørkt	0,07	

W4	Vått		0,25
----	------	--	------

2256

2257 13.3 Vegbelysningsklasser

2258 Den belysningstekniske kvaliteten i et vegbelysningsanlegg beskrives ved hjelp av
2259 belysningsklasser, se kapittel 13.4. Til hver belysningsklasse settes det krav til følgende
2260 egenskaper:

- 2261 • lysnivå:
 - 2262 – gjennomsnittlig luminans fra kjørebanelen (L_m);
 - 2263 – gjennomsnittlig belysningsstyrke (E_m).
- 2264 • belysningens jevnhet:
 - 2265 – total jevnhet på tørt (U_o) og vått vegdekke (U_{ow});
 - 2266 – langsgående jevnhet på tørt vegdekke (U_l).
- 2267 • synsnedsettende blending (f_{TI});
- 2268 • belysning av omgivelsene (R_{EI});
 - 2269 – forholdet mellom belysningsstyrken utenfor og på kjørebanelen.

2270 Følgende faktorer er også avgjørende for belysningsanleggets kvalitet:

- 2271 • lyskilde (effekt, fargetemperatur, fargegjengivelsesindeks og levetid);
- 2272 • armatur og driver (lysfordeling, virkningsgrad);
- 2273 • geometri (vegbredder, masteavstand, lyspunkthøyde og lyspunktets avstand fra kantlinja);
- 2274 • vegdekke (refleksjonsegenskaper).

2275 13.4 Generelle krav til belysningsklasser

2276 Veglysanleggene skal være tilpasset den aktuelle strekningens bruk. Kravene til belysning vil
2277 derfor være avhengig av trafikkmengde, kjørehastighet, veggeometri, konflikter mellom ulike
2278 grupper av trafikanter m.v.

2279 Det skal benyttes følgende belysningsklasser i henhold til NS-EN 13201-2:2015 Road lighting
2280 — Part 2: Performance requirements. Ulike dimensjoneringsklasser for vegger og gater er
2281 beskrevet i vegnormal N100 Veg- og gateutforming.

2282 For norske forhold gjelder følgende belysningsklasser:

- 2283 M: For vegger og gater med fartsgrense 40 km/t og høyere.
- 2284 C: For vegger og gater med fartsgrense 30 km/t samt for områder med korte
2285 synsavstander (for eksempel kryss) eller andre faktorer som gjør det umulig å benytte
2286 M-klassene.
- 2287 P: For gang- og sykkelveger.

2288

2289 Ved dimensjonering av belysningen skal det foretas lysberegninger i henhold til NS-EN
2290 13201-3:2015 Road lighting — Part 3: Calculation of performance. Resultater fra
2291 lysberegninger skal dokumenteres at er i oversensstemmelse med ytelseskravene i NS-EN
2292 13201-2:2015 Road lighting — Part 2: Performance requirements.

2293 De lystekniske kravene er gitt til opprettholdt nivå over anleggets levetid. Anlegget må derfor
 2294 dimensjoneres slik at kravene er tilfredsstillt selv etter at designet/installert nivå er redusert
 2295 grunnet tilsmussing av armaturer og lystilbakegang i lyskilder/armatur. Det skal derfor
 2296 benyttes en vedlikeholdsfaktor (f_M) som tar høyde for lystilbakegang i lyskilde og armatur
 2297 (f_{LF}) og lystilbakegang på grunn av tilsmussing (f_{LM}). Beregning av vedlikeholdsfaktoren som
 2298 inngår i lysberegningene utføres iht. pkt. 16.3.21 (eller iht. tabell 13-9).

2299 **Tabell 13-2 – Belysningsklasser med tilsvarende lysnivåer**

Gjennomsnittlig luminans i cd/m²		2,00	1,50	1,00	0,75	0,50			
Klasser		M1	M2	M3	M4	M5			
	C0	C1	C2	C3	C4	C5			
				P1	P2	P3	P4	P5	P6
Gjennomsnittlig belysningsstyrke i lux	50	30	20,0	15,0	10,0	7,5	5,0	3,0	2,0

2300

2301 13.5 Belysningsklasser for vegger, gater og områder

2302 Der vegbelysning etableres skal belysningsklassene i M-serien brukes på vegger og gater med
 2303 fartsgrense 40 km/t eller høyere, se tabell 13-3.

2304 **Tabell 13-3 – Belysningsklasser i M-serien for vegger og gater med fartsgrense 40 km/t**
 2305 **eller høyere**

Klasse	Kjørebansens luminans			Syns- nedsettende blending		Belysning av omgivelsene
	Tørr tilstand			Våt tilstand	Tørr tilstand	
	Lm i cd/m ² (minimum opprettholdt nivå)	U _o (minimum)	U _l ¹⁾ (minimum)	U _{ow} ²⁾ (minimum)	f _{TI} ³⁾ (maksimum) %	R _{EI} ⁴⁾ (minimum)
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30

2306 MERKNAD 1 - Den langsgående jevnheten (U_l) gir et måltall på oppfattelsen av et gjentatt mønster av mørke og
 2307 lyse felter på vegoverflaten i lengderetningen og er bare relevant for lengre uavbrutte vegstrekninger og bør bare
 2308 benyttes i disse tilfellene. Verdiene i kolonnen er minimumsverdier for den respektive belysningsklassen, men
 2309 kravet kan økes hvis spesielle hensyn med tanke på vegutforming eller nærmere behovsanalyse skulle tilsi det

2310 MERKNAD 2 - Dette er det eneste kriteriet som er referert til våt veg, og er et krav som kommer i tillegg til jevnhet
 2311 på tørr veg

2312 MERKNAD 3 - Verdiene fastsatt i kolonne for f_{TI} er å anse som maksimum tillatte for den respektive
 2313 belysningsklassen

2314 MERKNAD 4 - Dette kriteriet (the edge illuminance ratio) erstatter tidligere SR og benyttes i de tilfeller hvor det
 2315 ikke er noen trafikkområder med egne belysningsanlegg direkte tilstøtende den aktuelle belyste vegen (f.eks.
 2316 fortau)

2317 Belysning av kjørebansen alene er utilstrekkelig for å synliggjøre vegens nærmeste omgivelser
 2318 og trafikanter ved vegkanten. Kravene til belysning av omgivelsene (R_{EI}) gjelder bare der det

2319 ikke er trafikkarealer ved siden av vegen som har egne belyningskrav (for eksempel fortau
2320 eller sykkelveg).

2321 Belysningsklassene i C-serien skal brukes i:

- 2322 • Gater/veger med fartsgrense 30 km/t;
- 2323 • Kryssområder;
- 2324 • Situasjoner med kortere naturlige synsavstander enn 60 m;
- 2325 • Svingete veg med $r < 200$ m;
- 2326 • Konfliktområder med fotgjengere, syklister og/eller motorisert trafikk;
- 2327 • Strekning med gangfelt, minst 50 m før og etter gangfelt;
- 2328 • Bysentra;
- 2329 • Boliggater.

2330 Se tabell 13-4.

2331 **Tabell 13-4 – Belysningsklasser i C-serien**

Klasse	Horisontal belyningsstyrke		
	E_m i lux (minimum opprettholdt)	U_0 (minimum)	f_{T1} Maksimum %
C0	50	0,40	15
C1	30	0,40	15
C2	20,0	0,40	15
C3	15,0	0,40	20
C4	10,0	0,40	20
C5	7,50	0,40	20

2332 Øvrige krav:

- 2333 • Det kan vurderes å gå opp en belyningsklasse i følgende områder:
 - 2334 – i konfliktområder og viktige og kompliserte kryss;
 - 2335 – på strekninger med vanskelige trafikkforhold;
 - 2336 – på strekninger med mange myke trafikanter eller forstyrrende lys fra omgivelsene.
- 2337 • Det skal ikke være større forskjell enn to relevante belyningsklasser mellom tilstøtende
2338 områder;
- 2339 • Belysningen skal dimmes i tidsrom hvor det er mindre belyningsbehov (for eksempel om
2340 natten).

2341 Eksempler på konfliktområder kan være komplekse kryss, rundkjøringer, sentrumsgater,
2342 områder med kø og fergekaier. Dette er områder der luminansberegninger ikke kan
2343 gjennomføres i henhold til retningslinjene, dvs. der hvor observasjonsavstanden er
2344 kortere enn 60 m og hvor det er mange relevante observasjonsretninger.

2345 **13.5.1 Overgangssoner**

2346 Et lysanlegg skal ikke startes eller avsluttes på trafikkmessig farlige punkter som for
2347 eksempel like før et vegkryss, gangfelt, skarp sving, bakketopp eller tunnel.

2348 Det skal benyttes overgangssoner for klasse M1, M2 og for tilsvarende C-klasser ved
2349 avslutning mot ubelyst veg. Overgangssonen skal ha et luminansnivå på minimum klasse
2350 M5/C5 og en utstrekning lik stoppsikt som gitt i tabell 13-5.

2351 Lyspunkthøyde, masteavstand og armaturens avskjerming beholdes uforandret.

2352 Tabell 13-5 angir overgangssonens minste lengde ved ulike fartsgrenser.
2353 Overgangssonen avsluttes i et punkt som ligger en halv lyspunktavstand etter siste
2354 lyspunkt med fullgod belysning.

2355 **Tabell 13-5 – Overgangssonens minste lengde (lik stoppsikt)**

Fartsgrense (km/t)	Overgangssonens minste lengde (m)
30	20
40	30
50	45
60	65
70	95
80	115
90	160
100	190
110	227

2356

2357 13.6 Belysningsklasser for gang- og sykkelveger

2358 Belysningsklassene i P-serien brukes for fortau, gangveger, gang- og sykkelveger og
2359 andre områder som ligger separat eller langs en kjørebane eller på parkeringsplasser.
2360 Belysningsstyrken beregnes horisontalt. Se tabell 13-6.

2361 **Tabell 13-6 – Belysningsklasser i P-serien for gang- og sykkelveger**

Klasse	Horisontal belysningsstyrke			Tilleggskrav til vertikal belysningsstyrke hvis relevant	
	E_m [lux] ¹⁾ (minimum opprettholdt)	E_{min} [lux] (oppretholdt)	f_{TI} (maksimum) %	$E_{v,min}$ [lux] (oppretholdt)	$E_{sc,min}$ [lux] (oppretholdt)
P1	15,0	3,00	20	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	25	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	25	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	30	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	30	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	35	0,6	0,2

2362

2363 For å sikre god jevnhet skal den beregnede verdien for E_m ikke overstige 1,5 ganger E_m
2364 angitt for belysningsklassen.

2365 Hvis lysberegningene viser at gjennomsnittsnivået ligger en klasse over følges kravene
2366 for denne klassen. For sykkelveger med stor trafikk se tabell 13-8.

2367 $E_{v,min}$ = vertikal belyningsstyrke og måles 1,5, m over dekke.

2368 $E_{sc, min}$ = semisylindrisk belyningsstyrke og måles 1,5 m over dekke.

2369 **13.7 Blending**

2370 Vegbelysningen skal ha en slik utforming at den ikke blander trafikantene, og det skal
2371 utføres blendingskontroll for enhver belyningsssituasjon. På gjennomgående veger og i
2372 konfliktområder på en gjennomgående veg skal blendingskontrollen utføres ved beregning
2373 av f_{TI} i samsvar med NS-EN 13201 – 3. Kontrollmåling av f_{TI} utføres i samsvar med NS-
2374 EN 13201 – 4. Krav til maksimum f_{TI} er gitt i tabell 13.3, 13.4 og 13.6.

2375 I situasjoner hvor det er grunn til å tro at synsnedsettende blending fra tilstøtende anlegg kan
2376 være problematisk, skal armaturer fra disse lyanleggene tas med i blendingsberegningene
2377 for veganlegget.

2378 VEILEDNING - Det finnes to typer blending, ubehagsblending og synsnedsettende blending – se også kap
2379 16.3.5 for veiledning

2380 **13.8 Etablering av vegbelysningsanlegg**

2381 Gater skal belyses. I boligområder med liten trafikk og lavt fartsnivå er også hensynet til
2382 sosiale funksjoner, trivsel, tilgjengelighet og allmenn sikkerhet viktig.

2383 Vegbelysning anbefales ellers også etablert når sparte samfunnsøkonomiske kostnader
2384 oppveier kostnadene til anlegg og drift av belyningsanlegget.

2385 **13.8.1 Krav om belysning**

2386 For nye veger er kravene om belysning for de ulike dimensjoneringsklassene vist i tabell 13-7.

2387 **Tabell 13-7 – Krav til belysning på nye veger**

Dimensjonerings- klasse	ADT (kjt/døgn)	Farts- grense (km/t)	Veg- Bredde (m)	Krav om belysning
H1	< 6 000	80	9	Ikke krav om belysning
H5	6 000 – 12 000	90	12,5/15	Krav om belysning
H3	>12 000	110	23	Krav om belysning
Hø1	<4 000	80	7,5	Ikke krav om belysning
Hø2	< 12 000	60	7,5	Krav om belysning dersom ADT>1 500
L1	< 1500	80/60	7,5	Ikke krav om belysning
L2	< 300	50	3,5-4,5	Ikke krav om belysning

2388 Krav om belysning er gitt for hver dimensjoneringsklasse. I tillegg skal følgende steder
2389 belyses for å redusere ulykkesrisikoen i mørket:

- 2390 • gangfelt (belyses etter et av to prinsipper, intensivbelysning eller forsterket belysning)
- 2391 • kryssende gang- og/eller sykkelveger

- 2392 • kryss med fysisk kanalisering i hovedvegen
- 2393 • rundkjøringer
- 2394 • fergeleier
- 2395 • etablerte viltkryssinger i plan med vege, for eksempel åpninger i et viltgjerde
- 2396 • Gang- og sykkelvegunderganger
- 2397 • korte strekninger (< 500 m) mellom belyste strekninger, for å få sammenheng i belysningen
- 2398 • veger med parallelført gang- og sykkelveg
- 2399 • gang- og/eller sykkelveger som ikke følger hovedvegen
- 2400 • planskilte eller oppmerkede kanaliserte kryss med stor kompleksitet
- 2401 • strekninger med mye kryssende vilt og viltkryssinger i plan
- 2402 • bruer med lengde ≥ 100 m uten fysisk skille mot gang- og sykkeltrafikk
- 2403 • kjettingplasser og kontrollplasser
- 2404 **13.8.2 Belysning av eksisterende veg**
- 2405 Mange eksisterende veger trenger belysning på grunn av risikosituasjone eller fordi det ferdes
- 2406 gående og syklende langs vegen.
- 2407 I tillegg til kravene i kapittel 13.8.1, skal følgende strekninger vurderes belyst:
- 2408 • veger med fartsgrense ≤ 60 km/t og ÅDT $\geq 1\ 500$;
- 2409 • veger med fartsgrense ≥ 70 km/t og ÅDT $\geq 6\ 000$;
- 2410 • veger med gang- og sykkeltrafikk hvor det ikke er gang- og sykkelveg.
- 2411 **13.8.3 Valg av belysningsklasser**
- 2412 Belysningsklasse skal velges i henhold til tabell 13-8.

2413

Tabell 13-8 – Valg av belyningsklasse

Landeveg / Motorveg uten midtdeler	ÅDT >12000	M1
	ÅDT 6000 - 12000	M2
	ÅDT 2500 - 6000	M3
	ÅDT 500 - 2500	M4
	ÅDT < 500	M5
Landeveg / Motorveg med midtdeler	ÅDT >12000	M2
	ÅDT 6000 - 12000	M3
	ÅDT 2500 - 6000	M4
	ÅDT 500 - 2500	M5
	ÅDT < 500	M5
By, tettsted, bolig-gater ^{a)}	ÅDT >12000	C1
	ÅDT 6000 - 12000	C2
	ÅDT 2500 - 6000	C3
	ÅDT 500 - 2500	C4
	ÅDT < 500	C5
Vegkryss	Tilsvarende C-klasse som tilstøtende veg med høyest belyningsklasse	
Fergeleie	Oppstillingsplass med billettsalg	C0
	Fergeleie / kaiområde	C1
	Oppstillingsplass og kjøreområde	C3
Tollstasjoner / kontrollplasser	Manuelt betjeningsområde	C0
	Automatisk betjeningsområde	C1
	Oppstillingsplass og inn-/utkjøring	C3
	Kjettingplasser	C4
Bussterminaler Parkeringsplasser ^{b)} Torg ^{b)} Lommer	Bussterminaler	C2
	Parkeringsplasser med stor trafikk ^{b)}	C2
	Parkeringsplasser med middels trafikk ^{b)}	C3
	Parkeringsplasser med liten trafikk ^{b)}	C4
	Rasteplasser og holdeplasser på ubelyst veg	C5
	Rasteplasser og holdeplasser på belyst veg ^{c)}	
Tunnel/kulvert for gang- og sykkeltrafikk	Belysning på dagtid ^{d)}	C3
	Belysning om natten	C5
Gang- og sykkelveger	Separate gang- og sykkelveger med stor trafikk	P2
	Separate gang- og sykkelveger med middels trafikk	P3
	Separate gang- og sykkelveger med liten trafikk	P4
	Gang- og sykkelveg som ligger langs kjøreveg ^{e), f)}	

MERKNAD:

^{a)} Ved fartsgrense 40 km/t eller lavere, tillates det å gå ned en belyningsklasse

^{b)} For parkeringsplasser og torg, kan NS-EN 12464-2 vurderes benyttet i stedet for belyningsklasser fra NS-EN 13201

e) Rasteplasser og holdeplasser på belyst veg skal ha lysnivå ikke lavere enn ett belyningsstyrkenivå ned i forhold til den ordinære vegbelysningen

d) Ved stor grad av sykkeltrafikk med høy hastighet, og der gående og syklende ikke er adskilt, skjerpes kravet med 2 belyningsklasser på dagtid

e) Gang- og sykkelveg som ligger langs belyst kjøreveg skal ha lysnivå ikke lavere enn to belyningsstyrkenivåer ned i forhold til den ordinære vegbelysningen

f) Dersom gang- og sykkelvegen ligger minst en kjørefeltbredde unna kjørevegen (dog ikke mindre enn 3m), anses gang- og sykkelvegen å ligge separat

2414 Ved valg av belyningsklasse gjelder følgende:

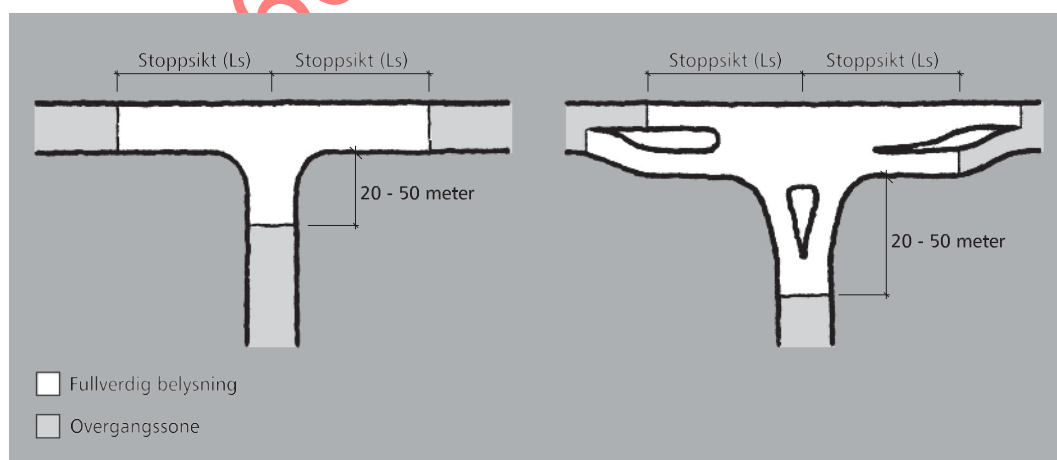
- 2415 • Det skal vurderes å gå opp en belyningsklasse i følgende områder:
 - 2416 – i konfliktområder, som tilrettelagt kryssinger eller viktige/kompliserte kryss;
 - 2417 – på strekninger med vanskelige trafikkforhold;
 - 2418 – på strekninger med mange myke trafikanter eller forstyrrende lys fra omgivelsene.
- 2419 • Det skal ikke være større forskjell enn to relevante belyningsklasser mellom tilstøtende
 - 2420 (med tilstøtende menes avstanden fra hvit kantlinje tilsvarende en kjørefeltbredde, dog
 - 2421 ikke mindre enn 3,0 m) områder. Eksempel: En gang- og sykkelveg langs en kjøreveg
 - 2422 belyses tilstrekkelig i forhold til den mye sterkere belysningen på kjørevegen;
- 2423 • På strekninger med flere tunneler tett etter hverandre vurderes det å tilpasse vegens
 - 2424 luminansnivå om natten til luminansnivået i tunnelene;
- 2425 • Belysningen nedreguleres i tidsrom hvor det er mindre belyningsbehov.

2426 Motorveger og veger med midtrekkverk har normalt et enklere trafikkmiljø enn veger uten
 2427 midtdeler. Derfor angir tabell 13.8 en lavere belyningsklasse for disse vegene.

2428 13.8.3.1 Vegkryss

2429 Vegkryss skal være fullverdig belyst i en avstand som tilsvarer stoppsikt (målt fra midten av
 2430 krysset). I kanaliserte vegkryss skal den fullverdige belysningen i innkjøringsfeltene strekke
 2431 seg til enden av kanaliseringen dersom denne er lengere enn stoppsikten. Ved kanaliserte
 2432 kryss på ubelyst veg skal det være overgangssoner når luminansnivået i krysset er i klasse
 2433 /C1 eller/C2.

2434 Overgangssoner er omtalt i kapittel 13.5.1. Sammenhengen mellom M-klasser og C-klasser er
 2435 vist i kap. 13.4.



2436

2437

Figur 13-1 – Belysning av kryssområder

2438

2439 **13.8.3.2 Ferjeleier**

2440 Hvis vegen brukes som oppstillingsplass ved ferjeleier, strekkes belysningen så langt som
2441 det vanligvis står ventende biler.

2442 Belysningen slås av eller dempes utenom fergens driftstid når dette ikke innebærer fare for
2443 utforkjøring. Disse kan med fordel utstyres med aktivitetsstyrt system som sørger for dimming
2444 ned til 20 % eller slås helt av når det ikke er aktivitet. Langtidsparkeringsplasser belyses av
2445 hensyn til faren for tyveri og hærverk. Området utstyres med aktivitetsstyrt system som sørger
2446 for dimming ned til 20 % når det ikke er aktivitet, alternativt kan belysningen slås helt av. Det
2447 forutsettes at det monteres en detektor i hver armatur og at det ved detektering blir 100 % lys
2448 i alle armaturene i det aktuelle området.

2449 For andre trafikkarealer tilknyttet samferdsel følges NS-EN-12464-2.

2450 **13.8.3.3 Belysning av interimsvveg**

2451 Når vegen er belyst:

- 2452 • skal interimsvveg belyses med minimum samme belysningsklasse, gjelder også for gang-
2453 og sykkelveg;
- 2454 • gangfelt belyses enten etter kravene gitt punkt 13.8.7.1 Intensivbelysning eller punkt
2455 13.8.7.2 Forsterket belysning.

2456 Når vegen er ubelyst:

- 2457 • der hvor interimsvveg har merkbart dårligere standard enn den vegen den erstatter, skal
2458 det etableres midlertidig belysning med minimum belysningsklasse M3/C3 for å minimere
2459 risiko for ulykker og sikre en akseptabel trafikkavvikling;
- 2460 • gangfelt belyses enten etter kravene gitt punkt 13.8.7.1 Intensivbelysning eller punkt
2461 13.8.7.2 Forsterket belysning.

2462 **13.8.4 Belysning av sideveger, avkjørsler og holdeplasser når hovedvegen er belyst**

2463 **13.8.4.1 Sideveger og avkjørsler**

2464 Det anbefales ikke at belysningen som brukes på avkjørselen eller i sidevegen er sterkere
2465 enn belysningen på hovedvegen. Første lysmast plasseres minst 10 m fra kantlinjen på
2466 hovedvegen. For parallell ført sideveg til hovedveg anbefales mastene plassert langs
2467 sidevegen lengst fra hovedvegen.

2468 **13.8.4.2 Holdeplasser**

2469 På belyste veger vil det som regel ikke være behov for separat belysning av holdeplasser.
2470 Hvis belysning vurderes som nødvendig kan det settes opp et ekstra lyspunkt ved
2471 holdeplassen, og fortrinnsvis slik at det kaster lys inn i leskuret hvis slikt finnes.

2472 Ved tilrettelagt kryssing ved holdeplasser kan det være aktuelt å forsterke belysningen.

2473 **13.8.5 Belysning av sideveger, avkjørsler og holdeplasser når hovedvegen er ubelyst**

2474 Hvis de belyses er det viktig at disse sidelysanleggene ikke reduserer synsbetingelsene for
2475 trafikantene på hovedvegen. Selv et lavt luminansnivå på hovedvegen vil kunne gi fotgjengere
2476 som krysser i nærheten en falsk trygghetsfølelse. Det er derfor viktig å trekke lyspunktene
2477 unna hovedvegen slik at den blir minst mulig belyst. Hvis belysning vurderes som nødvendig,
2478 vurderes dette opp mot å belyse en kortere strekning av hovedvegen.

2479 Det er viktig at trafikantene ikke får feil informasjon om vegens linjeføring, for eksempel i
2480 forbindelse med belysning av avkjørsler i kurver.

2481 Følgende krav skal oppfylles:

- 2482 • Belysningsklasse C5 benyttes. Sterkere belysning kan føre til økt ulykkesrisiko på
2483 hovedveg;
- 2484 • Det skal unngås at områder der gående ferdes på hovedvegen blir liggende i et mørkere
2485 område enn det belyste området.

2486 **13.8.5.1 Sideveger mot ubelyst hovedveg**

2487 Hvis sideveger belyses, skal:

- 2488 • Sidevegen ha en overgangssone i belysningsklasse M5/C5. Eventuelt kan krysset på
2489 hovedvegen belyses;
- 2490 • Første lyspunkt plasseres minimum 15 m fra kantlinje på hovedvegen.

2491 Parallell ført sideveg til hovedveg skal ikke belyses.

2492 **13.8.5.2 Holdeplasser på ubelyst veg**

2493 Hvis det velges å belyse benyttes belysningsklasse C5. Belysningen utstyres med
2494 aktivitetsstyrt system som sørger for dimming ned til 20 % når det ikke er aktivitet. Sensorens
2495 dekningsområde må ikke bli påvirket av passerende biler slik at lyset går opp til 100 %. På
2496 slike steder anbefales lav lyspunkthøyde.

2497 **13.8.5.3 Automatiske vegbommer**

2498 For å øke oppmerksomheten rundt områder med automatiske bommer på ubelyst veg og
2499 synbarheten for kameraovervåking skal området belyses iht. belysningsklasse C4 ca 20 m
2500 fra bom i hver retning. Ved normal trafikkavvikling skal belysningen være avslått, men tennes
2501 straks det iverksettes stenging.

2502 **13.8.6 Belysning av gang- og sykkelveger**

2503 Når gang- og sykkelveg går parallelt med hovedveg, belyses hovedvegen i samsvar med
2504 tabell 13-8.

2505 Gang- og/eller sykkelveger skal belyses i henhold til følgende krav:

- 2506 • Når belysningsnivået er lavere enn to belysningsklasser under hovedvegen;
- 2507 • Ved liten og middels gang- og/eller sykkeltrafikk benyttes belysningsklasse P4;
- 2508 • Ved stor gang- og/eller sykkeltrafikk benyttes belysningsklasse P2;
- 2509 • Underganger belyses etter belysningsklasse C. I underganger beregnet kun for gående
2510 benyttes belysningsklasse C3. I underganger beregnet for gående- og syklende vurderes
2511 det behov for å velge belysningsklasse som gir høyere belysningsnivå.

2512

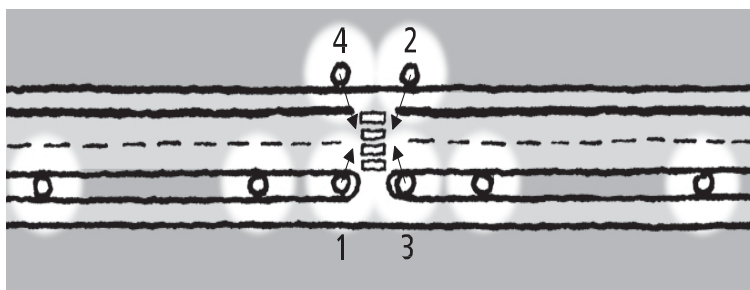
2513 **13.8.7 Belysning av gangfelt**

2514 Gangfelt skal belyses etter ett av de to prinsippene, intensivbelysning eller forsterket
2515 belysning, hvor intensivbelysning er hovedprinsippet.

2516 Dårlig belyste gangfelt har meget høy ulykkesrisiko og vurderes derfor individuelt med hensyn
2517 til valg av belysningsløsning. Det er likevel en fordel at gangfeltene har lik utførelse og er
2518 gjenkjennelige når trafikantene passerer flere gangfelt etter hverandre på en rute eller i et
2519 område. Det anbefales derfor at man gjør et prinsipielt valg mellom intensivbelysning og
2520 forsterket belysning for å unngå å veksle for mye mellom de to prinsippene.

2521 13.8.7.1 Intensivbelysning

2522 Intensivbelysning er hovedprinsippet for belysning av gangfelt for veg- og gatestrekninger
2523 hvor veg-/gatelyset er det dominerende bidraget til belysning. Når det er andre lyskilder eller
2524 lysende overflater som danner bakgrunn for overgang vurderes forsterket belysning som mer
2525 egnet.



2526

2527 **Figur 13-2 – Prinsippskisse for intensivbelysning av gangfelt**

2528 Ved intensivbelysning blir gangfeltet og kryssende/ventende fotgjengerer belyst intensivt og
2529 det settes krav til minimum vertikal og horisontal belysningsstyrke (lux).

2530 Intensivbelysning er godt egnet til å synliggjøre gangfeltet og fotgjengerne for førerne. Det er
2531 særlig godt egnet der hvor bakgrunnen er mørk, slik den ofte er ved bakketopp og i kurve.

2532 Intensivbelysning er ikke så godt egnet der mange fotgjengerer krysser utenfor gangfeltet,
2533 fordi området «bak» gangfeltet (i begge kjøreretninger) kan bli relativt mørkt. For å bøte på
2534 dette kan belysningen på bakenforliggende vegstrekning forsterkes med flere master eller ved
2535 å bytte til nye og mer effektive armaturer. Ledegjerder kan også vurderes. Intensivbelysning
2536 er heller ikke så godt egnet i sentrumsgater med mange gangfelt ved kryss og det kan bli
2537 vanskelig å plassere mastene riktig. I slike tilfeller kan det være bedre å ha forsterket
2538 belysning i hele krysset/området.

2539 **Krav til intensivbelysning**

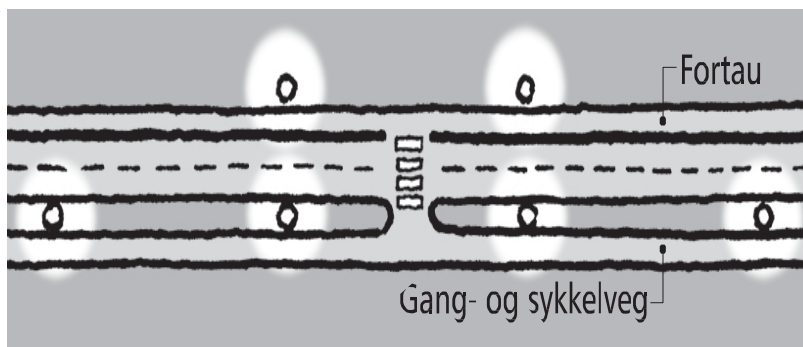
- 2540 • Det skal benyttes hvitt lys med god fargegjengivelse, $R_a > 70$ og fargetemperatur
2541 maksimum 3000 K;
- 2542 • Minste vertikale belysningsstyrke (det mørkeste punktet) i et 2 m høyt plan midt i
2543 gangfeltet, på tvers av vegen, skal være minst 20 lux i kjørefelt som går mot gangfeltet og
2544 minst 10 lux i kjørefelt i motsatt retning;
- 2545 • Minste horisontale belysningsstyrke i gangfeltet skal være minst 80 lux;
- 2546 • Et område på hver side av gangfeltet, der fotgjengerne kommer gående eller blir stående
2547 å vente, skal også være godt belyst. På høyre side i kjøreretningen skal minste vertikale
2548 belysningsstyrke i et 2 m høyt plan i 3 m forlengelse av gangfeltet være minst 10 lux;
- 2549 • Kravene til belysningsstyrke kommer i tillegg til vegbelysningen (dvs. at det i
2550 lysberegningene ikke skal medregnes tilskudd fra vegbelysningen);
- 2551 • På tilstøtende vegstrekning minst 50 m før og minst 50 m etter gangfeltet skal
2552 gjennomsnittlig luminansnivå på kjørebane være iht. belysningsklasse M3/C3.

2553 Det skal utføres lysberegninger som dokumenterer at kravene til vertikal og horisontal
2554 belysningsstyrke blir oppfylt.

2555 13.8.7.2 Forsterket belysning

2556 Forsterket belysning benyttes der hvor intensivbelysning ikke er godt egnet, f.eks. i
2557 sentrumsområder hvor gangfeltene ligger tett, hvor fotgjengerne krysser «over alt» eller
2558 kryssene har kompliserte trafikkforhold med blandet trafikk.

2559



2560

2561

2562

Figur 13-3 – Prinsippskisse for forsterket belysning

2563 Gangfeltet og området foran og bak gangfeltet belyses slik at vegen får et jevnt og høyere
 2564 luminansnivå. Hensikten med god bakgrunnsbelysning er å unngå å få mørk fotgjenger mot
 2565 mørk bakgrunn.

2566 **Krav til forsterket belysning**

2567 Belysningen i gangfeltet og området fra minst 50 m foran til minst 50 m etter gangfeltet skal
 2568 ha to belysningsklasser høyere nivå enn belysningsnivået på tilstøtende vegstrekning slik at
 2569 kjørebanelen danner en lys bakgrunn som fotgjengerne kan sees imot. I sentrumsområder hvor
 2570 det er mye strølys fra tiliggende områder kan det være tilstrekkelig å øke belysningsnivået
 2571 med en belysningsklasse. Dog ikke et høyere enn til klasse M1/C1.

- 2572 • Det skal benyttes hvitt lys med god fargegjengivelse, $R_a > 70$ og fargetemperatur
 2573 maksimum 3000 K;
- 2574 • Belysningen i gangfeltområdet bør være tosidig for å sikre et høyt og jevnt luminansnivå.
 2575 På smale veger og smale gater med sammenhengende fasader på begge sider av vegen
 2576 kan ensidig plassering av master vurderes.

2577 VEILEDNING 1 - Hvis man velger forsterket belysning og det er andre elementer enn vegen som danner en stor del
 2578 av den bakgrunnen som fotgjengerne sees imot, vurderes det å belyse disse elementene (f.eks. støyskjerm, hekk
 2579 eller trerekke). Det kan i slike tilfeller være et bedre alternativ å intensivbelyse gangfeltet

2580 VEILEDNING 2 - Det kan noen ganger være greit å benytte forsterket belysning ved gangfeltene på side- vegene
 2581 selv om gangfeltene i hovedvegen har intensivbelysning

2582 **13.9 Lysberegninger og lysmålinger**

2583 **13.9.1 Lysberegninger**

2584 Det skal foretas lysberegninger før installasjon av et belysningsanlegg. Beregningene utføres
 2585 i et program som kan kontrolleres i Dialux eller Relux. Resultater skal dokumenteres med to
 2586 desimaler.

2587 Lysberegningene utføres som angitt i NS EN 13201-3 Vegbelysning, del 3 beregning av
 2588 ytelse.

2589

Tabell 13-9 – Maksimale armaturvedlikeholdsfaktorer (f_M)

Armaturvedlikeholds klasse	Anleggstype	Armaturvedlikeholdsfaktor		
		Mastehøyde < 5 m	Mastehøyde ≥ 5 m	Tunnel ¹⁾
1	ÅDT < 4 000 og hastighet ≤ 70 km/t	0,85	0,90	0,85
2	ÅDT < 4 000 og hastighet > 70 km/t	0,80	0,85	
3	ÅDT > 4 000 og hastighet ≤ 70 km/t	0,80	0,85	
4	ÅDT > 4 000 og hastighet > 70 km/t	0,75	0,80	
5	Gang- og sykkelveg med separate master	0,90	0,90	
	Vedlikeholdsintervall	hvert 6. år	hvert 6. år	Basert på renholdsintervall gitt i Statens vegvesen sin retningslinje R610:2012

2590 MERKNAD - Dette gjelder også for evakueringslys

2591 Armaturvedlikeholdsfaktorene for vegbelysning er gitt under forutsetning av at armaturen er
 2592 plassert inntil 3 m fra hvit kantlinje. Der armaturene står lenger fra kantlinje f. eks. på utsiden
 2593 av parallellført gang- og sykkelveg kan armaturvedlikeholdsfaktoren økes med en klasse dog
 2594 ikke høyere enn til 0,90.

2595 **13.9.2 Lysmålinger**

2596 Vegbelysningsanlegg skal kontrollmåles ved ferdigstillelse (før trafikkpåsetting) og
 2597 dokumenteres å være i henhold til krav. En verifisering av anlegget sammenlignet med
 2598 lysberegning, korrigert for vedlikeholdsfaktor (korrigert til nyverdi), oppsummert i en
 2599 målerapport (måleverdier fra feltmålingene vedlegges rapporten) er en del av anleggets FDV
 2600 dokumentasjon.

2601 Måling av vegbelysningsanlegg utføres som angitt i NS-EN 13201-4 Vegbelysning-Del 4:
 2602 Metoder for måling av belysningens ytelse.

2603 Det skal samtidig foretas kontroll av illuminansen opp mot lysberegning i samme målegrid for
 2604 en kontroll av installert lysmengde i anlegg. For nivåer gjelder da illuminansmålingene, men
 2605 for jevnhetskravene er det luminansmålingen som gjelder.

2606 MERKNAD – Se kap. 16.3.5 for veiledning til lysmålinger

2607 Lysmålinger utføres med:

- 2608 • Luxmåler for kontroll av belysningsnivå. For belysningsnivåer er det illuminans, kontrollert
 2609 mot lysberegning korrigert til nyverdi, som benyttes selv om kravet angis i luminans. For
 2610 krav til luxmåler se punkt 13.9.3;
- 2611 • Grovkontroll for indikasjon av eksisterende belysningsanleggs tilstand kan foretas med
 2612 luxmeter hvor belysningsnivået måles på et rutenett som er dekkende for variasjonene i
 2613 belysningsstyrke på et vegareal mellom to armaturer (for eksempel en rekke målepunkter
 2614 på tvers av vegen rett under den ene armaturen og en til svarende rekke med målepunkter
 2615 på tvers av vegen midt mellom to armaturer, samt en rekke på langs av vegens
 2616 senterlinje).

2617

2618 13.9.3 Måling av belsningsnivåer

2619 Kontrollmålinger av nye belsningsanlegg gjennomføres slik:

- 2620 • Lysberegninger som er utført med en vedlikeholdsfaktor må korrigeres til nyverdi,
2621 vedlikeholdsfaktor 1,0. Dette gjøres ved at beregnet belsningsstyrke divideres på
2622 benyttet vedlikeholdsfaktor;
- 2623 • Anlegg basert på lyskilder som trenger innbrennings-/stabiliseringstid bør ha vært i drift i
2624 minst 100 timer før måling;
- 2625 • Anlegget ute i terrenget må stemme med den teoretiske modellen. Spesielt må følgende
2626 kontrolleres:
 - 2627 – Masteavstand;
 - 2628 – avstand fra kantlinje til mast;
 - 2629 – kjørebanebredden;
 - 2630 – at armaturen er montert i riktig høyde over vegen, vinkelrett på senterlinjen og med
2631 riktig armlengde;
 - 2632 – at armaturen har riktig helning og reflektorinnstilling.
- 2633 • Måleinstrumentet må ha en ytelse tilpasset formålet med målingene. Det vises til CIE
2634 231:2019 CIE Classification System of Illuminance and Luminance Meters, CIE class 2;
- 2635 • Måleinstrumentet har gyldig kalibreringssertifikat ikke eldre enn 2 år;
- 2636 • Måleområdet bør være tilnærmet horisontalt;
- 2637 • Alle beregningenes målepunkter på vegbanen markeres;
- 2638 • Hvis anleggets utsendte lys er spenningsavhengig måles den elektriske spenningen i en
2639 av mastene og registreres ved måleperiodens start og slutt;
- 2640 • Temperaturen 1 m over vegbanen måles ved måleperiodens start og slutt;
- 2641 • Måleinstrumentet plasseres horisontalt på vegen, og ikke høyere enn 20 cm over
2642 vegbanen.

2643 Hvis det ikke er mulig å gjennomføre målinger i alle målepunktene, kan antall punkter
2644 reduseres, men nøyaktigheten vil da bli dårligere.

2645 14 Tunnelbelysning – Lystekniske krav

2646 14.1 Generelt

2647 Krav til tunnelbelysning er gitt i Statens vegvesens håndbok N500 Vegtunneler. Statens
2648 vegvesens håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr definerer material- og funksjonskrav til
2649 trafikkutstyr og «NMF01: LED luminaires – requirements» angir gjeldende krav til armaturer.
2650 Belysningsanlegg skal ha utførelse iht. kravene gitt i Statens vegvesens håndbok N601
2651 Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig veg.

2652 For at belsningsleverandørene skal kunne foreta lysberegninger er det viktig at det blir
2653 oppgitt et minimum med beregningsforutsetninger som legges til grunn for beregningen. Dette
2654 for å sikre at alle leverandørene benytter de samme forutsetningene og at det skal være mulig
2655 å sammenligne de forskjellige tilbudene. Som et minimum av beregningsforutsetninger skal
2656 følgende oppgis:

- 2657 • Adaptasjonsluminans;
- 2658 • dimensjonerende hastighet;
- 2659 • ÅDT;
- 2660 • vedlikeholdsfaktor;
- 2661 • tunnelprofil;

- 2662 • kabelbroens plassering (høyde og sideveis plassering over kjørebanelen);
- 2663 • refleksjonsfaktor for veggene.

2664 VEILEDNING - I totalentrepriser kan disse beregningsforutsetningene utelukkes, men det må da presiseres at
 2665 entreprenøren må forelegge disse for byggherren for godkjenning før det foretas lysberegninger

2666 **14.2 Vegdekker**

2667 Tørre vegdekker deles inn i to dekkeklasser C1 og C2, der C1 er et lyst dekke tilsvarende
 2668 betong og C2 er et normalt mørkt asfaltdekke. For lysberegninger skal dekkeklasse C2
 2669 benyttes.

2670 **Tabell 14-1 – Dekkeklasser med faktorer for refleksjonsegenskaper**

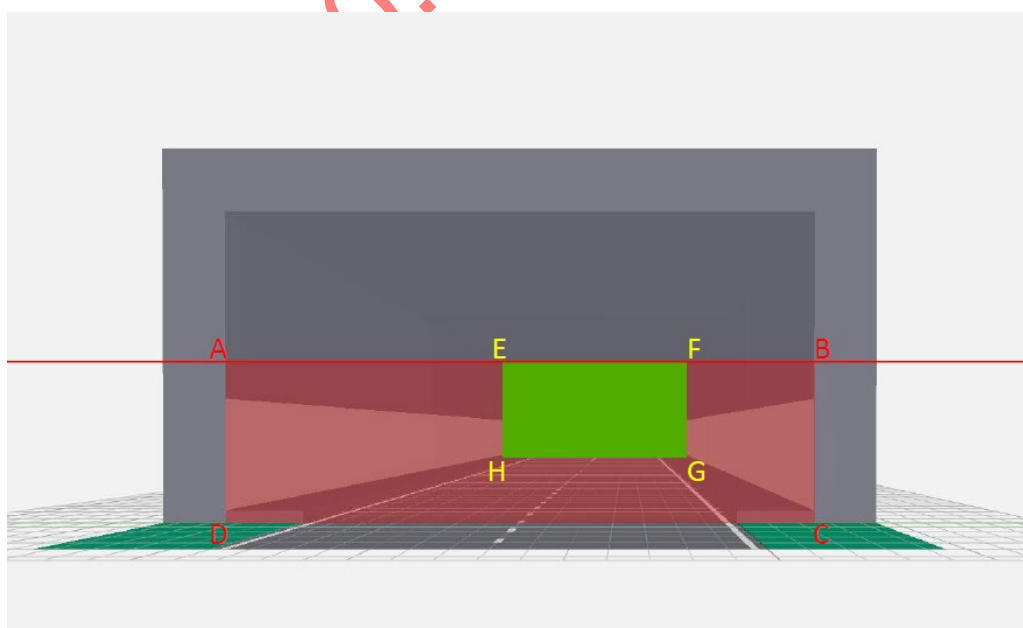
Dekkeklasse	Visuelt inntrykk	Q ₀ tørr	Q ₀ våt
C2	Tørt, mørkt	0,07	
W4	Vått		0,25

2671

2672 **14.3 Krav om belysning i tunneler**

2673 Behovet for belysning i tunneler 25 m < med lengde ≤ 100 m risikovurderes ut ifra hvor stor
 2674 %-andel (LTP, Look Through Percentage) av tunnelportalens areal som er gjennomlyst når vi
 2675 ser mot tunnelen fra adaptasjonspunktet, (dvs. arealet av den synlige delen av utgangen
 2676 dividert med arealet av inngangen):

- 2677 • for LTP > 50 % - ikke behov for belysning;
- 2678 • for LTP < 20 % belyses;
- 2679 • for 20 % < LTP < 50 % fra stoppavstand på motsatt side skal belyses dersom ulykkesrisiko
 2680 anses som høyere enn gjennomsnitt, f.eks. ved ofte lav sol midt imot og stor andel myke
 2681 trafikanter.



2682

2683 **Figur 14-1 – Beregning av gjennomlyst areal**

2684 Gjennomlyst areal (LTP, Look Through Percentage) vil variere avhengig av hastighet
2685 (stoppsikt) og kurvatur. For en rett tunnel beregnes LTP slik:

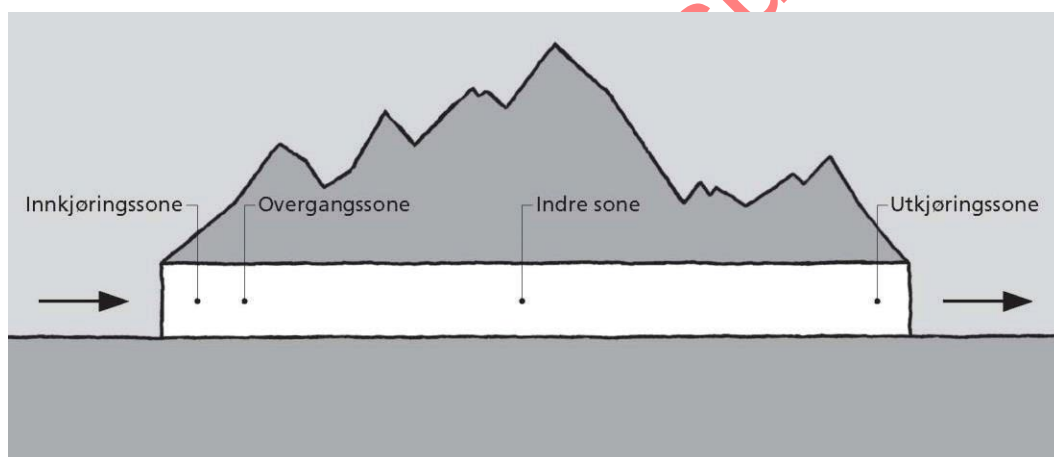
$$2686 \quad LTP = 100 * (EF*FG) / (AB*BC)$$

2687 Ligger tunnelen på en belyst vegstrekning og den ikke har behov for dagslys belyses tunnelen
2688 i samsvar med de relevante kravene til tilstøtende veglysanlegg. Armaturene i tunnelen skal
2689 tennes og slukkes samtidig med tilstøtende vegbelysning.

2690 **14.4 Krav til belysningen i tunneler**2691 **Soneinndeling**

2692 Lysteknisk inndeles en tunnel i innkjøringszone, overgangssone, indre sone og

2693 utkjøringszone, som illustrert i figur 14-2.



2694

2695 **Figur 14-2 – Tunnelsoner**2696 **14.4.1 Fastsettelse av adaptasjonsluminans**

2697 Luminansforholdene utenfor tunnelen i førerens synsfelt i en gitt avstand fra tunnelportalen er
2698 dimensjonerte for de luminansnivåene som kreves i innkjøringssonen og overgangssonen
2699 inne i tunnelen.

2700 Adaptasjonsluminansen som benyttes ved dimensjonering av tunnelbelysningen defineres som
2701 den midlere luminans i et synsfelt, L20, som utgjør 20 grader (2x10 grader) fra bilførerens
2702 øye, med synsretning mot et punkt 1,5 meter over kjørebanelen ved portal og i en avstand
2703 angitt i tabell 14-1.

2704 **Tabell 14-1 – Avstand fra tunnelåpningen til målepunktet for adaptasjonsluminans (iht.
2705 CIE 088).**

Fartsgrense (km/t)	Avstand (m)
30	16
40	26
50	39
60	55
70	75

80	99
90	125
100	155
110	187

2706

14.4.1.1 Metode for å beregne adaptasjonsluminans

2707 Adaptasjonsluminansen L20 beregnes som midlere verdi av ulike målte luminanser i typiske
 2708 arealer innenfor 20 graders feltet. For å fastslå adaptasjonsluminansen evalueres først
 2709 portalens dimensjonerende forhold, sett i forhold til solposisjon, solhøyde og omkringliggende
 2710 sesongvarierende forhold. Videre vil en kategorisering av synsfeltets oppdeling, i de
 2711 forskjellige elementer som er til stede, basert på refleksjonsegenskaper være nødvendig.
 2712 Hver enkelt kategori i den videre prosessen måles og evalueres i forhold til tidspunkt/sesong
 2713 for måling og dimensjonerende forhold for å kunne fastsette den totale dimensjonerende
 2714 adaptasjonsluminansen. Denne evalueringen vil være forskjellig for alle portaler, avhengig av
 2715 geometri og geografisk plassering. Som dokumentasjon for gjennomføring av denne
 2716 prosessen utarbeides det en rapport som minimum inneholder:

- 2717 • Målt/beregnet luminans etter L20 metoden;
- 2718 • Kategorisering av synsfeltets oppdeling i ulike typer flater;
- 2719 • Behandle hver enkelt type flate for seg i forhold til antatt verste forhold;
- 2720 • Kommentere eventuelle mulige tiltak eller variasjon i løpet av driftstiden.

2721 Som et hjelpemiddel, kan tabell 14-2 benyttes som en indikasjon for maksverdier for de
 2722 forskjellige typer flater for norske tunnel.

2723 **Tabell 14-2 – Typiske maksverdier for ulike typer flate, til bruk ved bestemmelse av**
 2724 **adaptasjonsluminans**

Geometri [kategori]	Kjøreretning			
	N [cd/m ²]	S [cd/m ²]	Ø [cd/m ²]	V [cd/m ²]
Asfalt	3000	5000	4000	4000
Himmel	8000	16000	12000	12000
Vertikal mur/fjell	3000	2000	2500	2500
Vintergrønt terreng	1500	1500	1500	1500
Ikke vintergrønt terreng	6000	6000	6000	6000
Portal	700	500	600	600

2725

14.4.1.2 Forenklet metode for å anslå adaptasjonsluminansen

2726 I en planleggingsfase eller tidlig byggefase vil en konkret måling gi liten nytte utover en
 2727 analyse av de stedlige solforhold. Det kan i slike tilfeller være nyttig å gjøre et grovt overslag,
 2728 for tidlig kostnadsoverslag eller prosjektering. For dette formålet kan tabell 14-3 benyttes.

2729 **Tabell 14-3 – Tabellverdier for forenklet metode for fastsettelse av dimensjonerende**
 2730 **adaptasjonsluminans**

Andel himmel %	Kjøreretning		
	N	S	Ø/V
0	3250	3900	3600
0 – 10	3600	4600	4100
10 – 30	4250	6000	5150

2731 Det gjøres oppmerksom på at tabellen er utformet for å gi resulterende maksverdier, og den
2732 vil i de fleste tilfeller gi en verdi som overstiger verdi fra en måling/analyse som beskrevet
2733 foran. For denne forenklete tilnærmingen vil man i Norge med den store variasjonen vi har
2734 mellom sør og nord, ha vanskeligheter for å etablere tabellverdier som er dekkende for alle
2735 geografiske områder.

2736 For benyttelse av tabell 14-3 gjelder følgende kriterier (hvis man ikke oppfyller kriteriene vil
2737 man måtte benytte seg av avansert metode):

- 2738 • himmelkomponent mindre enn 30 %;
- 2739 • beliggenhet sør for 67 breddegrad.

2740 **14.4.1.3 Adaptasjonsluminans**

2741 Fastsettelse av adaptasjonsluminansen gjøres fortrinnsvis ved måling på det aktuelle stedet
2742 som beskrevet over. Dette krever imidlertid at tunnelportalene er ferdige bygd for å få riktige
2743 resultater. For nyanlegg er dette ikke mulig da det som regel ikke finnes noen portal å måle
2744 mot. I slike tilfeller kan en av metodene beskrevet i pkt. 14.4.1.1 eller 14.4.1.2 benyttes. Det
2745 anbefales da at det foretas en måling av adaptasjonsluminansen når portalene er tilnærmet
2746 ferdige for å kontrollere tidligere anslag. Kontrollmålingen skal ikke foretas på et så sent
2747 tidspunkt at det ikke er mulig å foreta endringer i lysberegningen og leveransen av armaturer.
2748 Det skal ikke regnes med adaptasjonsluminans høyere enn 8 000 cd/m².

2749 Målingene bør foretas i klarvær og i den perioden hvor det antas at de høyeste
2750 luminansnivåene vil forekomme. Det regnes ikke med de 10 % antatt høyeste verdiene og
2751 ikke når det ligger snø rundt portalene.

2752 **14.4.2 Lengde på tunnelens ulike soner**

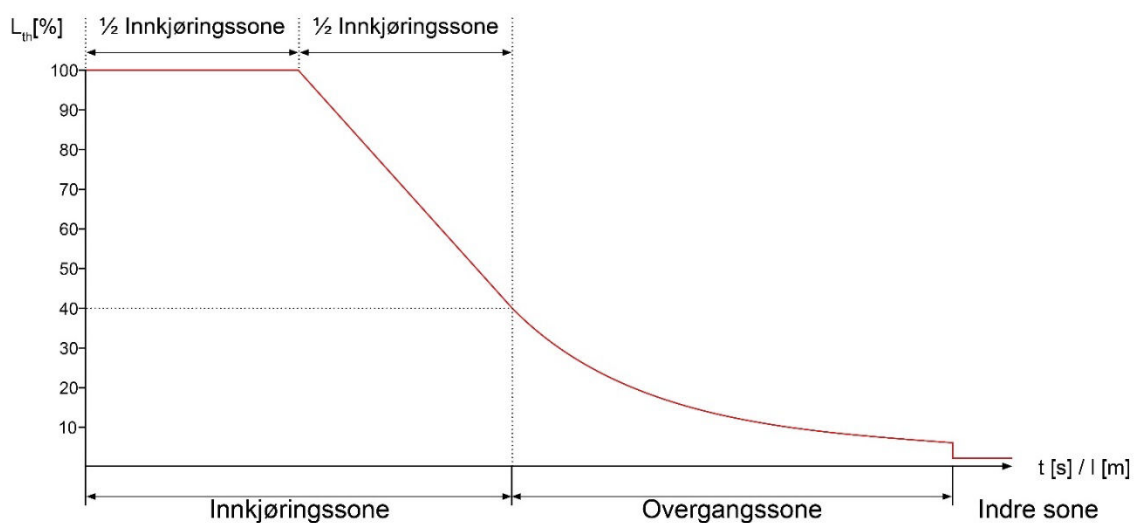
2753 Innkjøringssonens lengde er lik avstanden fra tunnelåpning og til målepunktet for
2754 adaptasjonsluminans (se tabell 14-1).

2755 Overgangssonens lengde regnes ut i henhold til CIE 88, og er avhengig av følgende faktorer;

- 2756 • Kjøre hastighet;
- 2757 • Innkjøringssonens luminansnivå;
- 2758 • Indre sones luminansnivå.

2759 Indre sones lengde er definert som lengden mellom tunnelåpningene fratrukket
2760 innkjøringssone og overgangssone.

2761



2762

2763

Figur 14-5 – Luminansreduksjonskurve for dagslysforhold

2764 Merknad 1 – Innkjøringssonens lengde lik avstand fra tunnelåpning til målepunkt for adaptasjonsluminans

2765 Merknad 2 – Overgangssonens lengde er avhengig av luminansnivå i innkjøringssone, kjørehastighet og indre
2766 sonens luminansnivå

2767 **14.4.3 Vegdekkets luminans**

- 2768 • I tunneler uten gang- og sykkeltrafikk og $ADT < 2500$ tillates midlere luminans 0,5 cd/m²
2769 om natten og i indre sone om dagen;
- 2770 • I lange tunneler kan midlere luminans i indre sone reduseres til angitt nivå for «Alle soner
2771 kl. 00-05» etter 60 sekunder kjøreevstand fra tunnelinngangen;
- 2772 • Luminansnivå i innkjøringssonen skal ikke være under 50 cd/m²;
- 2773 • For tunneler skiltet med 110 km/t gjelder kolonnen for luminans ved 110 km/t uavhengig
2774 av ÅDT;
- 2775 • For tunneler som ligger nord for 67. breddegrad vurderes luminans, natt i forhold til årstid
2776 og lysforhold ute (midnattssol).

2777 **Tabell 14-4– Krav til midlere luminans i innkjøringssonens første halvdel og i indre**
2778 **sone, delvis angitt som prosent av adaptasjonsluminansen og delvis som fast luminans**

ÅDT (10) <4000	50 km/t	60 km/t	70 km/t	80 km/t	90 km/t
Innkjøringssone dag (%)	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50
Indre sone dag (cd/m ²)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Alle soner natt (cd/m ²)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Alle soner kl 00-05 (cd/m ²)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

2779

ÅDT (10) 4000 - 12000	50 km/t	60 km/t	70 km/t	80 km/t	90 km/t	100 km/t	110 km/t
Innkjøringssone dag (%)	2,00	3,00	4,00	5,00	5,50	6,00	7,00
Indre sone dag (cd/m ²)	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,00
Alle soner natt (cd/m ²)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00
Alle soner kl 00-05 (cd/m ²)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00

2780

ÅDT (10) > 12000	50 km/t	60 km/t	70 km/t	80 km/t	90 km/t	100 km/t	110 km/t
Innkjøringssone dag (%)	2,90	3,60	4,30	5,00	5,70	6,40	7,00
Indre sone dag (cd/m ²)	2,00	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Alle soner natt (cd/m ²)	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Alle soner kl 00-05 (cd/m ²)	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00

2781 %- satsene som er benyttet i tabellene for å bestemme luminansnivået i innkjøringssonen
 2782 forutsetter at det benyttes motlysarmaturer (på engelsk counter-beam) med
 2783 kontrastavsløringsfaktor (qc) minst 0,6. Benyttes symmetriske armaturer eller armaturer med
 2784 kontrastavsløringsfaktor < 0,6 benyttes luminansverdiene for innkjøringssonene beregnet ut
 2785 ifra oppgitte %-satser og økes med 50 %.

2786 • Luminansnivået for alle soner natt inklusive kl.00-05 tilpasses med nivået på eventuell
 2787 tilstøtende vegbelysning i dagen. I tunneler med ÅDT(10) > 12 000 kan det være aktuelt å
 2788 øke midlere luminans til 6 cd/m² om dagen og 3 cd/m² om natten dersom trafikkmiljøet er
 2789 særlig krevende, f.eks. i tunneler med rampetilslutninger og sterkt belastede
 2790 vekslingsstrekninger;

2791 • For tunneler som har utstyr som registrerer hastighet kan luminansnivå reduseres.
 2792 Reduksjonen gjøres iht. tabellene når hastigheten går under 20 km/t av skiltet hastighet;

2793 • Belysningsnivået inne i en tunnel anbefales ikke å være lavere enn belysnings-
 2794 nivået på tilstøtende belyst veg i dagen;

2795 • I tunneler tillatt for gang- og sykkeltrafikk skal midlere luminans ikke være mindre enn 2
 2796 cd/m² i dagslys og 1 cd/m² i mørke. I tunneler kun for gang og sykkeltrafikk gjelder andre
 2797 krav, se tabell 13-8;

2798 • Belysningen i tunneler med styring basert på kjøretøysdetektering kan slås helt av med
 2799 unntak av sikkerhetsbelysningen i de perioder det ikke blir registrert trafikk. Se punkt
 2800 14.4.14 Trafikkstyrt belysning.

2801 Luminans i overgangssonen ved dagslysforhold er vist i figur 14.5.

2802 • Overgangssonen avsluttes/kuttes der hvor kurven angir et luminansnivå som er tre ganger
 2803 så høyt som indre sones midlere luminans;

2804 • Det kan antas at dagslyset bidrar så mye til luminans i første del av innkjøringssonen at
 2805 første symmetriske armatur kan plasseres inntil 4 m innenfor tunnelåpningen. Første motlys
 2806 armatur plasseres inntil 5 m innenfor tunnelåpningen.

2807 14.4.4 Belysning av tunnelveggene

2808 Tunnelveggene skal belyses i 2 m høyde. Gjennomsnittlig luminans på denne delen av
 2809 vegg skal ikke være lavere enn 60 % av gjennomsnittlig luminans på nærmeste kjørefelt.
 2810 For ubehandlede vegger og vegger med sprøytebetong settes kravet til 30 %.

2811 Kravet til luminans på vegg gjelder for alle trinn i indre sone og nattbelysningstrinnene i
 2812 innkjørings- og overgangssonene.

2813 For beregning av vegggluminansen settes refleksjonsfaktoren på vegg til:

2814 • 0,50 for hvite fliser;

2815 • 0,25 betongoverflater;

2816 • 0,10 for ubehandlede fjellvegger og vegger med sprøytebetong.

2817 For ubehandlede fjellvegger og vegger med sprøytebetong gjelder refleksjonsfaktoren
 2818 uavhengig om overflaten er malt eller ikke.

2819 For kontrollmåling av belysningen på veggene benyttes illuminans (luxmatte fra
 2820 lysberegningene). For nye anlegg korrigeres verdiene for armaturvedlikeholds faktor til $f_M =$
 2821 1,00.

2822 VEILEDNING - Se kapittel 16.4.7

2823 Jevnhet på veggene settes lik kravet til jevnhet på kjørebane gitt i punkt 14.4.5. Langsgående
2824 jevnhet måles i 1,67 m høyde over kjørebanelinjen.

2825 14.4.5 Krav til luminansjevnhet

2826 For alle soner skal den totale luminansjevnheten være:

$$2827 U_o = \frac{L_{min}}{L_{mid}} \geq 0,40$$

2828 For alle soner skal den langsgående luminansjevnheten være:

$$2829 U_l = \frac{L_{min}}{L_{max}} \geq 0,60$$

2830 Flimring med frekvens mellom 4 Hz og 11 Hz og varighet over 20 sekunder skal unngås.

2831 14.4.6 Måling av luminans

2832 • Luminansmålingene utføres for å måle de reelle luminansverdiene, ikke til å kontrollere de
2833 teoretisk beregnede luminansverdiene. Til å kontrollere belysningsanlegget benyttes lux-
2834 målinger;

2835 VEILEDNING – Til å kontrollere belysningsanlegget benyttes LUX-målinger, se Lysmålinger kapittel 16.4.9

2836 • Det benyttes luminansmeter med kalibreringsbevis ikke eldre enn 2 år som har en ytelse
2837 tilpasset formålet med målingene (CIE-publikasjon 53 og ISO/CIE 19476: 2014
2838 Characterization of the Performance of Illuminance Meters and Luminance Meters);

2839 • Det tas utgangspunkt i rutenettet som er brukt i de teoretiske beregningene. Luminans-
2840 meteret plasseres i observatørens posisjon;

2841 • Beregningsfeltet begynner 60 m fra observatøren. Dette betyr at for å unngå overlapp på
2842 måleområdene, plasseres luminansmeteret slik at vinkelen på målekjeglen blir maksimum
2843 2 minutter av buen i vertikalplanet og 20 minutter av buen i horisontalplanet;

2844 • Som et alternativ kan det brukes luminansmeter med en bredere målekjegle på en kortere
2845 avstand og i en lavere høyde. Det anbefales imidlertid at målekjeglen ikke overskrider 30
2846 minutter, og at måleområdet på veggen ikke er større enn 0,5 m på tvers og 2,5 m på langs;

2847 • For målinger av gjennomsnittlig luminans med bare én avlesning, anbefales måleapparatet
2848 å ha en maske eller skjerm som gjør at bare lys fra det relevante måleområdet blir
2849 inkludert i målingen. Vinkelen på målelinjen anbefales å være på $(89 \pm 0,5^\circ)$ fra normalen
2850 til vegoverflaten;

2851 • Hvis luminansmeteret brukes til overvåking av luminansnivået, har man ikke like strenge
2852 krav til måleområdet avgrensing. Det er heller ikke nødvendig med absolutt kalibrering
2853 av instrumentet, men man må ta hensyn til at luminansmeteret svekkes gjennom
2854 levetiden.

2855 14.4.6.1 Blendingsbegrensning

2856 I tunneler skal ikke synsnedsettende blending f_{TI} være over 15%.

2857 Tunnelbelysningen utformes slik at den ikke blander trafikantene, og det må i
2858 lysberegningene utføres blendingskontroll basert på data for armaturenes lysfordeling og
2859 installasjonens geometri. Synsnedsettende blending uttrykkes som den prosentvise økningen
2860 i luminans som må til for å gjøre et objekt som så vidt er synlig uten blending synlig når
2861 blendingen fra armaturene er til stede. Dette betegnes som terskeløkningen, symboliseres
2862 med bokstavene f_{TI} . Beregningsmetoden er beskrevet i publikasjonene CIE 88-2004 Guide for

2863 the lighting of road tunnels and underpasses og i CIE 31-1976 Glare and uniformity in road
2864 lighting installations.

2865 **14.4.7 Belysning av havarinisjer og snunisjer**

2866 For belysning av nisjer benyttes samme type armaturer som i hengen. Armaturene dempes
2867 tilsvarende som armaturene i hengen. Det forutsettes at belysningsnivået i den delen av
2868 nisjen som er parallelt med kjørebanelen er minst tilsvarende som for kjørebanelen. Armaturene
2869 monteres ca. 3,5 m over kjørebanelen (på toppen av veggelementet hvor dette er montert). På
2870 bakveggen i snunisje monteres en armatur sentrisk i nisjen minimum 4,8 m over kjørearealet.

2871 **14.4.8 Overgangssone til veg i dagen**

2872 Når en tunnel ligger på en ubelyst veg skal det settes opp belysning i dagen på begge sider
2873 av tunnelen. Belysningen skal utføres iht. kravene i klasse M5 i en lengde tilsvarende to
2874 ganger stoppsikten iht. tabell 13-4 for den skiltede hastigheten, men begrenset til maksimalt
2875 200 m.

2876 **14.4.9 Toveistrafikk i enveistrafikkerte tunneløp**

2877 For tunneler med to løp og enveistrafikk vil det til tider være behov for midlertidig toveistrafikk
2878 i et løp. Belysning av innkjørings- og overgangssonen for denne situasjonen utføres ved at
2879 det monteres motlysramaturer på kabelbro sammen med de andre armaturene i midlertidig
2880 innkjøring med luminansnivå iht. tabell 14-4 ÅDT (10) 4000-12000 og skiltet hastighet for
2881 midlertidig toveistrafikk. Overgangssonens lengde settes lik den lengden som er gitt for
2882 aktuelle hastighet iht. tabell 14-1. Luminansnivået for denne situasjonen styres av
2883 luminansmåler i motsatt dagsone for samme løp. Adaptasjonsluminansen for den midlertidige
2884 innkjøringen måles/beregnes fra adaptasjonspunktet som er gitt i tabell 14-1 med den skiltede
2885 hastigheten for toveistrafikk. Denne belysningen benyttes kun ved toveistrafikk i et løp og
2886 settes i funksjon når det etableres tovegtrafikk og slukkes når toveisreguleringen opphører.
2887 For tunneler med to løp som ikke har automatisk omlegging til toveistrafikk i et løp ivaretas
2888 denne funksjonen med en separat kommando satt fra VTS.

2889 **14.4.10 Toveistrafikk i toløpstunneler**

2890 I envegskjørte tunneler benyttes motlysprinsippet for innkjørings- og overgangssonen. For
2891 envegskjørte tunneler hvor det tilrettelegges for toveis trafikk benyttes symmetriske armaturer
2892 i indre sone.

2893 **14.4.11 Kontrastavsløringsfaktoren qc i innkjøringssoner**

2894 For å sikre at kontrastavsløringsfaktoren holdes høyere enn qc 0,6 når belysningen i
2895 innkjørings- og overgangssonene reguleres ned, skal belysningen for indre sone /nattlys
2896 reguleres parallelt med innkjøringsbelysningen i disse områdene. Når innkjøringsbelysningen
2897 slås av, skal de nedregulerte armaturene for indre sone /nattlys settes til samme nivå som for
2898 den øvrige belysningen for indre sone /nattlys.

2899 Adaptasjonsluminansen for belysning i innkjørings- og overgangssoner skal kontinuerlig
2900 måles ved bruk av luminansmåler.

2901 **14.4.12 Innkjøringszone**

2902 Luminansnivået i innkjørings- og overgangssone skal reguleres dynamisk, alternativt i 13 trinn
2903 henholdsvis 0-5-10-15-20-25-30-40-50-60-70-80-90-100 % (lave dimensjoneringsnivåer for
2904 adaptasjonsluminans kan medføre at de laveste trinnene faller bort).

2905 Det skal som minimum legges til en hysteresetid på 60 sekunder for endringer i nivåene. Ved
2906 varierende trinn vil også lengden av innkjøringssonen variere, og dette er viktig å få
2907 implementert for å utnytte energisparepotensialet mest mulig.

2908 14.4.13 Indre sone

2909 Indre sones luminansnivå reguleres mellom dag og nattnivå, fortrinnsvis ved hjelp av
2910 dimming. I tillegg er kravet mellom midnatt og morgen (00:00-05:00) halvert for alle soner,
2911 dog ikke levere enn 0,5 cd/m², grunnet lavere trafikkmengde i dette tidsintervallet. Unntak fra
2912 dette vil være i tilfeller hvor dagtrinn er aktivt i dette tidsintervallet.

2913 14.4.14 Trafikkstyrt belysning

2914 I tunneler med ÅDT < 2500 kjøretøy skal det vurderes bruk av trafikkstyrt belysning. Det kan
2915 være aktuelt med trafikkstyrt belysning for tunneler med ÅDT > 2500 avhengig av timetrafikk
2916 fordelt over døgnet. Detektor for registrering av kjøretøy plasseres 1,5 – 2 ganger
2917 adaptasjonspunktet (se tabell 14-1) fra tunnelmunning. Ved detektering aktiveres belysningen
2918 til dimensjonert nivå. Når det ikke er detektert kjøretøy i tunnelen slukkes belysningen, med
2919 unntak av armaturer for sikkerhetsbelysning. Disse skal alltid stå på.

2920 Bruk av et slikt system forutsetter også benyttelse av lyskilde med kort responstid ved
2921 aktivering, for eksempel LED (dvs. ikke aktuelt å innføre dette i eksisterende tunneler med
2922 alternative lyskilder uten å bytte disse også).

2923 14.4.15 Krav til luminansmåler

2924 Luminansmåler inkludert eventuell ekstern styreboks utføres med minimum IP65.
2925 Signaloverføringen baseres på frekvens, 4-20 mA signal eller digitalt signal og måleområde
2926 100-8000 cd/m² (endring av grense for maksimalt måleområde kan justeres hvis analyse av
2927 stedlige forhold viser lavere maksimal adaptasjonsluminans). Måleren skal peke mot
2928 tunnelportalen i en avstand likt målepunkt for adaptasjonsluminansen gitt i tabell 14-1.
2929 Måleren plasseres fortrinnsvis i/på portal sentrisk over kjørefelt(ene) i retning mot
2930 tunnelmunningen med senter synsakse midt i munningen 1,5 m over kjørebane. Der hvor det
2931 ikke er portal over vegen plasseres måleren på 5 m høy separat mast på høyre side av
2932 kjøreretningen. Masten plasseres fortrinnsvis ikke lenger ut til siden enn 3 m fra hvit kantlinje.
2933 Ved avvik i avstand fra tunnelmunning, høyde over kjørebane eller sidevegs plassering må
2934 dekningsområdet for L₂₀ justeres slik at denne blir tilsvarende som for angitt plassering.

2935 Måleren skal fungere automatisk ved oppstart etter et eventuelt midlertidig strømbrudd.
2936 Luminansmåler skal ha innebygd termostatstyrt varmeelement.

2937 Luminansmålingen utføres etter L₂₀ metoden med cd/m² som måleenhet. Målenøyaktigheten
2938 anbefales å være ± 5 % innenfor det aktuelle måleområdet. Styrenivå opp mot
2939 lysnivåregulering må kalibreres ved igangsettelse og være en del av vurdering i løpet av
2940 tunnelens driftsperiode.

2941 14.4.16 Sikkerhetsbelysning

2942 Sikkerhetsbelysningen er en del av belysningen som skal fortsette å lyse ved utfall av den
2943 ordinære strømforsyningen. Armaturene for sikkerhetsbelysning skal tilkobles
2944 nødstrømforsyning og fortsette å lyse i minimum 1 t pluss innsatstid etter at den ordinære
2945 strømforsyningen har falt ut. Armaturene for sikkerhetsbelysning arrangeres slik at avstanden
2946 mellom disse blir 50 – 70 m.

2947 14.4.17 Evakueringslys

2948 Tunneler skal ha sammenhengende evakueringsbelysning. Evakueringslys monteres som
2949 minimum langs den ene veggen ca. 1 m over banketten. I tunneler med nødutganger skal
2950 evakueringslysene plasseres på samme side som nødutgangene.

2951 Krav til evakueringslys i trafikkrommet er gitt i NS-EN 16276.

2952 I rømningsveier bort fra trafikkrommet skal belysningsnivået i senterlinjen av rømningsveien
2953 være minimum 5 lux med total jevnhet på 0,20 (1:5) og ikke lavere enn 0,5 lux 1,0 m til hver
2954 side av senterlinjen. Når evakueringslyset tennes skal den grønne stripen rundt dørene blinke
2955 (med lysflux 0/ 100 %) med en frekvens på 1 til 4 Hz.

2956 For krav til evakueringslysstriper vises til siste versjon av Technical specification, NMF01
2957 Led luminaires - requirements.

2958 **14.4.18 Midlertidig belysning**

2959 I forbindelse med rehabilitering av tunnelbelysning vil det være behov for å etablere
2960 midlertidig belysning i perioden hvor den ordinære tunnelbelysningen ikke er i drift.

2961 Basert på normalkrav til lysnivå i indre sone dag, gjelder følgende belysningskrav:

- 2962 • ved normalkrav 4 cd/m² gjelder belysningsklasse C0;
- 2963 • ved normalkrav 2 cd/m² gjelder belysningsklasse C1;
- 2964 • ved normalkrav 1 cd/m² gjelder belysningsklasse C3.

2965 Krav til synsnedsettende blending (fT1%) og totaljevnhet (Uo) i henhold til den valgte
2966 belysningsklassen skal oppfylles.

2967 Lysberegninger kan utføres som veglysberegninger i henhold til NS-EN 13201.

2968 Det er ingen krav til forsterket belysning i innkjøringssoner, belysning på tunnelvegger eller
2969 langsgående jevnhet.

2970 Armaturer for midlertidig belysning skal monteres på én rekke tilnærmet sentrisk i heng,
2971 alternativt montert tosidig på tunnelveggene.

2972 Det stilles ikke krav til plan avskjerming for armaturer til midlertidig belysning.

2973 For lystilbakegang skal armaturene tilfredsstillende L80 @ 50000 timer.

2974 **14.5 Lysberegninger og lysmålinger**

2975 **14.5.1 Lysberegninger**

2976 Det skal foretas lysberegninger før installasjon av et belysningsanlegg. Resultater skal
2977 dokumenteres med to desimaler. Beregningene skal utføres i et leverandøruavhengig
2978 beregningsprogram for tunnellysberginger

2979 Lysberegningene utføres som angitt i CIE 189:2010 Calculation of Tunnel Lighting Quality
2980 Criteria eller eventuelle nyere publikasjoner om tunnelbelysning utgitt av CIE.

2981 I lysberegningene skal det tas med reflektert lys fra veggene som bidrag til kjørebans
2982 luminans.

2983 For lysberegninger forutsettes det at alle overflater i tunnelene har diffus refleksjon, med
2984 unntak av kjørebans, hvor vanlige vegdekk C2 benyttes.

2985 **14.5.2 Lysmålinger**

2986 Tunnellysanlegg skal kontrollmåles ved ferdigstilling (før trafikkpåsetting) og dokumenteres å
2987 være i henhold til krav. En verifisering av anlegget sammenlignet med lysberegning, korrigert
2988 for vedlikeholdsfaktor (korrigert til nyverdi), oppsummert i en målerapport (måleverdier fra
2989 feltmålingene vedlegges rapporten) er en del av anleggets FDV dokumentasjon.

2990 Da flere krav er angitt i luminans er det viktig å være klar over at luminans også er avhengig
 2991 av overflatenes refleksjonsegenskaper og dette har vi sjelden kontroll over, selv på nye
 2992 anlegg. Derfor må en samtidig foreta kontroll av illuminansen opp mot lysberegning i samme
 2993 målegrid for en kontroll av installert lysmengde i anlegg. For nivåer gjelder da
 2994 illuminansmålingene, men for jevnhetskravene er det luminansmålingen som gjelder.

2995 VEILEDNING - Se kap. 16.4.9 Lysmålinger

2996 Lysmålinger utføres med:

- 2997 • Luxmåler for kontroll av belyningsnivå. For nivåer er det illuminans, kontrollert mot
 2998 lysberegning korrigert til nyverdi, som benyttes selv om kravet angis i luminans. For krav
 2999 til luxmåler se punkt 14.5.3)
- 3000 • Luminanskamera hvor hele området mellom 2 armaturer registreres og måledata
 3001 bearbejdes i et tilhørende dataprogram, for krav til jevnhet og eventuelt blanding.
 3002 Luminans registreres både for å bestemme adaptasjonsluminansen, L_{20} , og til å
 3003 kontrollere at luminansnivået (kontrolleres mot illuminans i samme målegrid) og jevnheten
 3004 inne i tunnelen er tilnærmet i samsvar med kravene og riktig tilpasset dagslysnivået
 3005 utenfor (den aktuelle adaptasjonsluminansen). Målegrid og utførelse i henhold til CIE
 3006 194:2011 On Site Measurement of the Photometric Properties of Road and Tunnel
 3007 Lighting eller evt. nyere publikasjon fra CIE. Målinger kan også utføres med
 3008 luminansmeter som måler enkeltpunkter i målegridet, men dette er en tidkrevende øvelse
 3009 som gir et mindre nøyaktig resultat og er ikke å anbefale.
- 3010 • Grovkontroll for indikasjon av eksisterende belyningsanleggs tilstand kan foretas med
 3011 luxmeter hvor belyningsnivået måles på et rutenett som er dekkende for variasjonene i
 3012 belyningsstyrke på et vegareal mellom to armaturer (for eksempel en rekke målepunkter
 3013 på tvers av vegen rett under den ene armaturen og en tilsvarende rekke med målepunkter
 3014 på tvers av vegen midt mellom to armaturer, samt en rekke på langs av vegens
 3015 senterlinje).

3016 14.5.3 Måling av belyningsnivåer

3017 Kontrollmålinger av nye belyningsanlegg gjennomføres slik:

- 3018 • Lysberegninger som er utført med en vedlikeholdsfaktor må korrigeres til nyverdi,
 3019 vedlikeholdsfaktor 1,0. Dette gjøres ved at beregnet belyningsstyrke divideres på
 3020 benyttet vedlikeholdsfaktor;
- 3021 • Anlegg basert på lyskilder som trenger innbrennings-/stabiliseringstid bør ha vært i drift i
 3022 minst 100 timer før måling;
- 3023 • Anlegget ute i terrenget må stemme med den teoretiske modellen. Spesielt må følgende
 3024 kontrolleres:
 - 3025 – avstanden mellom armaturene;
 - 3026 – kabelbroens plassering;
 - 3027 – kjørebanebredden;
 - 3028 – at armaturen er montert i riktig høyde over vegen og vinkelrett på senterlinjen.
- 3029 • Måleinstrumentet må ha en ytelse tilpasset formålet med målingene. Det vises til CIE
 3030 231:2019 CIE Classification System of Illuminance and Luminance Meters, CIE class 2;
- 3031 • Måleinstrumentet har gyldig kalibreringssertifikat;
- 3032 • Måleområdet bør være tilnærmet horisontalt;
- 3033 • Alle beregningenes målepunkter på vegbanen markeres;
- 3034 • Hvis anleggets utsendte lys er spenningsavhengig måles den elektriske spenningen og
 3035 registreres ved måleperiodens start og slutt;
- 3036 • Temperaturen 1 m over vegbanen måles ved måleperiodens start og slutt;
- 3037 • Måleinstrumentet plasseres horisontalt på vegen, og ikke høyere enn 20 cm over
 3038 vegbanen.

3039 Hvis det ikke er mulig å gjennomføre målinger i alle målepunktene, kan antall punkter
3040 reduseres, men nøyaktigheten vil da bli dårligere.

3041 **15 Bruer og ferjekaier**

3042 **15.1 Generelt**

3043 I forbindelse med nye bruer som skal etableres over en seilingsled, og ved nye tiltak i
3044 forbindelse med ferjekai, skal Kystverket kontaktes for avklaring vedrørende nye
3045 installasjoner til navigasjons-innretninger. Videre skal den som tildeler løyvet for kaia
3046 kontaktes.

3047 **15.2 Fordelingssystem**

3048 Ferjekaier på samme samband skal ha likt fordelingssystem. Fordelingssystemet skal
3049 avklares via løyveutsteder med ferjerederiet og tilpasses reservestrømsystem fra ferje til
3050 landstrømskontakt.

3051 **15.3 Ytre påvirkninger**

3052 Kapslingsgrad for elektrisk utstyr skal minst være:

- 3053 • innvendig i avlukkede rom: IP 54;
- 3054 • utvendig, generelt: IP 65.

3055 Det skal tas spesielle hensyn til utstyr som skal plasseres utvendig i nærheten av vann og i
3056 pongtonger. Nødvendig IP-grad skal vurderes som en del av risikovurderingen.

3057 For trekonstruksjoner skal behovet for lynvern vurderes i hvert enkelt tilfelle. Der hvor det
3058 etableres lynvernanlegg skal dette tilfredsstille kravene gitt i NEK EN 62305.

3059 **15.4 Tilgjengelighet**

3060 Utstyr bør plasseres slik at vedlikehold og utskiftning kan skje fra bru, brukasse og brutårn.
3061 Det skal ikke monteres utstyr som medfører bruk av ekstraordinære sikkerhetstiltak.

3062 Lys på brufundamenter/pilarer skal monteres slik at det er enkelt, rimelig og trygt å foreta
3063 vedlikehold av armaturer.

3064 **15.5 Jording**

3065 Bru- og kaikonstruksjoner skal utstyres med jordingsanlegg der de er utrustet med elektriske
3066 lavspennings-, høyspennings- eller ekominstallasjoner, har lynvernanlegg eller er føringsvei
3067 for høyspenningskabler.

3068 Det skal vurderes om brua og kaia på et senere tidspunkt kan bli utrustet med elektriske
3069 anlegg eller lynvernanlegg. Dersom dette er aktuelt, skal det være forberedt og tilrettelagt for
3070 etablering av jordingsanlegg. Jordingsanlegget skal etableres i tråd med generelle krav
3071 beskrevet i kapittel 7.9.

3072 Jordingsanlegget skal vurderes spesielt for bruer og andre bærende konstruksjoner der
3073 elektrisk skinnegående trafikk krysser over, under, passerer nær inntil, eller som har andre
3074 former for høyspenningsanlegg i nærheten, Prosjekterte løsninger skal forelegges de
3075 respektive baneforvaltere. Farer og problemer med returstrøm fra baneanleggene skal
3076 utredes. Det skal etableres jordingsforbindelse over brulager som forbinder armeringen på
3077 hver side.

3078 15.6 Føringsveier

3079 15.6.1 Trekkerør

3080 Detaljer av trekkerør og trekkekummer er beskrevet i vegnormal N200 Vegbygging. Der det
3081 benyttes innstøpte trekkerør for høyspenningskabler av metall, skal rørene tilkobles
3082 utjevningsforbindelse til jord og eventuelle skjøter skal sveises.

3083 Kabler på ferjekai skal føres i trekkerør fram til utstyr. Ved overganger fra rør i dekke til
3084 fastmontert utstyr, skal det brukes rustfrie rør i henhold til NS-EN 10088, type 1.4404, eller
3085 panserslanger.

3086 I løsmasser benyttes PP/PE/PVC-rør SN8 i dimensjon minimum Ø 75 mm.

3087 På ferjekai skal det benyttes minimum Ø 75 mm stive PP/PE/PVC-rør som trekkerør til
3088 belysning. Det skal etableres trekkekum utenfor teknisk rom på ferjekai. Trekkekummer bør
3089 plasseres utenfor normalt kjøreareal og skal ha drenering og kjøresikkert hengslet lokk og
3090 være i henhold til vegnormal N200.

3091 MERKNAD – For trekkerør til kabler med små tverrsnitt, f.eks. til styringsorganer som givere og detektorer, kan
3092 størrelsen på rørene tilpasses kablene

3093 Reserverør og trekkerør Ø 75 mm for veglys ved biloppstillingsplass bør legges ut til drenert
3094 kum og videre ut til løsmasseområde. Det bør monteres en trekkekum utenfor
3095 oppstillingsplass hvor trekkerør kan avsluttes.

3096 15.6.2 Kabelstiger og kabelbruer

3097 Kabelstiger, kabelbruer og oppheng skal være i rustfritt stål i henhold til NS-EN 10088, type
3098 1.4404.

3099 Rør for andre formål, skal ikke benyttes til å feste kabler. Det skal være egne separate
3100 gjennomføringer for kabler.

3101 15.7 Fordelinger

3102 Fordelinger plasseres hovedsakelig i teknisk rom, landkar eller utvendig utført med tiltak mot
3103 kondens, for eksempel som dobbeltvegget skap.

3104 Fordelinger skal ikke plasseres under fuger.

3105 Fordelinger, styringssystemer og/eller hydrauliske drivaggregater og annet utstyr skal ikke
3106 ligge lavere enn vannstanden tilsvarende en flom med gjentaksintervall 200 år.

3107 Hovedfordelinger for ferjekai skal bygges som to skap tilrettelagt for to abonnemeter, en for
3108 rederiets landstrøm og en for forvalter av ferjekai og øvrige installasjoner.

3109 Det bør vurderes meldekontakt på dører til fordelinger dersom det ikke er montert på
3110 adkomstdør/luke.

3111 15.8 Innvendig belysning og arbeidsstrøm

3112 Det skal installeres belysning i hulrom som benyttes som gangveg, eller som er tilgjengelig for
3113 inspeksjon. Det skal minst være en lysbryter ved hver utgang hvor hele belysningsanlegget
3114 skal kunne slås av/på. Lyset skal slukkes automatisk etter 12 timer.

3115 Lysbrytere skal monteres ved alle inspeksjonsluker/dører. I gangsoner skal lysnivået være
3116 minimum 20 lux med jevnhet 0,4 eller bedre.

3117 Det skal installeres uttak for arbeidsstrøm av typen 4x32 A der fordelingsystemet er TN-nett
3118 og 3x32 A der det er IT-nett. Uttakene skal plasseres i kassebruer, hengebruer og
3119 skråstagbruer. Uttakene skal plasseres innvendig i tårnet ved kjørebanelivå, i tårntopp, i
3120 bunnen av hule søyler og innvendig i brukassen ved hver ende og med 50 meters mellomrom.
3121 Bevegelige bruer, ferjekaier og bommer.

3122 MERKNAD – Det er ikke krav til bruk av samtidighetsfaktorer for uttak til arbeidsstrøm

3123 Bommer og maskineriet som driver bevegelige deler i bruer og ferjekaier er å betrakte som
3124 maskiner og skal planlegges, prosjekteres, utføres, driftes og vedlikeholdes etter
3125 maskinregelverket.
3126

NEK 600:2024 høringsutgave

3127 **16 Tillegg**

3128 **16.1 Fordelinger (normativt)**

3129 Tabellene i NEK 439 del C, tillegg C og D er benyttet som utgangspunkt for brukerkrav i
 3130 fordelinger for veg-infrastruktur. Tillegg 16.1 beskriver generelle minimumskrav for de typer
 3131 av fordelinger som omtales i tilleggget. Det skal også gjennomføres en risikovurdering for
 3132 enhver fordeling som bygges. Risikovurderingen skal bl. annet ta hensyn til de stedlige
 3133 forhold og de spesifikke egenskapene til fordelingene.

3134 **16.1.1 Fordeling for veglysanlegg**

16.1.1 Fordeling for veglysanlegg				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Jordingssystem	3.2	Fabrikantens standard, valgt for å passe til lokale krav	TT TN-C TN-C-S TN-S IT	Velg
Nominell spenning (V)	3.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Maks 1000 V AC eller 1500 V DC	Velg
Transiente overspenninger	3.4, 3.5	Fastsatt av det elektriske systemet	Overspennings kategori I-III	Overspenningsvern type 1 og type 2 for fordelinger i dagen, og type 2 for andre fordelinger. Utstyr med støtspenningsholdfasthet tilsvarende overspenningskategori 1 skal i tillegg beskyttes med overspenningsvern type 3
Temporære overspenninger	3.5	Nominell systemspenning + 1200 V	Ingen	Minimum kategori III. For fordelinger i dagen anbefales kategori IV for tavlesystemet
Merkefrekvens f_n (Hz)	3.6	Iht. lokale installasjonsforhold	DC 50 Hz 60 Hz	50 Hz
Forventet kortslutningsstrøm ved forsyningskoblingsklemmene I_{cp} (kA)	4.2	Fastsatt av det elektriske systemet	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i nøytrallederen	4.3	60% av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i beskyttelseskreten	4.4	Maks 60% av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
SCPD i den	4.5	Iht. lokale	Ja	Fordeling forsynt direkte

16.1.1 Fordeling for veglysanlegg				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
innkommende funksjonsheten		installasjonsforhold	Nei	fra nettselskap: Ja Fordeling forsynt fra egne anlegg, eks tunnel: Nei, men det er krav til frakobling av fordelingen. Dette skal ivaretas i innkommende funksjonsheten.
Koordinering av kortslutningsvern, inklusive detaljer vedrørende eksternt kortslutningsvern.	4.6	Iht. lokale installasjonsforhold	Ingen	Vern skal velges slik at det oppnås selektivitet til minimum 1500 A. ved kortslutning i første mast på kursen. Backup aksepteres der det ikke kommer i konflikt med selektivitetskrav.
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – grunnleggende beskyttelse (beskyttelse mot direkte kontakt)	5.2	Grunnleggende beskyttelse	Iht. lokale installasjonskrav	Primærside av kortslutningsvern iht. min IP3X Fra sekundærside av KV iht. min IP2X
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – Beskyttelse ved feil (beskyttelse mot indirekte kontakt)	5.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Automatisk utkobling av strømtilførselen	Automatisk utkobling
			Elektrisk adskillelse	
			Total isolasjon	
Lokalisering	6.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Innendørs	Utendørs
			Utendørs	
Beskyttelse mot inntrengning av faste fremmedlegemer og av væske	6.3	Innendørs (kapslet) IP2X	IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X, IP6X	Minimum beskyttelsesgrad IP55
		Utendørs: Minst IP23		
Eksternt mekanisk støt (IK)	6.4	Innendørs: IK05 Utendørs: IK07	Ingen	IK10
Motstand mot UV-stråling (gjelder for utendørs fordelinger, med mindre noe annet er spesifisert)	6.5	Innendørs: Ikke relevant	Ingen	Med mindre tiltak angående plassering er iverksatt må fordelinger regnes å være utsatt for sollys.
		Utendørs:		
		Temperert klima		
Motstand mot korrosjon	6.6	Normale innendørs / utendørs arrangementer	Ingen	Fasthet B
Omgivelsesluft-				-25 °C (lokale forhold)

16.1.1 Fordeling for veglysanlegg				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
temperatur - Nedre grense	6.7	Innendørs: -5 °C Utendørs: -25 °C	Ingen	hensyntas)
Omgivelsesluft-temperatur - Øvre grense	6.7	40 °C	Ingen	Ingen
Omgivelsesluft-temperatur – Maksimalt daglig gjennomsnitt	6.7	35 °C	Ingen	25 °C
Innvendig temperatur i fordelinger ved normal drift	6.7.101	Ingen	Ingen	Må beregnes og dimensjoneres i forhold til utstyrets funksjonsgrense. Maksimum tillatt temperatur er 40 °C. Minimum tillatt temperatur er -5 °C
Maksimal relativ fuktighet	6.8	Innendørs: 50 % ved 40 °C Utendørs: 100 % ved 25 °C	Ingen	Utendørs
Forurensningsgrad i installasjons-omgivelsene	6.9	Industriell: 3	1 / 2 / 3 / 4	3 for land 4 for by
EMC-omgivelse (A eller B)	6.11	A / B	A / B	B
Spesielle driftsforhold, (for eksempel vibrasjon, eksepsjonell kondensering, korrosiv omgivelse, sterke elektriske eller magnetiske felter, sopp, smådyr, eksplosjonsfarer, kraftig vibrasjon og støt, jordskjelv)		Ingen spesielle driftsforhold	Ingen	Gnagere, insekter ol. Vinterdrift med snø og brøytebelastning.
Type	7.2	Fabrikantens standard	Forskjellige, For eksempel gulvstående / veggmontert	Frittstående med sokkel på minimum 400 mm høyde fra bakkenivå til dør. Festet til sidemontert trekkefum.
Stasjonær/flyttbar	7.3	Stasjonær	Stasjonær Flyttbar	Stasjonær
Ledertyper for eksterne ledere	7.5	Fabrikantens standard	Kabel Strømskinne-system	Kabel
Retning(er) for eksterne ledere	7.6	Fabrikantens standard	Ingen	Bunn

16.1.1 Fordeling for veglysanlegg				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Ledermateriale for eksterne ledere	7.7	Kobber	Kobber Aluminium	Tilkoblingsklemmer for Al og Cu iht. spesifisert kabel
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne ledere	7.8	Som definert i normen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne PE-, N- og PEN-ledere	7.9	Som definert i normen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Spesielle krav til identifikasjon av tilkoblinger	7.10	Fabrikantens standard	Ingen	Tverrfaglig merkesystem anbefales (TFM) - vurderes av bruker
Pakkingsdetaljer	8.5	Fabrikantens standard	Ingen	Beskyttes mot transportskader
Adkomst til manuelt betjente innretninger	9.2	Ikke-sakkyndige personer	Ingen	Sakkyndig / instruert personer
Plassering av manuelt betjente innretninger	9.2	Lett tilgjengelige	Ingen	
Isolasjon av utstyr for lastinstallasjoner	9.3	Fabrikantens standard	Individuell Grupper Alle	Alle
Krav relatert til tilgjengelighet for inspeksjon og lignende operasjoner	10.2	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget.
Krav relatert til tilgjengelighet for vedlikehold i drift for autoriserte personer	10.3	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget. Det skal være fri avstand foran skap tilsvarende dørbredde + 600mm
Metode for tilkobling av funksjonsenheter	10.6	Fabrikantens standard	Ingen	DDD
Beskyttelse mot direkte kontakt med farlige interne deler under vedlikehold eller oppgradering (for eksempel funksjonsenheter, hovedsamleskinner, fordelingsamleskinner)	10.5	Ingen krav til beskyttelse under vedlikehold eller oppgradering	Ingen	Alle komponenter skal kunne spenningsmåles. Omfattes av NEK 400, kap 6 Verifikasjon. Ved åpen dør skal fordelingen ha beskyttelsesgrad på minimum IP2X
Fordelingens merkestrøm I_{nA} (A)	11.2	≤ 250 A	Ingen	Som prosjektert
Kretsenes merkestrøm I_{nc} (ampere)	11.3	≤ 500 A	Ingen	Som prosjektert

16.1.1 Fordeling for veglysanlegg				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Merkesamtidighetsfaktor	11.4	Som definert i standarden	RDF for grupper av kretser	RDF=1 for hele fordelingen
			RDF for hele fordelingen	
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.2	100 %	Ingen	100 %
Faseledere ≤ 16 mm ²				
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.3	50 %	Ingen	100 %
Faseledere > 16 mm ²				
Krav relatert til tilgjengelighet for driftspersonell		Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Fordelingen skal være plassert lett tilgjengelig slik at service og vedlikehold kan utføres på en forsvarlig og sikker måte, gjerne i tilknytning til servicenisjer o.l.
Utvidelsesmulighet belastningsmessig på hovedvern.		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Utvidelsesmulighet plassmessig (fysisk areal)		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Låssystemer			Ingen	System avklares med bruker
Lakktype og farge			Ingen	Avklares med bruker
Tiltak mot kondens			Ingen	Innvendige overflater og utstyr i fordelinger skal ikke utsettes for kondens. Eksempler på tiltak kan være: - dobbeltvegget kapsling; - termostatstyrt varmeelement; - ventilasjon.

3135

3136

3137

3138

16.1.2 Utendørs plassert fordeling for trafikkregistreringsstasjon og automatisk trafikkontroll (ATK)

16.1.2 Utendørs plassert fordeling for trafikkregistrering og automatisk trafikkontroll (ATK)				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Jordingssystem	3.2	Fabrikantens standard, valgt for å passe til lokale krav	TT TN-C TN-C-S TN-S IT	Velg
Nominell spenning (V)	3.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Maks 1000 V AC eller 1500 V DC	Velg
Transiente overspenninger	3.4, 3.5	Fastsatt av det elektriske systemet	Overspennings kategori III	Overspenningsvern type 1 og type 2 for fordelinger i dagen, og type 2 for andre fordelinger. Utstyr med støtspenningsholdfasthet tilsvarende overspenningskategori 1 skal i tillegg beskyttes med overspenningsvern type 3
Temporære overspenninger	3.5	Nominell systemspenning + 1200 V	Ingen	Minimum kategori III. For fordelinger i dagen anbefales kategori IV for tavlesystemet.
Merkefrekvens f_n (Hz)	3.6	Iht. lokale installasjonsforhold	50 Hz 60 Hz	50 Hz
Forventet kortslutningsstrøm ved forsyningskoblingsklemmene I_{cp} (kA)	4.2	Fastsatt av det elektriske systemet	Ingen	Alle verdier nødvendig for beregning skal innhentes fra nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i nøytrallederen	4.3	60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for beregning skal innhentes fra nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i beskyttelseskretsen	4.4	Maks 60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for beregning skal innhentes fra nettleverandør.
Kortslutningsvern (SCPD) i den innkommende funksjonsenheten	4.5	Iht. lokale installasjonsforhold	Ja Nei	Fordelinger forsynt direkte fra nettselskap: Ja Fordeling forsynt fra egne anlegg, eks tunnel: Nei, men det er krav til frakobling av fordelingen. Dette skal ivaretas i innkommende

16.1.2 Utendørs plassert fordeling for trafikkregistrering og automatisk trafikkontroll (ATK)				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
				funksjonsenhet.
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – grunnleggende beskyttelse (beskyttelse mot direkte kontakt)	5.2	Grunnleggende beskyttelse	Iht. lokale installasjonskrav	På betjeningspunkt for utstyret i fordelingen: minimum beskyttelsesgrad IP2XC. Primærside av kortslutningsvern beskyttes med minimum beskyttelsesgrad IP3X
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – Beskyttelse ved feil (beskyttelse mot indirekte kontakt)	5.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Automatisk utkobling av strømtilførselen	Automatisk utkobling
			Elektrisk adskillelse	
			Total isolasjon	
Lokalisering	6.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Innendørs Utendørs	Utendørs
Beskyttelse mot inntrengning av faste fremmedlegemer og av væske	6.3	Innendørs (kapslet) IP2X	IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X, IP6X Etter fjerning av utskiftbare enheter: Som for tilkoblet posisjon. Redusert beskyttelse iht. fabrikantens standard	Minimum beskyttelsesgrad IP55
		Utendørs: Minst IP23		
Eksternt mekanisk støt (IK)	6.4	Innendørs: IK05 Utendørs: IK 07	Ingen	IK10
Motstand mot UV-stråling (gjelder for utendørs fordelinger, med mindre noe annet er spesifisert)	6.5	Innendørs: Ikke relevant	Ingen	Med mindre tiltak angående skjermet plassering er iverksatt må fordelinger regnes å være utsatt for sollys.
		Utendørs: Temperert klima		
Motstand mot korrosjon	6.6	Normale innendørs / utendørs arrangementer	Ingen	Fasthet B
Omgivelseslufttemperatur - Nedre grense	6.7	Innendørs: - 5 °C	Ingen	-25 °C (lokale forhold hensyntas)
		Utendørs: - 25 °C		
Omgivelseslufttemperatur – Maksimalt daglig gjennomsnitt	6.7	35 °C	Ingen	25 °C

16.1.2 Utendørs plassert fordeling for trafikkregistrering og automatisk trafikkontroll (ATK)				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Innvendig temperatur i fordelinger ved normal drift	6.7.101	Ingen	Ingen	Må beregnes og dimensjoneres i forhold til utstyrets funksjonsgrense. Max tillatt temperatur er 40 °C. Minimum tillatt temperatur er -5 °C
Maksimal relativ fuktighet	6.8	Innendørs: 50 % ved 40°C	Ingen	Utendørs
		Utendørs: 100 % ved 25°C		
Forurensningsgrad i installasjons-omgivelsene	6.9	2	1 / 2 / 3 / 4	3 for land 4 for by
EMC-omgivelse (A eller B)	6.11	A / B	A / B	B
Spesielle driftsforhold (for eksempel vibrasjon, eksepsjonell kondensering, korrosiv omgivelse, sterke elektriske eller magnetiske felter, sopp, smådyr, eksplosjonsfarer, kraftig vibrasjon og støt, jordskjelv)		Ingen spesielle driftsforhold	Ingen	Gnagere, insekter ol. Vinterdrift med snø og brøytebelastning
Type	7.2	Fabrikantens standard	Forskjellige For eksempel gulvstående / veggmontert	Frittstående med sokkel på minimum 400 mm høyde fra bakkenivå til dør. Alternativt vegghengt montasje
Stasjonær/flyttbar	7.3	Stasjonær	Ingen	Stasjonær
			Flyttbar	
Ledertyper for eksterne ledere	7.5	Fabrikantens standard	Kabel Strømskinne-system	Kabel
Retning(er) for eksterne ledere	7.6	Fabrikantens standard	Ingen	Bunn
Ledermateriale for eksterne ledere	7.7	Kobber	Kobber Aluminium	Tilkoblingsklemmer for Al og Cu iht. spesifisert kabel
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne ledere	7.8	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne PE-, N- og	7.9	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt

16.1.2 Utendørs plassert fordeling for trafikkregistrering og automatisk trafikkontroll (ATK)				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
PEN-ledere				
Spesielle krav til identifikasjon av tilkoblinger	7.10	Fabrikantens standard	Ingen	Tverrfaglig merkesystem anbefales (TFM) - vurderes av bruker
Pakkingsdetaljer	8.5	Fabrikantens standard	Ingen	Beskyttes mot transportskader
Adkomst til manuelt betjente innretninger	9.2			Ikke-sakkyndige personer (BA1)
			Ikke-sakkyndige personer	
Isolasjon av utstyr for lastinstallasjon	9.3	Fabrikantens standard	Individuell	Alle
			Grupper	
			Alle	
Krav relatert til tilgjengelighet for inspeksjon og lignende operasjoner	10.2	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget.
Krav relatert til tilgjengelighet for vedlikehold i drift for autoriserte personer	10.3	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget.
Metode for tilkobling av funksjonsenheter	10.6	Fabrikantens standard	Ingen	DDD
Beskyttelse mot direkte kontakt med farlige interne deler under vedlikehold eller oppgradering (for eksempel funksjonsenheter, hovedsamleskinner, fordelingssamleskinner)	10.5	Ingen krav til beskyttelse under vedlikehold eller oppgradering	Ingen	Alle komponenter skal kunne spenningsmåles. Omfattes av NEK 400, kap 6 Verifikasjon. Ved åpen dør skal fordelingen ha beskyttelsesgrad på minimum IP2XC
Fordelingens merkestrøm I_{nA} (A)	11.2	≤ 250 A	Ingen	Som prosjektert
Kretsens merkestrøm I_{nC} (ampere)	11.3	≤ 125 A	Ingen	Som prosjektert
Merkesamtidighetsfaktor	11.4	Som definert i standarden	RDF for grupper av kretser	RDF=1 for hele fordelingen
			RDF for hele fordelingen	
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.2	100 %	Ingen	100 %

16.1.2 Utendørs plassert fordeling for trafikkregistrering og automatisk trafikkontroll (ATK)				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Faseledere $\leq 16 \text{ mm}^2$				
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.3	50 %	Ingen	100 %
Faseledere $> 16 \text{ mm}^2$		(min. 16 mm^2)		
Krav relatert til tilgjengelighet for driftspersonell		Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Fordelingen skal være plassert lett tilgjengelig slik at service og vedlikehold kan utføres på en forsvarlig og sikker måte, gjerne i tilknytning til servicenίσjer o.l.
Utvidelsesmulighet belastningsmessig på hovedvern.		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Utvidelsesmulighet plassmessig (fysisk areal)		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Låssystemer			Ingen	Avklares med bruker
Lakktype og farge			Ingen	Avklares med bruker
Tiltak mot kondens og lave temperaturer			Ingen	Innvendige overflater og utstyr i fordelinger skal ikke utsettes for kondens. Eksempler på tiltak kan være: - dobbeltvegget kapsling; - termostatstyrt varmeelement; - ventilasjon.

3139

3140 **16.1.3 Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom**

16.1.3 Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom, gjelder også for maskinfordelinger. I tillegg gjelder kravene i NEK EN 60204-1.				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Jordingssystem	3.2	Fabrikantens standard, valgt for å passe til lokale krav	TT	TN-C-S som hovedregel. Der anlegget forsynes fra eksisterende allment nett kan IT- og TT-nett benyttes
			TN-C	
			TN-C-S	
			TN-S	
			IT	
Nominell spenning (V)	3.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Maks 1000 V AC eller 1500 V DC	Velg

16.1.3 Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom, gjelder også for maskinfordelinger. I tillegg gjelder kravene i NEK EN 60204-1.				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Transiente overspenninger	3.4, 3.5	Fastsatt av det elektriske systemet	Overspennings-kategori I / II / III / IV	Overspenningsvern type 1 og type 2 for fordelinger i dagen, og type 2 for andre fordelinger. Utstyr med støtspennings-holdfasthet tilsvarende overspenningskategori 1 skal i tillegg beskyttes med overspenningsvern type 3
Temporære overspenninger	3.5	Nominell systemspenning + 1200 V	Ingen	Minimum kategori III.
Merkefrekvens f_n (Hz)	3.6	Iht. lokale installasjons-forhold	DC 50 Hz 60 Hz	50 Hz
Krav om tilleggsprøving på monteringssted:	3.7	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Fordelinger som består av flere transportenheter med skinneføringer som sammenkobles, skal verifiseres av fabrikant av fordelingen
Ledningsføring, driftsytelser og funksjon				
Forventet kortslutningsstrøm ved forsynings koblingsklemmene I_{cp} (kA)	4.2	Fastsatt av det elektriske systemet	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i nøytrallederen	4.3	60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i beskyttelseskretsen	4.4	Maks 60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
Kortslutningsvern (SCPD) i den innkommende funksjonsenheten	4.5	Iht. lokale installasjons-forhold	Ja Nei	Fordeling forsynt direkte fra nettselskap: Ja. Fordelinger forsynt fra egne anlegg, eks tunnel: Nei, men det er krav til frakobling av fordelingen. Dette skal ivaretas i innkommende funksjonsenhet
Kortslutningsholdfasthet	4.5		Icc eller Ipk/Icw	Icw 1 sek og Ipk skal benyttes
Koordinering av kortslutningsvern, inklusive detaljer vedrørende eksternt kortslutningsvern	4.6	Iht. lokale installasjons-forhold	Ingen	Lastbrytere og kontaktorer skal være koordinert med vern for kursen, i samsvar med produsentens dokumentasjon. Alle vern skal være av samme fabrikat. Starterkoordinasjon skal være "koordinasjon type 2".

16.1.3 Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom, gjelder også for maskinfordelinger. I tillegg gjelder kravene i NEK EN 60204-1.				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
				For mykstartere kan «koordinasjon type 1» benyttes.
Selektivitet	4.6		Ingen	Full selektivitet mellom effektbrytere. For automatsikringer / jf automater aksepteres backup når kortslutningsstrømmen er over 10 kA, men det kreves da full selektivitet på de siste 20% av kabel før beskyttet forbruksutstyr.
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – grunnleggende beskyttelse (beskyttelse mot direkte kontakt)	5.2	Grunnleggende beskyttelse	Iht. lokale installasjonskrav	NEK TR 439-0: Avskjerming og kapslinger 5.2.3. Ved arbeid inne i en funksjonsenhet skal vernet i funksjonsenheten ha minimum beskyttelsesgrad på IP3X på forsyningsiden.
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – Beskyttelse ved feil (beskyttelse mot indirekte kontakt)	5.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Automatisk utkobling av strømtilførselen	Automatisk utkobling
			Elektrisk adskillelse	
			Total isolasjon	
Lokalisering	6.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Innendørs Utendørs	Innendørs
Beskyttelse mot inntrengning av faste fremmedlegemer og av væske	6.3	Innendørs (kapslet) IP2X	IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X, IP6X	Minimum beskyttelsesgrad IP2X
		Utendørs: Minst IP23		
Beskyttelse etter fjerning av uttrekkbare enheter	6.3		Som for tilkoblet posisjon	Redusert beskyttelse iht. fabrikantens standard
			Redusert beskyttelse iht. fabrikantens standard	
Eksternt mekanisk støt (IK)	6.4	Ingen	Ingen	IK07
Motstand mot korrosjon	6.6	Normale innendørs / utendørs arrangementer	Ingen	Fasthet A
Omgivelseslufttemperatur - Nedre grense	6.7	Innendørs: -5 °C	Ingen	-5
		Utendørs:		

16.1.3 Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom, gjelder også for maskinfordelinger. I tillegg gjelder kravene i NEK EN 60204-1.				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
		-25 °C		
Omgivelseslufttemperatur - Øvre grense	6.7	40 °C	Ingen	30 °C
Omgivelseslufttemperatur – Maksimalt daglig gjennomsnitt	6.7	35 °C	Ingen	25 °C
Innvendig temperatur i fordelingen ved maksimal drift, inklusive full bestyking av reserveplasser.	6.7.101	Ingen	Ingen	Må beregnes og dimensjoneres i forhold til utstyrets funksjonsgrense. Maksimum tillatt temperatur er 40 °C
Maksimal relativ fuktighet	6.8	Innendørs: 50 % ved 40 °C	Ingen	Innendørs
		Utendørs: 100% ved 25°C		
Forurensningsgrad i installasjons-omgivelsene	6.9	Industriell: 3	1 / 2 / 3 / 4	3
EMC-omgivelse (A eller B)	6.11	A / B	A / B	B
Spesielle driftsforhold (for eksempel vibrasjon, eksepsjonell kondensering, korrosiv omgivelse, sterke elektriske eller magnetiske felter, sopp, smådyr, eksplosjonsfarer, kraftig vibrasjon og støt, jordskjelv)		Ingen spesielle driftsforhold	Ingen	Gnagere, insekter ol
Type	7.2	Fabrikantens standard	Forskjellige, For eksempel gulvstående / veggmontert	Frittstående med sokkel.
Stasjonær/flyttbar	7.3	Stasjonær	Stasjonær	Stasjonær
			Flyttbar	
Ledertyper for eksterne ledere	7.5	Fabrikantens standard	Kabel	Valgfritt
			Strømskinne-system	
Ledermateriale for eksterne ledere	7.7	Kobber	Kobber	Tilkoblingsklemmer for Al og Cu iht. spesifisert kabel
			Aluminium	
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne ledere	7.8	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt

16.1.3 Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom, gjelder også for maskinfordelinger. I tillegg gjelder kravene i NEK EN 60204-1.				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne PE-, N- og PEN-ledere	7.9	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Spesielle krav til identifikasjon av tilkoblinger	7.10	Fabrikantens standard	Ingen	Tverrfaglig merkesystem anbefales (TFM) - vurderes av bruker
Transportmetoder	8.3	Fabrikantens standard	Ingen	Valgfritt
Pakkingsdetaljer	8.5	Fabrikantens standard	Ingen	Beskyttes mot transportskader
Adkomst til manuelt betjente innretninger	9.2		Autoriserte personer	Sakkyndig / instruert personer
			Ikke-sakkyndige personer	
Plassering av manuelt betjente innretninger	9.2	Lett tilgjengelige	Ingen	Standard
Isolasjon av utstyr for lastinstallasjon	9.3	Fabrikantens standard	Individuell	Alle
			Grupper	
			Alle	
Krav relatert til tilgjengelighet for inspeksjon og lignende operasjoner	10.2	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling, feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget.
Krav relatert til tilgjengelighet for vedlikehold i drift for autoriserte personer	10.3	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling, feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget.
Krav relatert til tilgjengelighet i drift for utvidelse i drift ved spenningsatt fordeling	10.4	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Utvidelser og endringer utføres på spenningsløst anlegg.
Metode for tilkobling av funksjonsheter	10.6	Fabrikantens standard	Ingen	DDD
Beskyttelse mot direkte kontakt med farlige interne deler under vedlikehold eller oppgradering (for eksempel funksjonsheter, hovedsamleskinner, fordelingssamleskinner)	10.5	Ingen krav til beskyttelse under vedlikehold eller oppgradering	Ingen	Alle komponenter skal kunne spenningsmåles. Omfattes av NEK 400, kap 6 Verifikasjon. Ved åpen dør skal fordelingen ha beskyttelsesgrad på minimum IP2X
Form	10.8		Form 1, 2, 3, 4	3B eller 4A for vern med fast In fra og med 125 A og justerbare vern med

16.1.3 Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom, gjelder også for maskinfordelinger. I tillegg gjelder kravene i NEK EN 60204-1.				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
	Tabell B.1			innstilt verdi høyere eller lik 125A. Formkrav 2B for øvrige vern. Utstyrets egen kapsling aksepteres ikke som skille mellom funksjonsheter.
Fordelingens merkestrøm I_{nA} (A)	11.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Kretsenes merkestrøm I_{nc} (ampere)	11.3	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Merkesamtidighets-faktor	11.4	Som definert i standarden	RDF for grupper av kretser	RDF=1 for hele fordelingen
			RDF for hele fordelingen	
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.2	100 %	Ingen	100 %
Faseledere $\leq 16 \text{ mm}^2$				
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.3	50 %	Ingen	100 %
Faseledere $> 16 \text{ mm}^2$				
Krav relatert til tilgjengelighet for driftspersonell	xx.1	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Fordelinger med skinneføringer skal plasseres i rommet slik at drift, vedlikehold og termografering kan utføres fra for- og bakside av fordelinger. Skapdører hengsles slik at de lukkes naturlig ved rømning. Det henvises videre til krav i NEK 400-7, avsnitt 729.
Utvidelsesmulighet belastningsmessig på hovedvern.		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %

16.1.3 Fordeling for kraftfordeling i teknisk rom, gjelder også for maskinfordelinger. I tillegg gjelder kravene i NEK EN 60204-1.				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Utvidelsesmulighet plassmessig (fysisk areal)		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Låssystemer			Ingen	System avklares med bruker

3141

3142

16.1.4 Fordeling for nødstrøm i teknisk rom

16.1.4 Fordeling for nødstrøm i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Jordingssystem	3.2	Fabrikantens standard, valgt for å passe til lokale krav	TT TN-C TN-C-S TN-S IT	TN-C-S som hovedregel. Der anlegget forsynes fra eksisterende allment nett kan IT- og TT-nett benyttes
Nominell spenning (V)	3.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Maks 1000 V AC eller 1500 V DC	Velg
Transiente overspenninger	3.4, 3.5	Fastsatt av det elektriske systemet	Overspenningskategori I / II / III / IV	Overspenningsvern type 1 og type 2 for fordelinger i dagen, og type 2 for andre fordelinger. Utstyr med støtspenningsholdfasthet tilsvarende overspenningskategori 1 skal i tillegg beskyttes med overspenningsvern type 3
Temporære overspenninger	3.5	Nominell systemspenning + 1200 V	Ingen	Minimum kategori III.
Merkefrekvens f_n (Hz)	3.6	Iht. lokale installasjonsforhold	DC 50 Hz 60 Hz	50 Hz
Forventet kortslutningsstrøm ved forsyningskoblingsklemmene I_{cp} (kA)	4.2	Fastsatt av det elektriske systemet	Ingen	Alle verdier nødvendig foranleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i nøytrallederen	4.3	60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra

16.1.4 Fordeling for nødstrøm i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
				nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i beskyttelseskreten	4.4	Maks 60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
Kortslutningsvern (SCPD) i den innkommende funksjonsenheten	4.5	Iht. lokale installasjonsforhold	Ja	Nei, men det er krav til frakobling av fordelingen. Dette skal ivaretas i innkommende funksjonsenhet.
			Nei	
Kortslutningsholdfasthet	4.5		Icc eller Ipk/Icw	Icw 1 sek og Ipk skal benyttes
Koordinering av komponenter og koblingsapparater internt i fordelingen	4.6	Iht. lokale installasjonsforhold	Ingen	Lastbrytere og kontaktorer skal være koordinert med vern for kursen, i samsvar med produsentens dokumentasjon. Alle vern skal være av samme fabrikat. Starterkoordinasjon skal være "koordinasjon type 2". For mykstartere kan «koordinasjon type 1» benyttes.
Selektivitet	4.6		Ingen	Full selektivitet
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – grunnleggende beskyttelse (beskyttelse mot direkte kontakt)	5.2	Grunnleggende beskyttelse	Iht. lokale installasjonskrav	NEK TR 439-0: Avskjerming og kapslinger 5.2.3
Lokalisering	6.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Innendørs Utendørs	Innendørs
Beskyttelse mot inntrengning av faste fremmedlegemer og av væske	6.3	Innendørs (kapslet) IP2X	IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X, IP6X	Minimum beskyttelsesgrad IP2X
		Utendørs: Minst IP23		
Eksternt mekanisk støt (IK)	6.4	Ingen	Ingen	IK07
Motstand mot korrosjon	6.6	Normale innendørs / utendørs arrangementer	Ingen	Fasthet A
Omgivelseslufttemperat ur - Nedre grense	6.7	Innendørs: -5 °C	Ingen	-5 °C
		Utendørs: -25 °C		
Omgivelseslufttemperat ur - Øvre grense	6.7	40 °C	Ingen	30 °C
Omgivelseslufttemperat ur – Maksimalt daglig gjennomsnitt	6.7	35 °C	Ingen	25 °C

16.1.4 Fordeling for nødstrøm i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Innvendig temperatur i fordelingen ved maksimal drift, inklusive full bestyking av reserveplasser.	6.7.101	Ingen	Ingen	Må beregnes og dimensjoneres i forhold til utstyrets funksjonsgrense. Maksimum tillatt temperatur er 40 °C
Maksimal relativ fuktighet	6.8	Innendørs: 50 % ved 40°C	Ingen	Innendørs
		Utendørs: 100 % ved 25°C		
Forurensningsgrad i installasjons-omgivelsene	6.9	Industriell: 3	1 / 2 / 3 / 4	3
EMC-omgivelse (A eller B)	6.11	A / B	A / B	B
Spesielle driftsforhold (for eksempel vibrasjon, eksepsjonell kondensering, korrosiv omgivelse, sterke elektriske eller magnetiske felter, sopp, smådyr, eksplosjonsfarer, kraftig vibrasjon og støt, jordskjelv)		Ingen spesielle driftsforhold	Ingen	Gnagere, insekter ol
Type	7.2	Fabrikantens standard	Forskjellige,	Frittstående med sokkel.
			For eksempel gulvstående / veggmontert	
Stasjonær/flyttbar	7.3	Stasjonær	Stasjonær	Stasjonær
			Flyttbar	
Ledertyper for eksterne ledere	7.5	Fabrikantens standard	Kabel	Kabel
			Strømskinne-system	
Ledermateriale for eksterne ledere	7.7	Kobber	Kobber	Tilkoblingsklemmer for Al og Cu iht. spesifisert kabel
			Aluminium	
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne ledere	7.8	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne PE-, N- og PEN-ledere	7.9	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Spesielle krav til identifikasjon av tilkoblinger	7.10	Fabrikantens standard	Ingen	Tverrfaglig merkesystem anbefales (TFM) - vurderes av bruker
Transportmetoder	8.3	Fabrikantens standard	Ingen	Valgfritt
Pakkingsdetaljer	8.5	Fabrikantens standard	Ingen	Beskyttes mot transportskader

16.1.4 Fordeling for nødstrøm i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Adkomst til manuelt betjente innretninger	9.2		Autoriserte personer	Sakkyndig / instruert personer
			Ikke-sakkyndige personer	
Plassering av manuelt betjente innretninger	9.2	Lett tilgjengelige	Ingen	Manuelle betjeningsenheter skal monteres i skapdør
Isolasjon av utstyr for lastinstallasjon	9.3	Fabrikantens standard	Individuell	Alle
			Grupper	
			Alle	
Krav relatert til tilgjengelighet for inspeksjon og lignende operasjoner	10.2	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling, feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget
Krav relatert til tilgjengelighet for vedlikehold i drift for autoriserte personer	10.3	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling, feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget
Krav relatert til tilgjengelighet i drift for utvidelse i drift ved spenningsatt fordeling	10.4	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Utvidelser og endringer utføres på spenningsløst anlegg
Metode for tilkobling av funksjonsenheter	10.6	Fabrikantens standard	Ingen	DDD
Form	10.8		Form 1, 2, 3, 4	3B eller 4A for vern med fast In fra og med 125 A og justerbare vern med innstilt verdi høyere eller lik 125A. Formkrav 2B for øvrige vern. Utstyrets egen kapsling aksepteres ikke som skille mellom funksjonsenheter
	Tabell B.1			
Fordelingens merkestrøm InA (A)	11.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Kretsenes merkestrøm Inc (ampere)	11.3	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Merkesamtidighets-faktor	11.4	Som definert i standarden	RDF for grupper av kretser	RDF=1 for hele fordelingen
			RDF for hele fordelingen	
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.2	100 %	Ingen	100 %
Faseledere ≤ 16 mm ²				
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.3	50 %	Ingen	100 %

16.1.4 Fordeling for nødstrøm i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Faseledere > 16 mm ²		(Min. 16 mm ²)		
Krav relatert til tilgjengelighet for driftspersonell	xx.1	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Fordeling med skinneføringer skal plasseres i rom slik at drift, vedlikehold og termografering kan utføres fra for- og bakside av fordeling. Skapdører hengsles slik at de lukkes naturlig ved rømning Det henvises videre til krav i NEK 400-7, avsnitt 729
Utvidelsesmulighet belastningsmessig på hovedvern.		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Utvidelsesmulighet plassmessig (fysisk areal)		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Låssystemer			Ingen	System avklares med bruker

3143

3144 **16.1.5 Fordeling for automasjon i teknisk rom**

16.1.5 Fordeling for automasjon i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Jordingssystem	3.2	Fabrikantens standard, valgt for å passe til lokale krav	TT TN-C TN-C-S TN-S IT	TN-C-S som hovedregel. Der anlegget forsynes fra eksisterende allment nett kan IT- og TT-nett benyttes
Nominell spenning (V)	3.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Maks 1000 V AC eller 1500 V DC	Velg
Transiente overspenninger	3.4, 3.5	Fastsatt av det elektriske systemet	Overspenningskategori I / II / III / IV	Overspenningsvern type 1 og type 2 for fordelinger i dagen, og type 2 for andre fordelinger. Utstyr med støtspenningsholdfasthet tilsvarende overspenningskategori 1 skal i tillegg beskyttes med overspenningsvern type 3

16.1.5 Fordeling for automasjon i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Temporære overspenninger	3.5	Nominell systemspenning + 1200 V	Ingen	Minimum kategori III
Merkefrekvens f_n (Hz)	3.6	Iht. lokale installasjonsforhold	DC	50 Hz
			50 Hz	
			60 Hz	
Forventet kortslutningsstrøm ved forsyningskoblingsklemmene I_{cp} (kA)	4.2	Fastsatt av det elektriske systemet	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør.
Forventet kortslutningsstrøm i nøytrallederen	4.3	60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør
Forventet kortslutningsstrøm i beskyttelseskreten	4.4	Maks 60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør
Kortslutningsvern (SCPD) i den innkommende funksjonsenheten	4.5	Iht. lokale installasjonsforhold	Ja	Fordeling forsynt direkte fra nettselskap: Ja
			Nei	
Koordinering av kortslutningsvern, inklusive detaljer vedrørende eksternt kortslutningsvern.	4.6	Iht. lokale installasjonsforhold	Ingen	Det kreves full selektivitet der anlegget er en del av et nødstrømsanlegg Der anlegget ikke er en del av et nødstrømsanlegg kreves full selektivitet på de siste 20% av kabel før beskyttet forbruksutstyr. Alle vern skal være av samme fabrikat
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – grunnleggende beskyttelse (beskyttelse mot direkte kontakt)	5.2	Grunnleggende beskyttelse	Iht. lokale installasjonskrav	Primærside av kortslutningsvern minimum beskyttelsesgrad IP3X Fra sekundærside av KV minimum beskyttelsesgrad IP2X
Lokalisering	6.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Innendørs	Innendørs
			Utendørs	
Beskyttelse mot inntrengning av faste	6.3	Innendørs (kapslet) IP2X	IP00, IP2X, IP3X, IP4X,	Minimum beskyttelsesgrad IP2X

16.1.5 Fordeling for automasjon i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
fremmedlegemer og av væske		Utendørs: Minst IP23	IP5X, IP6X	
Eksternt mekanisk støt (IK)	6.4	Ingen	Ingen	IK07
Motstand mot korrosjon	6.6	Normale innendørs / utendørs arrangementer	Ingen	Fasthet A
Omgivelsesluft-temperatur - Nedre grense	6.7	Innendørs: -5 °C	Ingen	-5 °C
		Utendørs: -25 °C		
Omgivelsesluft-temperatur - Øvre grense	6.7	40 °C	Ingen	30 °C
Omgivelseslufttemperatur – Maksimalt daglig gjennomsnitt	6.7	35 °C	Ingen	25 °C
Innvendig temperatur i fordelingen ved normal drift	6.7.101	Ingen	Ingen	Må beregnes og dimensjoneres i forhold til utstyrets funksjonsgrense. Maksimum tillatt temperatur er 40 °C
Maksimal relativ fuktighet	6.8	Innendørs: 50 % ved 40 °C	Ingen	Innendørs
		Utendørs: 100 % ved 25 °C		
Forurensningsgrad i installasjons-omgivelsene	6.9	Industriell: 3	1 / 2 / 3 / 4	3
EMC-omgivelse (A eller B)	6.11	A / B	A / B	B
Spesielle driftsforhold (for eksempel vibrasjon, eksepsjonell kondensering, korrosiv omgivelse, sterke elektriske eller magnetiske felter, sopp, smådyr, eksplosjonsfarer, kraftig vibrasjon og støt, jordskjelv)		Ingen spesielle driftsforhold	Ingen	Gnagere, insekter ol
Type	7.2	Fabrikantens	Forskjellige,	Frittstående med sokkel

16.1.5 Fordeling for automasjon i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
		standard	For eksempel gulvstående / veggmontert	
Stasjonær/flyttbar	7.3	Stasjonær	Stasjonær	Stasjonær
			Flyttbar	
Ledertyper for eksterne ledere	7.5	Fabrikantens standard	Kabel	Kabel
			Strømskinne-system	
Ledermateriale for eksterne ledere	7.7	Kobber	Kobber	Tilkoblingsklemmer for Al og Cu iht. spesifisert kabel
			Aluminium	
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne ledere	7.8	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne PE-, N- og PEN-ledere	7.9	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Spesielle krav til identifikasjon av tilkoblinger	7.10	Fabrikantens standard	Ingen	Tverrfaglig merkesystem
Transportmetoder	8.3	Fabrikantens standard	Ingen	Valgfritt
Pakkingsdetaljer	8.5	Fabrikantens standard	Ingen	Beskyttes mot transportskader
Adkomst til manuelt betjente innretninger	9.2		Autoriserte personer	Sakkyndig / instruert personer
			Ikke-sakkyndige personer	
Plassering av manuelt betjente innretninger	9.2	Lett tilgjengelige	Ingen	Manuelle betjeningsenheter skal monteres i skapdør
Isolasjon av utstyr for lastinstallasjon	9.3	Fabrikantens standard	Individuell	Alle
			Grupper	
			Alle	
Krav relatert til tilgjengelighet for inspeksjon og lignende operasjoner	10.2	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget
Krav relatert til tilgjengelighet for vedlikehold i drift for autoriserte personer	10.3	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget
Krav relatert til tilgjengelighet i drift for utvidelse i drift ved spenningsatt fordeling	10.4	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Utvidelser og endringer utføres på spenningsløst anlegg

16.1.5 Fordeling for automasjon i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
Metode for tilkobling av funksjonsenheter	10.6	Fabrikantens standard	Ingen	DDD
Beskyttelse mot direkte kontakt med farlige interne deler under vedlikehold eller oppgradering (for eksempel funksjonsenheter, hovedsamleskinner, fordelingsamleskinner)	10.5	Ingen krav til beskyttelse under vedlikehold eller oppgradering	Ingen	Ved åpen dør skal fordelingen ha beskyttelsesgrad på minimum IP2X
Form	10.8, Tabell B.1		Form 1, 2, 3, 4	Form 1
Fordelingens merkestrøm I_{nA} (A)	11.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Kretsens merkestrøm I_{nc} (ampere)	11.3	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Merkesamtidighetsfaktor	11.4	Som definert i standarden	RDF for grupper av kretser RDF for hele fordelingen	RDF=1 for hele fordelingen
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne: Faseledere $\leq 16 \text{ mm}^2$	11.5.2	100 %	Ingen	100 %
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne: Faseledere $> 16 \text{ mm}^2$	11.5.3	50 % (Min. 16 mm^2)	Ingen	100 %
Krav relatert til tilgjengelighet for driftspersonell		Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Fordeling med skinneføringer skal plasseres i rom slik at drift, vedlikehold og termografering kan utføres fra for- og bakside av fordeling. Skapdører hengsles slik at de lukkes naturlig ved rømning. Det henvises videre til krav i NEK 400-7, avsnitt 729
Utvidelsesmulighet belastningsmessig på hovedvern.		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Utvidelsesmulighet plassmessig (fysisk areal)		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Låssystemer			Ingen	System avklares med

16.1.5 Fordeling for automasjon i teknisk rom				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg C)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden: NEK 439	Krav gitt i: NEK 600
				bruker
Lakktype og farge			Ingen	Avklares med bruker

3145

3146 **16.1.6 Fordeling nødstasjoner**

16.1.6 Fordeling nødstasjoner				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Jordingssystem	3.2	Fabrikantens standard, valgt for å passe til lokale krav	TT TN-C TN-C-S TN-S IT	TN-C-S som hovedregel. Der anlegget forsynes fra eksisterende allment nett kan IT- og TT-nett benyttes
Nominell spenning (V)	3.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Maks 1000 V AC eller 1500 V DC	Velg
Overspenningsvern	3.4, 3.5	Fastsatt av det elektriske systemet	Overspennings-kategori I / II / III / IV	Fordelinger i dagen nedstrøms hovedfordeling skal være beskyttet av egen overspenningsvern i henhold til produsentens montasjeanvisning." det henvises videre til NEK 400:2022, avsnitt 534.4.9
Temporære overspenninger	3.5	Nominell systemspenning + 1200 V	Ingen	Minimum kategori III.
Merkefrekvens f_n (Hz)	3.6	Iht. lokale installasjonsforhold	DC 50 Hz 60 Hz	50 Hz
Forventet kortslutningsstrøm ved forsynings koblingsklemmene I_{cp} (kA)	4.2	Fastsatt av det elektriske systemet	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør
Forventet kortslutningsstrøm i nøytrallederen	4.3	60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør

16.1.6 Fordeling nødstasjoner				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Forventet kortslutningsstrøm i beskyttelseskretsen	4.4	Maks 60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør
Kortslutningsvern (SCPD) i den innkommende funksjonsenheten	4.5	Iht. lokale installasjonsforhold	Ja Nei	Nei, men det er krav til frakobling av fordelingen. Dette skal ivaretas i innkommende funksjonsenhet
Koordinering av kortslutningsvern, inklusive detaljer vedrørende eksternt kortslutningsvern.	4.6	Iht. lokale installasjonsforhold	Ingen	Det kreves full selektivitet der anlegget er en del av et nødstrømsanlegg. Alle vern skal være av samme fabrikat
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – grunnleggende beskyttelse (beskyttelse mot direkte kontakt)	5.2	Grunnleggende beskyttelse	Iht. lokale installasjonskrav	NEK TR 439-0: Avskjerming og kapslinger 5.2.3
Lokalisering	6.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Innendørs Utendørs	Utendørs / tunnelrom / Innendørs
Beskyttelse mot inntrengning av faste fremmedlegemer og av væske	6.3	Innendørs (kapslet) IP2X Utendørs: Minst IP23	IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X, IP6X	IP65
Eksternt mekanisk støt (IK)	6.4	Ingen	Ingen	IK10
Motstand mot UV-stråling (gjelder for utendørs fordelinger, med mindre noe annet er spesifisert)	6.5	Innendørs: Ikke relevant Utendørs: Temperert klima	Ingen	Med mindre tiltak angående skjermet plassering er iverksatt må fordelinger regnes å være utsatt for sollys
Motstand mot korrosjon	6.6	Normale innendørs / utendørs arrangementer	Ingen	Fasthet B
Omgivelseslufttemperatur - Nedre grense	6.7	Innendørs: -5 °C Utendørs: -25 °C	Ingen	-25
Omgivelseslufttemperatur - Øvre grense	6.7	40 °C	Ingen	30 °C
Omgivelseslufttemperatur – Maksimalt daglig gjennomsnitt	6.7	35 °C	Ingen	25 °C
Innvendig temperatur i fordelingen ved normal drift	6.7.101	Ingen	Ingen	Må beregnes og dimensjoneres i forhold til utstyrets funksjonsgrense. Maksimum tillatt temperatur er 40 °C. Minimum tillatt temperatur er -5 °C

16.1.6 Fordeling nødstasjoner				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Maksimal relativ fuktighet	6.8	Innendørs: 50 % ved 40 °C Utendørs: 100 % ved 25°C	Ingen	Avhengig av plassering
Forurensningsgrad i installasjons-omgivelsene	6.9	Industriell: 3	1 / 2 / 3 / 4	4
EMC-omgivelse (A eller B)	6.11	A / B	A / B	B
Spesielle driftsforhold		Ingen spesielle driftsforhold	Ingen	Fordeling plasseres nær ved vegbane, i og utenfor tunneler. Mekaniske påkjenninger ved vasking, brøyting, forurensing og korrosive stoffer
Type	7.2	Fabrikantens standard	Forskjellige. For eksempel gulvstående / veggmontert	Forskjellige. Innfesting av fordelingen angis
Stasjonær/flyttbar	7.3	Stasjonær	Stasjonær Flyttbar	Stasjonær
Ledertyper for eksterne ledere	7.5	Fabrikantens standard	Kabel Strømskinne-system	Kabel
Ledermateriale for eksterne ledere	7.7	Kobber	Kobber Aluminium	Cu iht. spesifisert kabel
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne ledere	7.8	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne PE-, N- og PEN-ledere	7.9	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Spesielle krav til identifikasjon av tilkoblinger	7.10	Fabrikantens standard	Ingen	Tverrfaglig merkesystem
Pakkingsdetaljer	8.5	Fabrikantens standard	Ingen	Beskyttes mot transportskader
Adkomst til manuelt betjente innretninger	9.2		Autoriserte personer Ikke-sakkyndige personer	Ikke-sakkyndig personell
Plassering av manuelt betjente innretninger	9.2	Lett tilgjengelige	Ingen	Iht. vegnormal N500 Vegtunneler
Isolasjon av utstyr for lastinstallasjon	9.3	Fabrikantens standard	Individuell Grupper Alle	Alle

16.1.6 Fordeling nødstasjoner				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Krav relatert til tilgjengelighet for inspeksjon og lignende operasjoner	10.2	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget
Krav relatert til tilgjengelighet for vedlikehold i drift for autoriserte personer	10.3	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget
Krav relatert til tilgjengelighet i drift for utvidelse i drift ved spenningsatt tavle	10.4	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Utvidelser og endringer utføres på spenningsløst anlegg
Metode for tilkobling av funksjonsenheter	10.6	Fabrikantens standard	Ingen	DDD
Form	10.8		Form 1, 2, 3, 4	Form 1
	Tabell B.1			
Fordelingens merkestrøm I_{nA} (A)	11.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Kretsenes merkestrøm I_{nc} (ampere)	11.3	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Merkesamtidighets-faktor	11.4	Som definert i standarden	RDF for grupper av kretser	RDF=1 for hele fordelingen
			RDF for hele fordelingen	
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.2	100 %	Ingen	100 %
Faseledere $\leq 16 \text{ mm}^2$				
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.3	50 % (Min. 16 mm^2)	Ingen	100 %
Faseledere $> 16 \text{ mm}^2$				
Krav relatert til tilgjengelighet for driftspersonell		Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Fordelingen skal være lett tilgjengelig for betjening
Utvidelsesmulighet belastningsmessig på hovedvern		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Utvidelsesmulighet plassmessig (fysisk areal)		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Prosjektert plassering i terreng		Ingen krav til plassering	Ingen	Ikke aktuelt
Låssystemer			Ingen	System avklares med bruker
Lakktype og farge			Ingen	Avklares med bruker

16.1.6 Fordeling nødstasjoner				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Tiltak mot kondens			Ingen	Innvendige overflater og utstyr i fordelinger skal ikke utsettes for kondens. Eksempler på tiltak kan være: - dobbeltvegget kapsling; - termostatstyrt varmeelement; - ventilasjon.

3147

3148 **16.1.7 Fordeling for SSA/SA**

16.1.7 Fordeling for SSA/SA				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Systemjording - fordelingsystem	3.2	Fabrikantens standard, valgt for å passe til lokale krav	TT	TN-C-S som hovedregel. Der anlegget forsynes fra eksisterende allment nett kan IT- og TT-nett benyttes
			TN-C	
			TN-C-S	
			TN-S	
			IT	
Nominell spenning (V)	3.3	Iht. lokale installasjonsforhold	Maks	Velg
			1000 V AC eller	
			1500 V DC	
Overspenningsvern	3.4, 3.5	Krav til overspenningsvern fastsatt av NEK400	Ingen	Overspenningsvern koordinert med foranstående overspenningsvern
Temporære overspenninger	3.5	Overspennings - kategori	Overspennings-kategori I / II / III / IV	Minimum kategori III.
Merkefrekvens fn (Hz)	3.6	Iht. lokale installasjonsforhold	DC	50 Hz
			50 Hz	
			60 Hz	
Forventet kortslutningsstrøm ved forsynings koblingsklemmene Icp (kA)	4.2	Fastsatt av det elektriske systemet	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør
Forventet kortslutningsstrøm i nøytrallederen	4.3	60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør

16.1.7 Fordeling for SSA/SA				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Forventet kortslutningsstrøm i beskyttelseskreten	4.4	Maks 60 % av faseverdier	Ingen	Alle verdier nødvendig for anleggsberegning skal innhentes fra nettleverandør
Kortslutningsvern (SCPD) i den innkommende funksjonsenheten	4.5	Iht. lokale installasjonsforhold	Ja Nei	Nei, men det er krav til frakobling av fordelingen. Dette skal ivaretas i innkommende funksjonsenhet
Koordinering av kortslutningsvern, inklusive detaljer vedrørende eksternt kortslutningsvern.	4.6	Iht. lokale installasjonsforhold	Ingen	Det kreves total selektivitet der anlegget er en del av et nødstrømsanlegg. Alle vern skal være av samme fabrikat. Der anlegget ikke er en del av et nødstrømsanlegg kreves total selektivitet på de siste 20% av kabel før beskyttet forbruksutstyr. Alle vern skal være av samme fabrikat
Beskyttelse mot elektrisk sjokk – grunnleggende beskyttelse (beskyttelse mot direkte kontakt)	5.2	Grunnleggende beskyttelse	Iht. lokale installasjonskrav	Minimum beskyttelsesgrad IP2X
Lokalisering	6.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Innendørs Utendørs	Utendørs / tunnelrom
Beskyttelse mot inntrengning av faste fremmedlegemer og av væske	6.3	Innendørs (kapslet) IP2X Utendørs: Minst IP23	IP00, IP2X, IP3X, IP4X, IP5X, IP6X	IP65
Eksternt mekanisk støt (IK)	6.4	Ingen	Ingen	IK10
Motstand mot UV-stråling (gjelder for utendørs fordelinger, med mindre noe annet er spesifisert)	6.5	Innendørs: Ikke relevant Utendørs: Temperert klima	Ingen	Med mindre tiltak angående skjermet plassering er iverksatt må fordelinger regnes å være utsatt for sollys
Motstand mot korrosjon	6.6	Normale innendørs / utendørs arrangementer	Ingen	Fasthet B
Omgivelseslufttemperatur - Nedre grense	6.7	Innendørs: -5 °C Utendørs: -25 °C	Ingen	-25
Omgivelseslufttemperatur - Øvre grense	6.7	40 °C	Ingen	30 °C
Omgivelseslufttemperatur – Maksimalt daglig gjennomsnitt	6.7	35 °C	Ingen	25 °C

16.1.7 Fordeling for SSA/SA				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Innvendig temperatur i fordelingen ved normal drift	6.7.101	Ingen	Ingen	Må beregnes og dimensjoneres i forhold til utstyrets funksjonsgrense. Maksimum tillatt temperatur er 40 °C. Minimum tillatt temperatur er -5 °C
Maksimal relativ fuktighet	6.8	Innendørs: 50 % ved 40 °C Utendørs: 100 % ved 25°C	Ingen	Utendørs
Forurensningsgrad i installasjons-omgivelsene	6.9	Industriell: 3	1 / 2 / 3 / 4	4
EMC-omgivelse (A eller B)	6.11	A / B	A / B	B
Spesielle driftsforhold		Ingen spesielle driftsforhold	Ingen	Fordeling plasseres nær ved vegbane, i og utenfor tunneler. Mekaniske påkjenninger ved vasking, brøyting, forurensing og korrosive stoffer
Installasjonsmetode	7	Fabrikantens standard	Forskjellige, For eksempel gulvstående / veggmontert	Forskjellige. Innfesting av fordelingen angis. Frittstående skal være med sokkel på minimum 400 mm høyde fra bakkenivå til dør
Stasjonær/flyttbar	7.3	Stasjonær	Stasjonær	Stasjonær
			Flyttbar	
Ledertyper for eksterne ledere	7.5	Fabrikantens standard	Kabel	Kabel
			Strømskinne-system	
Ledermateriale for eksterne ledere	7.7	Kobber	Kobber	Cu iht. spesifisert kabel
			Aluminium	
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne ledere	7.8	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Ledertverrsnitt og tilkoblinger av eksterne PE-, N- og PEN-ledere	7.9	Som definert i nomen	Ingen	Prosjekterte tverrsnitt
Spesielle krav til identifikasjon av tilkoblinger	7.10	Fabrikantens standard	Ingen	Tverrfaglig merkesystem
Pakkingsdetaljer	8.5	Fabrikantens standard	Ingen	Beskyttes mot transportkader
Adkomst til manuelt betjente innretninger	9.2		Autoriserte person	Ikke-sakkyndig person

16.1.7 Fordeling for SSA/SA				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
			Ikke-sakkyndig person	
Plassering av manuelt betjente innretninger	9.2	Lett tilgjengelige	Ingen	Iht. vegnormal N500 Vegtunneler
Isolasjon av utstyr for lastinstallasjon	9.3	Fabrikantens standard	Individuell	Alle
			Grupper	
			Alle	
Krav relatert til tilgjengelighet for inspeksjon og lignende operasjoner	10.2	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget
Krav relatert til tilgjengelighet for vedlikehold i drift for autoriserte personer	10.3	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Måling og feilsøking skal være mulig å utføre uten driftsstans av anlegget
Krav relatert til tilgjengelighet i drift for utvidelse i drift ved spenningsatt tavle	10.4	Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Utvidelser og endringer utføres på spenningsløst anlegg
Metode for tilkobling av funksjonsenheter	10.6	Fabrikantens standard	Ingen	DDD
Form	10.8		Form 1, 2, 3, 4	Form 1
	Tabell B.1			
Fordelingens merkestrøm InA (A)	11.2	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Kretsenes merkestrøm Inc (ampere)	11.3	Fabrikantens standard iht. anvendelse	Ingen	Som prosjektert
Merkesamtidighets-faktor	11.4	Som definert i standarden	RDF for grupper av kretser	RDF=1 for hele fordelingen
			RDF for hele fordelingen	
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.2	100 %	Ingen	100 %
Faseledere ≤ 16 mm ²				
Forhold mellom ledertverrsnitt av nøytrallederen til faselederne:	11.5.3	50 %	Ingen	100 %
Faseledere > 16 mm ²				
Krav relatert til tilgjengelighet for driftspersonell		Ingen krav til tilgjengelighet	Ingen	Fordelingen skal være lett tilgjengelig for betjening
Utvidelsesmulighet belastningsmessig på hovedvern		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %

16.1.7 Fordeling for SSA/SA				
Egenskaper	Avsnitts-referanse (NEK 439 del C, tillegg D)	Standard arrangement (NEK 439)	Valg gitt i denne standarden NEK 439	Brukerkrav
Utvidelsesmulighet plassmessig (fysisk areal i henhold til referanseutforming , på bakplate)		Ingen krav til utvidelse	Ingen	30 %
Prosjektert plassering i terreng		Ingen krav til plassering	Ingen	Avklares med bruker
Låssystemer			Ingen	System avklares med bruker
Lakktype og farge			Ingen	Avklares med bruker
Tiltak mot kondens			Ingen	Det skal benyttes: - dobbeltvegget kapsling; - termostatstyrt varmeelement

NEK 600:2024 høringssvar

3150 **16.2 Testprosedyrer (normativt)**3151 **16.2.1 Factory Acceptance Test (FAT)**

Hensikt	<p>Hensikten er å avdekke eventuelle feil og mangler på dette stadiet slik at prosjektet kan ferdigstilles til avtalt tid med rett kvalitet.</p> <p>Det er et felles mål at leveransene blir bygget og fungerer etter angitte beskrivelser.</p>
Beskrivelse	<p>Factory Acceptance Test (FAT) er en formell test, som beskrevet i en kontrakt, utført hos leverandøren med simulerte driftsbetingelser der leverandøren viser kjøperen at et produkt, en prosess eller en tjeneste fungerer i forhold til definerte krav.</p> <p>Behov og omfang av FAT skal minimum være som beskrevet i kontrakt.</p> <p>Det er entreprenøren som har ansvaret for FAT og som utarbeider en plan for hva som skal testes. Byggherren kan imidlertid komme med ekstra krav ved behov.</p> <p>Å avdekke feil og mangler på dette stadiet vil være ressursbesparende for begge parter senere i prosjektet.</p> <p>Krav til kompetanse for oppfølging:</p> <p>Deltakere fra byggherre skal ha formal- og realkompetanse i faget det skal utføres kontroller på. Ved bruk av underleverandører skal avtale om FAT gjøres i samarbeid med hovedentreprenøren.</p> <p>Forutsetninger for planlegging:</p> <p>Entreprenøren må ha oversikt over utstyr og programvare som skal inngå i FAT. Hvert fagområde utarbeider prosjektspesifikke sjekklister for hva som minimum skal testes. SCADA-applikasjon og annen nødvendig programvare må være klargjort slik at FAT kan gjennomføres på de deler der ende-til-ende testing er aktuelt.</p> <p>Byggherre skal kunne være til stede, observere og foreta stikkprøver.</p> <p>Planlegging:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entreprenøren må lage en tidfestet plan for gjennomføring av FAT. Planen skal være detaljert med alle objekter/systemer/prosesser som skal inngå. • Byggherre må på bakgrunn av entreprenørens tidfestede plan vurdere omfanget av deltakelse. <p>Gjennomføring:</p> <p>Entreprenøren er ansvarlig for gjennomføring og godkjenning av FAT, og;</p> <ul style="list-style-type: none"> • FAT skal utføres etter omforent plan • Normalt deltar følgende personell: <ul style="list-style-type: none"> – Entreprenør/leverandør – Byggherre – Teknisk drifts- og vedlikeholds-miljø • Eventuelle feil eller mangler som avdekkes ved test skal rettes før leveranse eller etter nærmere avtale med • Byggherre, men senest før EET avsluttes • Byggherre skal ha tid til å sjekke at kontraktbetingelsene er ivaretatt • Dersom aktuell leveranse har grensesnitt mot eksisterende anlegg må dette kontrolleres spesielt • Resultat fra FAT skal dokumenteres av entreprenør og dokumentasjonen skal overleveres byggherre • Det er entreprenøren som skal godkjenne FAT
Interne krav:	Sjekklister for gjennomføring av FAT for det enkelte fagområde
Input:	Kontrakt for oppdraget
Output:	Dokumentasjon av gjennomført FAT
Benyttes i:	Følge opp elektro i byggefasen

3152

3153

3154

3155 **16.2.2 Entreprenørens egentest (EET)**

Hensikt	Sikre at entreprenøren har verifisert hele leveransen slik at det tilfredsstillere relevante lover og forskrifter samt kontrakten inkludert avtalte endringer og tillegg.
Beskrivelse	<p>Entreprenørens egentest (EET) er entreprenørens verifikasjon av egne arbeider. Eventuelle avvik utbedres slik at leveransen er uten feil før avslutning av EET, og før SAT.</p> <p>Byggherre benytter EET-perioden til stikkprøvekontroll av installasjonen.</p> <p>Verifikasjon består av visuell kontroll, prøving, nødvendige beregninger samt funksjonstesting.</p> <p>Planlegging:</p> <p>Entreprenøren skal planlegge gjennomføring av EET med milepæler. Planen forelegges byggherre. Byggherre skal foreta stikkprøver underveis. EET skal omhandle både montasje og funksjon. I planleggingen skal det være satt av tilstrekkelig tid til gjennomføring av EET.</p> <p>Gjennomføring:</p> <p>Entreprenøren er ansvarlig for å gjennomføre EET for anlegg og systemer entreprenøren har kontraktfestet ansvar for, Ansvaret innebærer i tillegg å rette opp eventuelle avdekkede avvik og dokumentere dette.</p> <p>Installasjonen skal verifiseres under montasje så langt dette er praktisk mulig, og ved ferdigstillelse før den overleveres byggherre.</p> <p>Del-systemer kan testes etter hvert som de ferdigstilles, men uansett skal alle funksjoner i automasjonsanlegget verifiseres i sin helhet når alt utstyr er koblet opp og programmert fram til og med SCADA-system og andre kontraktsfestede system. Ende-til-ende-test.</p> <p>Dokumentasjon:</p> <p>Komplett og signert rapport fra EET skal overleveres byggherre sammen med samsvarserklæring og tilhørende dokumentasjon for anlegget. Rapporten skal inneholde tidspunkt og resultat for testen.</p> <p>Samsvarserklæringer med tilhørende dokumentasjon danner forutsetninger for å starte SAT.</p> <p>Byggherre skal selv dokumentere stikkprøvekontrollene uavhengig av rapport fra entreprenøren.</p> <p>Byggherres behandling av EET-rapport:</p> <p>Rapportene fra EET vil inngå som en del av underlaget ved gjennomføring av «Site Acceptance Test» (SAT)</p> <p>Kompetansekrav:</p> <p>Byggherrens representant skal ha relevant formal- og realkompetanse.</p>
Interne krav:	
Input:	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrakt • Testrapport fra FAT • Funksjonelle og ikke-funksjonelle krav fra kontrakt • Felles dokument «funksjonstest elektro/automasjon i tunnel» • Avtalt fremdriftsplan
Output:	<ul style="list-style-type: none"> • Verifikasjonsrapport fra EET • Samsvarserklæringer
Benyttes i:	Følge opp elektro i byggefasen

3156

3157

3158

3159

3160

3161

3162

16.2.3 Site Acceptance Test (SAT)

Hensikt	Verifisere at ferdig bygd anlegg er i henhold til kontrakt og relevant offentlig regelverk.
Beskrivelse	<p>Egen Test (EET) skal være 100% gjennomført og alle deler av leveransen skal være verifisert og uten feil.</p> <p>Gjennomføring av SAT (Site Acceptance Test) er byggherrens ansvar. Før SAT påbegynnes skal alle kildekode være arkivert med revisjonsnummer, dette skal være en del av rapporten fra SAT</p> <p>Byggherre er ansvarlig for planlegging, gjennomføring og dokumentasjon av testen. Fagpersonell fra Entreprenør skal være til stede for byggherre i hele testperioden.</p> <p>SAT skal sikre rett leveranse av fysisk utstyr, montasje og funksjoner i henhold til kontrakt og offentlig regelverk.</p> <p>Overordnet skal det legges vekt på forhold som påvirker:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trafikksikkerheten • Sluttbrukers oppgaver • Sikkerhet for andre systemer (datasikkerhet) • Drift og vedlikehold • El-sikkerhet • Sikkerheten for personell • Sikkerhetsutrustningen <p>Med sluttbruker menes i denne sammenheng alle brukere av anlegget som f.eks. operatører på VTS, nødetater og øvrig driftspersonell.</p> <p>Det skal ikke være stående feilalarmer i anlegget når SAT påbegynnes.</p> <p>Hvert fagområde har egne rutiner(sjekklistene) for hva som skal verifiseres, men minimum sjekkes følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tekniske beregninger som dokumenterer at anlegget er i henhold til eksterne og interne krav • At nettverket i anlegget fungerer som forutsatt • Korrekt IP-plan, topologitegninger og dokumentasjon på bruk av ruting, og kommunikasjonsprotokoller • At alle anleggsdeler som skal ha nødstrømsforsyning har fått det • Robusthet mot feil, inklusivt krav til varighet på nødstrømsforsyning. Dvs. hva skjer når feil oppstår i anlegget. • Dokumentasjon av selektivitet i henhold til krav i vegnormal N601 Sikkerhetskrav for elektriske anlegg i- og langs offentlig veg. • Alle sikkerhetsfunksjoner (100% verifikasjon) • Alle trafikkplaner (100% verifikasjon) • Stikkprøvekontroll av øvrige funksjoner <p>SAT består av visuell kontroll, prøving, kontroll av beregninger samt funksjonstesting.</p> <p>Etter gjennomført SAT skal det utarbeides en rapport.</p> <p>Det skal være satt av tilstrekkelig tid til gjennomføring av SAT. Dette avhenger av anleggets omfang og kompleksitet. Normalt skal dette være beskrevet i kontrakt. Minimum tid for gjennomføring av SAT skal være to ganger tid avsatt til UAT dersom annet ikke er oppgitt i kontrakt.</p> <p>VEILEDNING - SAT prosedyren verifiserer enkeltobjekt, beskriver hvordan sammensatte funksjoner testes (f.eks. henviser til bruksanvisningen) og beskriver utfall/enkeltfeil som er tilknyttet utstyr og sammensatte funksjoner med krav til redundans. Henvisning til hvilket utstyr som det simuleres feil på, fremkommer i SAT prosedyren med referanse til tegn. nr.</p> <p>Se også Statens vegvesens håndbok R760, kapittel 9.5</p> <p>Godkjent SAT er en forutsetning for at UAT kan gjennomføres.</p> <p>Kompetansekrav:</p> <p>Deltakere fra byggherre skal ha relevant formal- og realkompetanse.</p> <p>Aktuelle fagressurser skal gis anledning til å delta i testen.</p>
Interne krav:	<ul style="list-style-type: none"> • Sjekklistene for gjennomføring av SAT for det enkelte fagområde
Input:	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrakt

	<ul style="list-style-type: none">• Testrapport fra FAT og EET (Komplett og signert rapport fra EET skal overleveres byggherre.• Funksjonelle og ikke-funksjonelle krav fra kontrakt og offentlig regelverk• Avtalt fremdriftsplan
Output:	<ul style="list-style-type: none">• Rapport fra SAT• Godkjent anlegg klart for UAT (User Acceptance Test)
Benyttes i:	Følge opp elektro i byggefasen

3163

NEK 600:2024 høringsutgave

3164

16.2.4 User Acceptance Test (UAT)

Hensikt	<ul style="list-style-type: none"> • Teste teknisk driftsstabilitet i leveransen over minimum 14 sammenhengende dager før åpning • Gjøre anleggets sluttbrukere, eierrepresentanter, nødetater og driftspersonell klar for overtakelse av ferdig anlegg
Beskrivelse	<p>User Acceptance Test (UAT) er sluttbrukers verifikasjon av leveransen.</p> <p>Ansvar for gjennomføring av UAT er byggherre og skal skje som et samarbeid mellom prosjektorganisasjonen, Vegtrafikkentralen (VTS) og leveransens mottakerorganisasjon samt evt. nødetater.</p> <p>Site Acceptance Test (SAT) skal være 100% gjennomført og anlegget skal være uten feil.</p> <p>UAT skal gjennomføres for alle styrbare installasjoner før VTS kan tilby sine tjenester. Omfang av UAT avhenger av type installasjon.</p> <p>Prosjektet skal planlegge for, og legge til rette for aktivitetene i UAT, men de skal ikke kontrollere seg selv. I denne fasen er det brukerne av anlegget som skal verifisere at alt fungerer som det skal.</p> <p>Det skal ikke være pågående arbeider i anlegget i UAT-perioden.</p> <p>Prosjektet har minimum følgende ansvar i forbindelse med UAT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avtale tidsluke for gjennomføring av UAT med: <ul style="list-style-type: none"> – VTS; for nye tunneler og trafikksystemer med to løp hvor det kan legges over til to veis trafikk i ett løp; – koordinere med VTS gjennomføring av faktisk kontrollert trafikk omlegging; – mottakerorganisasjonens representant(er); – nødetater. • Det skal settes av minimum: <ul style="list-style-type: none"> – to uker for oppgraderingstunneler med ett løp; – fire uker for alle nye tunneler – dersom test utelukkende kan utføres på natt må det beregnes lengre tid ut over minimum – dersom det avdekkes betydelige feil under UAT må testperioden startes på nytt <p>Prosjektet må akseptere å stå «i kø», eller få en «slot-tid» hos VTS dersom mange ferdigstillelser skjer i samme tidsperiode.</p> <p>Det er mulig å kjøre UAT på flere tunneler samtidig, men det vil avhenge av kapasitet på VTS. Det skal ikke planlegges med oppstart av UAT i typiske perioder for ferieavvikling som jul, påske og i juli.</p> <p>God planlegging i forkant kan redusere ulempene for partene.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trafikksikkerhet i UAT-perioden • I oppgraderingstunneler hvor det må være trafikk i tunnelen i UAT-perioden må avbøtende sikkerhetstiltak vurderes og eventuelt iverksettes: <ul style="list-style-type: none"> – AID i UAT testes så langt det er mulig uten trafikk. Ferdigstillelse av AID krever innjustering med trafikk på anlegget • Gjennomgang av følgende med mottakerorganisasjon/ driftspersonell: <ul style="list-style-type: none"> – FDV-dokumentasjon – rutiner for håndtering av garantisaker – anleggets funksjoner, inkludert gjennomgang med VTS • Gjøre driftspersonell kjent med alle vedlikeholdsrutiner og gi opplæring i grunnleggende feilsøking og retting • Opplæring av redningsmannskap (nødetater) • Gjennomføring av beredskapsøvelse <p>VTS skal i UAT-perioden foreta</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opplæring av alle trafikkoperatører med praktiske tester av trafikkplaner og andre viktige funksjoner i anlegget • Teoretisk og praktisk opplæring i anlegges beredskapsplan • Vurdering om stabiliteten til de tekniske løsningene er gode nok slik at VTS kan ivareta ansvaret for styring og overvåking av anlegget. Krever minimum to ukers sammenhengende prøveperiode: <ul style="list-style-type: none"> – Pågår parallelt med øvrige opplæringsaktiviteter – Gjelder hele verdikjeden frem til sluttbruker

	<p>VTS skal ved gjennomføring av UAT, dokumentere alarmoversikt fra anlegget og levere dette som en del av underlaget til UAT</p> <p>Mottakerorganisasjonen skal verifisere at:</p> <ul style="list-style-type: none"> • anlegget er ferdig før overtakelse • FDV-dokumentasjon er komplett • drift og vedlikeholdsrutiner som har betydning for levetid og garanti i anlegget er ivaretatt • vedlikeholdsintervaller og prosedyrer er i henhold til byggekontrakt eller avtale • prosjektet har lagt inn anlegget i FDV-systemene • anlegget er lagt inn i NVDB i henhold til krav og retningslinjer <p>UAT skal være godkjent før mottakerorganisasjonens overtakelse av leveransen kan finne sted. Hver av partene involvert i UAT signerer/kvitterer for sin del av gjennomføringen</p> <p>Kompetansekrav</p> <p>Deltakerne skal ha relevant formal og realkompetanse på de områdene som skal gjennomgås.</p>
Interne krav	<ul style="list-style-type: none"> • Sjekklistene for gjennomføring av UAT
Input:	<ul style="list-style-type: none"> • Rapport fra FAT, EET og SAT • Kontrakt • Funksjonelle og ikke-funksjonelle krav fra kontrakt og offentlig regelverk • Avtalt fremdriftsplan
Output:	<ul style="list-style-type: none"> • Ferdig anlegg klart for søknad om sikkerhetsgodkjenning i henhold til «R511 Sikkerhetsforvaltning av vegtunneler» og klart for å sette på trafikk • Dokumentasjon fra UAT
Benyttes i:	<ul style="list-style-type: none"> • Etablere sentralt HMI

NEK 600:2024 høring utgave

3166 **16.2.5 Garanti Akseptansetest (GTA)**

Hensikt	Sikre at feil og mangler i anlegget som er omfattet av garantien er avdekket før garantienes utløp, og at det er utarbeidet en plan for utbedring.
Beskrivelse	<p>Før garantienes utløp skal alle installasjoner og funksjoner testes. Ansvarlig for gjennomføring av Garanti Akseptanse Test (GAT) er byggherre. Det skal gjennomføres kontroller og entreprenøren deltar i henhold til kontrakt.</p> <p>Elektrisk/automasjonsteknisk utstyr og fysiske installasjoner for tunnelen verifiseres.</p> <p>SCADA-systemet sjekkes for stående alarmer og ustabilitet i anlegget.</p> <p>Installasjonen kontrolleres med hensyn til</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forventet levetid • Korrosjon • Kalibrering av sensorer • Andre svekkelser som kan påvirke anleggsdelens funksjon og levetid <p>Det skal legges en plan med konkrete frister for utbedring av avvik.</p> <p>Utbedring av avvik skal dokumenteres og samsvarserklæringer overleveres anleggseier.</p> <p>Byggherre er ansvarlig for gjennomføring av GAT.</p> <p>Kompetansekrav</p> <p>Deltakere fra vegeier skal ha relevant formal- og realkompetanse.</p>
Interne krav:	<ul style="list-style-type: none"> • Sjekkliste for gjennomføring av GAT for det enkelte fagområde
Input:	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmliste fra SCADA-system • Funksjonelle og ikke-funksjonelle krav fra kontrakt og offentlig regelverk • Rapport fra FAT, EET, SAT og UAT
Output:	<ul style="list-style-type: none"> • Anlegg klart for videre oppfølging av driftsentreprenør • Dokumentasjon fra GAT
Benyttes i:	

3167

3168

3169 **16.3 Veiledning til kap. 13 Vegbelysning – Lystekniske krav (informativt)**

3170 Trafikksikkerhet er den viktigste grunnen til at belysning settes opp. Dette gjelder spesielt veier
3171 hvor det ferdes gående og syklende langs kjørebane og i vegtunneler.

3172 **16.3.1 Effekter av vegbelysning**

3173 For motorkjøretøy er ulykkesrisikoen i mørket ca. 1,5 – 2 ganger så høy som i dagslys.
3174 Risikoøkningen i mørke er størst for de alvorlige ulykkene. Den er også større for unge førere
3175 enn for andre aldersgrupper og den er større for fotgjengere enn for personer i motorkjøretøy.
3176 Risikoøkningen i mørke er særlig stor for fotgjengere som krysser vegen på ubelyst eller
3177 dårlig belyst veg i regnvær. Det gjelder også fotgjengere som krysser i dårlig belyste gangfelt.

3178 For vegbelysningens virkning på ulike ulykkestyper på ulike typer veier vises til
3179 Trafikksikkerhetsboka kapittel 1.18.

3180 **16.3.2 Belysningens nytte og kvalitet**

3181 Belysningen hjelper førerne til å takle:

- 3182 • posisjonelle oppgaver (holde riktig kurs og riktig sideveis plassering);
- 3183 • navigasjonelle oppgaver (finne fram til bestemmelsesstedet);
- 3184 • situasjonelle oppgaver (som oppstår uventet).

3185 De posisjonelle oppgavene er grunnleggende. Det er viktig at føreren ser vegkantene og
3186 vegens videre forløp. Vegoppmerking, kantreflekser eller vegbelysning kan bidra til dette.
3187 Dersom de posisjonelle oppgavene er for krevende, blir også de navigasjonelle og
3188 situasjonelle oppgavene vanskelige å takle. De navigasjonelle oppgavene blir enklere
3189 dersom skilting og kryssutforming er godt synlig. De situasjonelle oppgavene blir enklere
3190 hvis hele vegområdet er belyst, slik at andre kjøretøy, fotgjengere eller hindringer i
3191 kjørebane blir synlige. Foranliggende konfliktområder må være synlige i god nok tid.

3192 Vegoppmerking, kantreflekser og vegbelysning er tiltak som må vurderes i sammenheng
3193 og ut ifra hvilke synsoppgaver som er mest kritiske med tanke på trafikksikkerheten. Noen
3194 forhold er særlig viktige for at belysningen gir god ulykkesreducerende virkning.

3195 **Luminansnivå og luminansjevnhet**

3196 På veier hvor det ferdes fotgjengere og syklister er det behov for god og jevn belysning.
3197 Spesielt ved vått vegdekke og mye møtende trafikk vil god vegbelysning hjelpe bilførerne
3198 til å oppdage myke trafikkanter i tide. Behovet er spesielt stort på steder hvor fotgjengere
3199 krysser vegen.

3200 Eldre mennesker trenger mer lys enn yngre for å oppnå samme kontrastsynlighet. Evnen til
3201 å tilpasse seg skiftende lysnivåer avtar også med alderen.

3202 Ved et vegbelysningsanlegg vil vegens faktiske luminansnivå variere med skiftende vær-
3203 og føreforhold. Luminansnivået vil også være avhengig av om vegdekket er mørkt eller
3204 lyst. Det vil derfor være gunstig å kunne regulere og tilpasse belysningen til disse skiftende
3205 forholdene.

3206 **Belysning i vegens sideområder**

3207 En av hensiktene med vegbelysning er å lage en lys vegoverflate som objekter vil synes godt
3208 imot. Det settes også krav til belysningen på hver side av vegen (R_{E1}), i en bredde tilsvarende
3209 en kjørefeltbredde målt fra kantlinje (tabell 13-3). Grunnen er at objekter i vegkanten, spesielt
3210 der vegen går i kurve, vil sees med vegens sideområde som bakgrunn. Det samme gjelder

3211 øvre del av høye objekter i vegbanen. Når vegens sideområde er belyst, vil det også være
3212 lettere å oppdage for eksempel mennesker og dyr som er på veg ut i kjørebane.

3213 **Kontraster**

3214 Ulike luminansnivå mellom en hindring i vegbanen og bakgrunnen, bidrar til at bilføreren
3215 lettere oppdager eventuelle hindringer. Kontrasten uttrykkes som forskjellen mellom
3216 hindringens og bakgrunnens luminans dividert på bakgrunns luminansen. Bakgrunnens
3217 luminans har stor betydning for hvor lyst objektet trenger å være for å bli sett. Dersom
3218 bakgrunnen er svært lys, er det lettere å oppdage en fotgjenger eller hindring som er mørk
3219 (negativ kontrast). Dette er det vanlige prinsippet for vegbelysning.

3220 Dersom bakgrunnen er mørk, er det lettest å oppdage en fotgjenger som er lyst kledd eller
3221 godt opplyst (positiv kontrast). Det er derfor vanskelig å sikre en god kontrast mellom ulikt
3222 kledde fotgjengere og en bakgrunn som også har variabel og uforutsigbar belysning. Lys fra
3223 møtende kjøretøy vil også påvirke kontrasten. Fordi det er vanskelig å sikre gode kontraster
3224 som synliggjør fotgjengere og syklist, er det nødvendig å ha et høyt lysnivå der hvor det
3225 ofte er konflikt mellom ulike trafikantgrupper. Ved intensivbelysning av gangfelt ønsker man å
3226 oppnå en positiv kontrast.

3227 **Lysfarge**

3228 Fargen på belysningen angis ved lysets fargetemperatur angitt i grader Kelvin, mens lysets
3229 evne til å gjengi farger angis med lyskildens fargegjengivelsesindeks. Hvis fargegjengivelsen
3230 er god, er det som regel lettere å se fotgjengere og hindringer i vegen.

3231 **Visuell føring**

3232 Vegbelysningen vil bidra til å synliggjøre vegens videre forløp, noe som kan gi bedre
3233 trafiksikkerhet.

3234 **16.3.3 Lysforurensning**

3235 Lysforurensning (iht. CIE, generisk term som indikerer den totale summen av alle uønskede
3236 effekter av kunstig lys) er uønsket eller overflødig kunstig lys. Alle arter påvirkes av lys, også
3237 kunstig lys. Belysning kan påvirke både dyr og menneskers helse gjennom å påvirke
3238 døgnrytmen og planters vekstsyklus, samt i noen tilfeller forstyrre dyrs orienteringsevne. Ved
3239 å redusere lysforurensning vil også energiforbruket reduseres.

3240 Lysforurensning i et gitt område er avhengig av antall lyskilder, hvor sterkt disse lyskildene
3241 lyser, retningen de lyser i, hvor mye av lyset som reflekteres,
3242 fargetemperatur/spektralsammensetning og de atmosfæriske forholdene. I tillegg vil
3243 refleksjon av lys føre til en jevn glød på himmelen (himmelglød). Dette kan påvirke
3244 organismer som bruker månelys som en markør for biologisk aktivitet.

3245 Ved å designe/prosjekttere belysningsanleggene og benytte lysarmaturer som begrenser hvor
3246 lyset sendes, slik at lys ikke slippes unødvendig ut i atmosfæren, kan lysforurensningen
3247 begrenses, samtidig som lyset belyser kun områdene som trengs å belyses. Mengden
3248 lysforurensning kan reduseres ved å benytte lysarmaturer som retter lyset kun nedover, og
3249 ved å bruke lavest mulig lysstyrke, samt la være å sette opp flere lyskilder enn nødvendig. I
3250 tillegg vil systemer som styrer lyset slik at det kun er på når det trengs og økt bevissthet rundt
3251 bruk av fargetemperatur og intensitet bidra til å redusere lysforurensningen.

3252 **16.3.4 Vegdekker**

3253 Et mørkt vegdekke gir dårligere synsbetingelser under kjøring i mørke enn et lyst dekke.
3254 Mørke dekker krever høyere belysningsstyrke for å oppnå samme luminansnivå som lyse
3255 dekker. Tette, glatte og speilende vegdekker kan gi mye blanding og dermed dårligere
3256 trafiksikkerhet enn mer åpne og grove dekker.

3257 Vegdekkets refleksjonsegenskaper har direkte betydning for både luminansnivå og jevnhet.
3258 Det må derfor tas hensyn til dette ved dimensjonering av vegbelysning.

3259 Våte vegdekker deles inn i fire dekkeklasser etter speilingsgrad: W1 er minst speilende og W4
3260 er mest speilende. Den speilende vannfilmen er avhengig av dekkets struktur og strukturens
3261 dybde, fordi dette bestemmer hvordan dekket dreneres. For norske forhold benyttes
3262 dekkeklasse med speilingsgrad W4, se tabell 13-2.

3263 Refleksjonsegenskapene beskrives av den gjennomsnittlige luminanskoeffisient Q_0 , speilings-
3264 faktor S1 og fotometriske data for hver dekkeklasse (r-tabell). Disse er definert og beskrevet
3265 av CIE, den internasjonale belysningskommisjonen, i publikasjonene: CIE 47: 1979 Road
3266 lighting for wet conditions og CIE 66: 1984 Road surfaces and lighting. Vegdekkets refleksjon
3267 kan også beskrives ved luminanskoeffisienten i diffus belysning Q_d , som er beskrevet i CIE
3268 144: 2001 Road surface and road marking reflection characteristics i tillegg til Q_0 .

3269 Q_d er også en gjennomsnittlig luminanskoeffisient, men beregnet med mindre vekt på
3270 speilende belysning og derfor med en lavere verdi enn Q_0 . Q_d har den fordel framfor Q_0 at
3271 verdien kan bestemmes med håndholdte måleapparater og at verdien ofte er et bedre uttrykk
3272 for vegdekkets refleksjon.

3273 Når et vegdekke er vesentlig lysere enn verdiene for C2 tilsier, kan dekkeklasse C1 (for
3274 eksempel betong) eventuelt de reelle verdiene for S1 og Q_0 , benyttes til å skalere
3275 refleksjonstabellen (r-tabellen) for dekkeklasse C2. Det forutsettes da at vegen også i
3276 framtiden får et vegdekke med minst like gode refleksjonsegenskaper. En beregning med
3277 dekkeklasse C2 anbefales utføres for sammenligning.

3278 Når et vegdekke er vesentlig mindre speilende enn verdiene for W4 tilsier, kan
3279 dekkeklasse W3 benyttes. Det forutsettes da at vegen også i fremtiden får et vegdekke
3280 med tilsvarende speilende egenskaper. Det anbefales at en beregning med dekkeklasse
3281 W4 gjennomføres for sammenligning.

3282 Når det benyttes vegdekker som er mindre speilende i våt tilstand enn tilsvarende W4, blir
3283 jevnheten U_{ow} (se tabell 13-3) høyere enn det som fremgår av beregningen.

3284 16.3.5 Blending

3285 Vegbelysningsanlegg som er utformet etter gjeldende krav gir lite blending. Blending fra andre
3286 lyskilder og belyste skilt langs vegen, og direkte eller reflektert lys fra møtende trafikk, kan
3287 imidlertid være et problem for trafikksikkerheten. Hvis belysningsnivået på vegen økes, vil
3288 virkningen av blendingen bli redusert.

3289 Lyskastere på bygg og anleggsområder, belyste idrettsanlegg og lysreklamer kan gi syns-
3290 nedsettende blending. Det samme gjelder sterkt opplyste bensinstasjoner og kiosker
3291 langs vegen.

3292 Slik blending kan beskrives direkte av sløringsluminansen L_v (cd/m²) fra sidelysanlegget.
3293 Maksimal tillatt sløringsluminans er gitt i tabell 16-1.

3294 **Tabell 16-1 – Maksimal anbefalt sløringsluminans L_v (cd/m²) fra sidelysanlegg**

Ubelyst veg		Belyst veg			
		M4	M3	M2	M1
En enkelt blendingskilde	0,025	0,025	0,04	0,06	0,09
Flere blendingskilder	0,05	0,05	0,04	0,14	0,18

3296 Sløringsluminansen kan bestemmes etter formelen:

$$3297 \quad L_v = 10 \times \frac{E_{bl}}{\theta^2}$$

3298 Der:

- 3299 • E_{bl} er vertikal belyningsstyrke i observasjonspunktet;
- 3300 • θ er vinkelen, i grader, mellom synsaksen og innfallsretningen for det blendende lyset.

3301 Ved fastsettelse av L_v skal vertikal belyningsstyrke og innfallsvinkel θ måles.
3302 Observasjonsstedet legges der hvor blendingen er størst.

3303 Blending fra sidelysanlegg kan også beregnes i lysberegningsprogram.

3304 **16.3.5.1 Ubehagsblending**

3305 Ubehagsblending gir en subjektiv følelse av ubehag, og kan virke trettende for gående og
3306 syklende.

3307 Grenseverdier for ubehagsblending bør settes for områder der disse trafikantgruppene er
3308 relevante (eksempelvis gang- og sykkelveger, parkeringsplasser m.v.).

3309 Ubehagsblending skyldes i hovedsak forholdet mellom armaturenes luminans og
3310 bakgrunnsluminansen. Når dette forholdet blir for stort, oppleves armaturene som
3311 ubehagelige.

3312 En annen og viktig faktor er hvor armaturene er plassert i forhold til observatørens
3313 synsakse.

3314 Det finnes ingen gode metoder for å karakterisere graden av opplevd blending fra
3315 lysanleggene.

3316 NS-EN 13201-2:2015 Road lighting — Part 2: Performance requirements stiller krav til
3317 blendingsklasser D0 – D6 i forbindelse med belyningsklassene i P-serien.
3318 Disse blendingsklassene beskriver grenseverdier for gjennomsnittsluminans fra armaturenes
3319 lysende deler, sett fra en vinkel 85° fra loddlinjen når armaturen er ferdig montert og innstilt.
3320 Ulempen med denne metoden er at den ikke tar hensyn til observatørens plassering, men er
3321 relatert til produktenes generelle egenskaper og «oppvipp».

3322 Blendingsklassen (D0 – D6) som oppgis i beregningsprogrammene indikerer den høyeste
3323 gjennomsnittsluminansen for armaturtypen i verste retning. Dette gjelder ikke nødvendigvis
3324 for relevante observatører.

3325 En annen mulighet er å gjøre blendingsberegninger i henhold til CIE 112 Glare Evaluation
3326 System for Use Within Outdoor Sports and Area Lighting. Slike beregninger kan benyttes for
3327 alle typer områder og veger, unntatt på veger der fotgjengere og syklister ikke er tillatt.

3328 Følgende grenseverdier for GR kan benyttes:

- 3329 • Kun fotgjengere – $GR_{MAX} \leq 55$;
- 3330 • Saktegående kjøretøy / syklister – $GR_{MAX} \leq 50$;
- 3331 • Områder med ordinær trafikk – $GR_{MAX} \leq 45$.

3332

3333

3334

3335 16.3.5.2 Synsnedsettende blending

3336 Synsnedsettende blending skyldes i hovedsak mengden lys som treffer øyet, og er relativt
3337 upåvirket av armaturenes luminans. Lys som treffer øyet gir et strølys inne i øyet forårsaket
3338 av uklarheter i hornhinne, linse og glasslegeme, og legger seg som en jevn tilleggsluminans
3339 over bildet som projiseres på netthinnen. Denne tilleggsluminansen gir en kontrastreduksjon
3340 og dermed en reduksjon av synsprestasjonen. Synsnedsettende blending betyr altså at man
3341 trenger en høyere kontrast for å skjelle objekter fra hverandre – en økning av
3342 synlighetsterskelen.

3343 Beregning av synsnedsettende blending foregår ved at man beregner en nødvendig økning av
3344 synlighetsterskelen for å opprettholde evnen til å skjelle objekter fra hverandre. Denne
3345 terskeløkningen angis som (f_{TI}) angitt i prosent. En høy prosentsats indikerer altså at det er
3346 nødvendig med en større synlighetsterskel – altså høy synsnedsettende blending.

3347 Det er fastsatt grenseverdier for synsnedsettende blending for alle belyningsklasser.
3348 Beregnede verdier for synsnedsettende blending skal dokumenteres for alle relevante
3349 observatører og typiske trafikkretninger.

3350 16.3.6 Blending fra andre belyningsanlegg

3351 Andre lysanlegg (idrettsanlegg, lyskastere i bygg og anleggsområder, lysreklamer etc.) kan gi
3352 synsnedsettende blending. Det samme gjelder sterkt opplyste bensinstasjoner og kiosker
3353 langs vegen.

3354 Det tillates at kravet til synsnedsettende blending (f_{TI}) for belyningsklassen på vegen kan
3355 økes med inntil 5%. Eksempel: Er kravet til $f_{TI} \leq 15\%$, tillates det at kravet kan økes til $\leq 20\%$
3356 når lyset fra det utenforliggende lysanlegget inkluderes i lysberegningen.

3357 16.3.7 Belysning av gang og sykkelveger

3358 Krav til belysning av veger og gater blir satt basert på at det er kun dette belyningsanlegget
3359 til stede. Like viktig for dette nivået er hvilke andre faktorer som påvirker hvilket behov vi har
3360 for å oppfatte de vanskelige situasjonene som belysningen skal hjelpe oss å tyde. Lysende
3361 objekter, sidestilte belyningsanlegg eller andre installasjoner med lys langs veien/gaten kan
3362 bidra til å enten øke kompleksiteten, blende eller forstyrre den visuelle føringen. Alle disse
3363 elementene kan bidra til et økt behov for belysning for å opprettholde trafikksikkerheten,
3364 derfor er det viktig å vurdere denne påvirkningen og sette begrensninger til dette. Dette er
3365 spesielt aktuelt i bymiljø og tettbygde strøk hvor det er mest slike installasjoner til stede.

3366 Dokumentet omtaler krav til synsnedsettende blending og blending fra andre
3367 belyningsanlegg. Dette tar for seg den teoretiske synshemmende effekten, men det som ikke
3368 dekkes er elementet av økt kompleksitet (oppmerksomhetsforstyrrende element) og
3369 forringelse av den visuelle føringen. Dette er elementer som inngår i en risikovurdering rundt
3370 etableringen av belyningsanlegget.

3371 En mulighet veiledende føring vil kunne være å se på grenser for overflateluminans på
3372 objekter i nærheten av trafikkkarealet. Dette er definert i CIE150 da relatert til type omgivelser,
3373 i forhold til hvor mye annet lys som er til stede i omgivelsene, se tabell 16-2 for særskilte
3374 objekters overflateluminans.

3375 **Tabell 16-2 – Overflateluminans**

Omgivelsesone	L_b [cd/m ²] på bygningsfasade	L_s [cd/m ²] Skilt
E1 - Skog/natur	0	50
E2 - Lite bebyggelse	5	400
E3 - Tettbygd	10	800

E4 -Bysentrum	25	1000
---------------	----	------

3376 **16.3.8 Belysningsklasser for vegger, gater og områder.**

3377 Kjørebanelens luminans er resultatet av belysningen av vegen, vegdekkets
3378 refleksjonsegenskaper og observasjonsretningen. Observasjonsbetingelsene er beskrevet i
3379 kapittel 16.4 og gjelder vegstrekninger med siktlengde 60 m – 180 m. Gjennomsnittlig
3380 luminans (L_m) gjenspeiler det generelle luminansnivået på vegen foran føreren. Ved så lave
3381 lysnivå som i vegbelysning forbedres synsforholdene med økende luminans, fordi
3382 kontrastfølsomheten og synsskarpheten øker og blendingen blir mindre.

3383 Total jevnhet (U_o) er et mål på variasjonen i luminans og indikerer hvor godt veibanen
3384 fungerer som en bakgrunn for vegoppmerking, gjenstander og andre trafikanter.

3385 Langsgående jevnhet (U_l) er et mål på synligheten av gjentatte mønster av lyse og mørke felt
3386 på veien i kjøreretningen. Kravet er mest relevant for lange uavbrutte og belyste
3387 vegstrekninger. Det er ikke påvist noen direkte sammenheng mellom langsgående jevnhet og
3388 trafiksikkerhet, men dårlig langsgående jevnhet over en lang strekning oppleves av mange
3389 førere som ubehagelig og slitsomt.

3390 Terskeløkningen (f_T) indikerer at selv om veibelysningen forbedrer de visuelle forholdene kan
3391 den også gi synsnedsettende blending i en grad som avhenger av type armatur, lampe og
3392 geometrisk situasjon.

3393 **16.3.9 Intensivbelysning**

- 3394 • Lyspunkthøyde 5 - 6 m.
- 3395 • Masteplassering 2 - 4 m foran gangfeltet og 1,5 m - 2,5 m ut fra vegkanten. Eventuelt kan
3396 det benyttes utliggerarm for å kompensere for annen masteplassering, for eksempel i
3397 bakkant av brede fortau. For en veg med to kjøreretninger plasseres to master diagonalt
3398 over for hverandre, vist som mast 1 og 2 i figur 3.2. Hvis vegen er bred eller det blir stor
3399 avstand mellom lyspunktene 1 og 2, kan det være behov for to master i tillegg, vist som
3400 mast 3 og 4 i figur 3.2. Hvis gangfeltet ligger på et sted hvor kjøreretningene er atskilt med
3401 trafikkøye i midten, kan lysmastene alternativt plasseres på øya dersom denne ikke er
3402 spesielt utsatt for påkjørsel. Når bredden på øya er mer enn tre meter kan det være
3403 tilstrekkelig å intensivbelyse gangfeltet i kjøreretningen. Minste vertikale belysningsstyrke
3404 på øya anbefales da å være minst 10 lux.
- 3405 • Det benyttes spesialarmaturer med asymmetrisk lysfordeling.

3406 **16.3.10 Lysberegning for intensivbelysning**

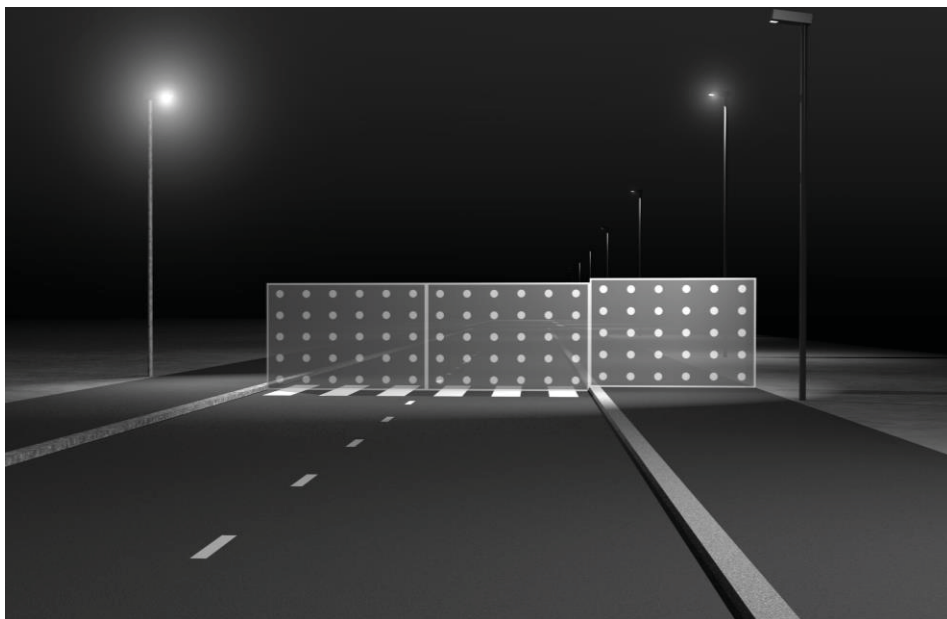
3407 Det opprettes et vertikalplan midt i gangfeltet på tvers av vegen og dette deles inn i to
3408 beregningsfelt. For den aktuelle kjøreretningen vil det ene beregningsfeltet dekke kjørefeltet/
3409 feltene som går mot gangfeltet og det andre beregningsfeltet vil dekke kjørefeltet/-feltene i
3410 motsatt retning. Hvert beregningsfelt er 2 m høyt og har 5 beregningspunkter i høyden. I
3411 bredden har hvert beregningsfelt minst 6 beregningspunkter for hvert kjørefelt.

3412 Beregningspunktene fordeles jevnt i et rutemønster hvor de ytterste punktene ligger en halv
3413 rutebredde fra kanten.

3414 For å beregne belysningsstyrken i vegens sideområder ved enden av gangfeltet brukes et
3415 beregningsfelt som er en 3 m lang direkte forlengelse av vertikalplanet gjennom gangfeltet.
3416 Dette beregningsfeltet har 6 punkter i bredden og 5 punkter i høyden.

3417 Beregningene utføres for hver kjøreretning når vegen har tovegstrafikk.

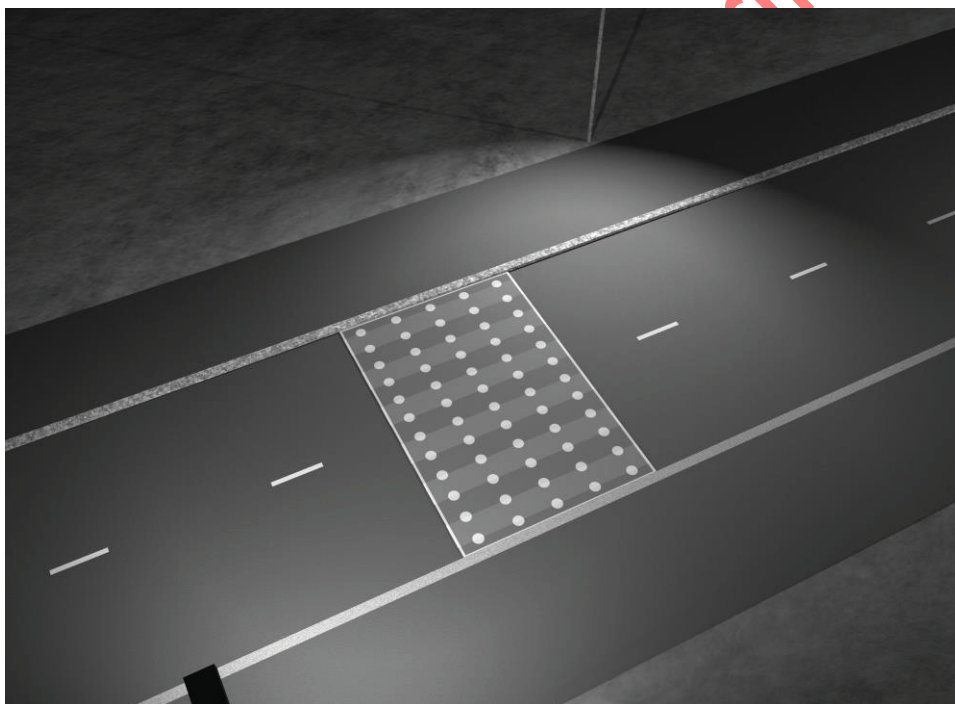
3418 Figuren nedenfor viser de tre vertikale beregningsfeltene og tilhørende beregningspunkter, i
3419 den ene kjøreretningen.



3420

3421 **Figur 16-1 – Beregningspunkter for vertikal belyningsstyrke - intensivbelyst gangfelt**

3422 Figuren nedenfor viser det horisontale beregningsfeltet med tilhørende beregningspunkter



3423

3424 **Figur 16-2 – Beregningspunkter for horisontal belyningsstyrke - intensivbelyst**
3425 **gangfelt**

3426 **16.3.11 Forsterket belysning**

3427 Belysningen i gangfeltområdet anbefales å være tosidig for å sikre et høyt og jevnt
3428 luminansnivå. På smale veger og smale gater med sammenhengende fasader på begge sider
3429 av vegen kan ensidig plassering av master vurderes. Hvis man velger forsterket belysning og
3430 det er andre elementer enn vegen som danner en stor del av den bakgrunnen som
3431 fotgjengerne sees imot, vurderes det å belyse disse elementene (f.eks. støyskjerm, hekk eller
3432 trerekke). Det kan i slike tilfeller være et bedre alternativ å intensivbelyse gangfeltet. Noen

3433 ganger kan det være mest hensiktsmessig å benytte forsterket belysning ved gangfeltene på
3434 sidevegene selv om gangfeltene i hovedvegen har intensivbelysning.

3435 De viktigste prinsipper for beregningsgrunnlaget er gjengitt nedenfor:

3436 Det gjennomføres lysberegninger for å dokumentere at anlegget oppfyller kravene til lys-
3437 teknisk kvalitet. For veger benyttes luminansberegninger, der resultatene beregnes for én
3438 observatør i hvert kjørefelt, plassert på vegen utenfor beregningsfeltet, se figur 16.3-16.8. I
3439 tillegg til luminansberegningene vedlegges illuminansberegninger for det beregnede området
3440 av veg som underlag for sammenligning mot kontrollmålinger av ferdig bygd
3441 belysningsanlegg. For gang- og sykkelveger, kryss, rundkjøringer og områder der det er
3442 mange mulige observatørposisjoner, benyttes beregning av belysningsstyrke. For veger med
3443 krappe kurver må masteavstanden vurderes spesielt.

3444 Med forsterket belysning menes at lysnivået heves med to belysningsklasser i forhold til det
3445 lysnivået som vil være normalt for strekningen. Dette innebærer en dobling av lysnivået.
3446 Lysnivået skal dog ikke settes høyere enn belysningsklassene C1 / M1.

3447 Forsterket belysning skal omfatte gangfeltet samt en strekning 50 m langs vegen på hver side
3448 av gangfeltet. Dersom gangfeltet ligger i tilknytning til et kryss, skal sideveg uten gangfelt
3449 også ha forsterket belysning de første 20 m.

3450 Belysningen i gangfeltområdet anbefales å være tosidig hvis mulig.

3451 Hvis man velger forsterket belysning og det er andre elementer enn kjørebane som i
3452 hovedsak danner bakgrunnen som fotgjengerne sees imot, skal det vurderes å belyse disse
3453 elementene (f.eks. støyskjerm, hekk eller trekke). Det kan i slike tilfeller være et bedre
3454 alternativ å intensivbelyse gangfeltet.

3455 I de tilfeller hvor en hovedveg har intensivbelysning, kan det være fordelaktig å benytte
3456 forsterket belysning for nærmeste gangfelt i sideveier.

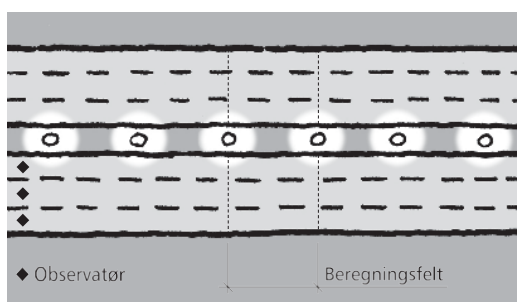
3457 **16.3.12 Lysberegninger**

3458 Felles for alle beregninger er at hver lyskilde regnes som en punktkilde for lyset, og det tas
3459 ikke hensyn til hvordan lyset reflekteres fra omgivelsene eller om det er elementer som
3460 skygger.

3461 Vegoverflaten regnes som flat med jevne refleksjonsegenskaper over hele arealet.

3462 For å gjennomføre beregningene, trengs fotometriske data for lysdistribusjonen fra armaturen.
3463 Disse dataene finnes i en intensitetstabell (I-tabell). Dersom armaturene har en annen
3464 innstilling av lyskilde, linser eller reflektor enn det som er standard innstilling, må dette tas
3465 hensyn til i lysberegningene.

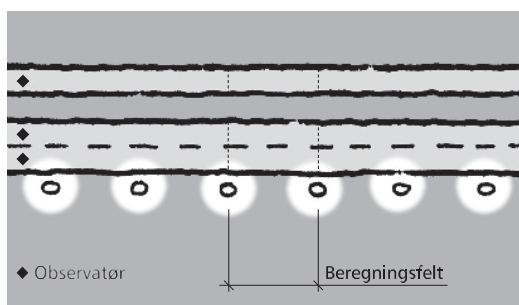
3466 Observatørposisjoner ved luminansberegninger for ulike veger er vist i figur 16.3.-16.8.



3467

3468

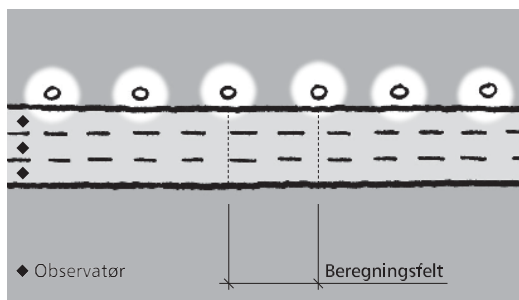
Figur 16-3 – 6 felts veg med midtrabatt, 2 beregningsfelt



3469

3470

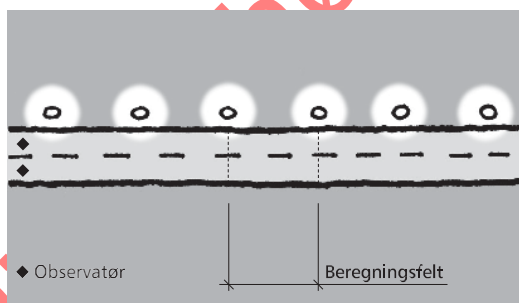
Figur 16-4– 3-felts veg med midtrabatt, ensidig armaturrekke, 2 beregningsfelt



3471

3472

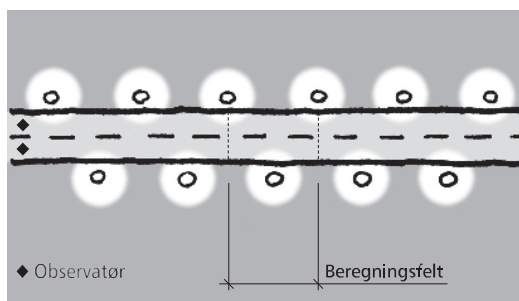
Figur 16-5 – 3-felts veg, ensidig armaturrekke



3473

3474

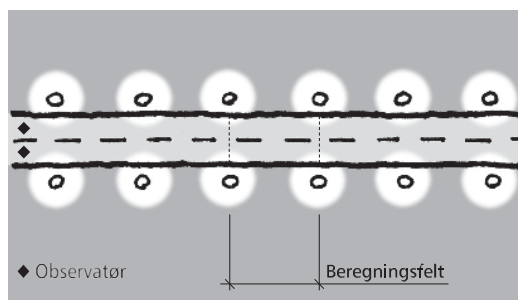
Figur 16-6– 2-felts veg, ensidig armaturrekke



3475

3476

Figur 16-7 – 2-felts veg, 2 armaturrekker i sikksakk



3477

3478

Figur 16-8– 2-felts veg, 2 armaturrekker

3479 16.3.13 Luminansberegning

3480 I lengderetning strekker beregningsfeltet seg fra én armatur til neste i rekken. Hvis det er flere
 3481 armaturrekker, brukes den rekken som har størst armaturavstand. Beregningsfeltets bredde
 3482 begrenses av kjørebans kantlinjer. Hvis vegen har to kjørebane, vil hver kjørebane ha sitt
 3483 eget beregningsfelt.

3484 Beregningspunktene fordeles som en matrise i beregningsfeltet der det er jevn avstand
 3485 mellom punktene, og første og siste punkt plasseres en halv punktavstand fra kanten av
 3486 beregningsfeltet. Punktavstanden i lengderetningen er forskjellig fra avstanden i bredden.

3487 Luminansberegninger forutsetter at man i tillegg har fotometriske data for vegoverflatens
 3488 refleksjonsegenskaper (r-tabell).

3489 Det benyttes 10 beregningspunkter i lengderetning ved armaturavstand 30 m eller mindre. For
 3490 større armaturavstand fordeles punktene slik at punktavstanden blir 3 m eller mindre. Det
 3491 benyttes 3 beregningspunkter i bredden for hvert kjørefelt.

3492 Observatørposisjon

3493 Beregning av gjennomsnittlig luminansnivå (L_m), total jevnhet (U_o) og langsgående jevnhet
 3494 (U_l) tar utgangspunkt i at observatørens øye er 1,5 m over vegbanen og 60 m foran start av
 3495 beregningsfeltet. Ved beregning av synsnedsettende blending (f_{TI}) er observatørens øye 1,5
 3496 m over vegbanen og i en avstand foran beregningsfeltet i meter, beregnet etter formelen:

3497 $2,75 \times (\text{lyspunkthøyde} - 1,5)$.

3498 Det er én observatør i midten av hvert kjørefelt. For L_m , U_o og f_{TI} brukes hele
 3499 beregningsfeltet. For U_l brukes beregningspunktene midt i hvert kjørefelt.

3500 For L_m , U_o og U_l gjelder laveste beregningsverdi. For f_{TI} gjelder høyeste verdi.

3501 16.3.14 Beregning av belyningsstyrke

3502 Belysningsstyrke beregnes på horisontale eller vertikale flater.

3503 Horisontal belyningsstyrke

3504 Horisontal belyningsstyrke beregnes ved blant annet dimensjonering av belysning i
 3505 rundkjøringer, vegkryss, på gang- og sykkelveger og på områder/plasser. Slike beregninger
 3506 brukes også som underlag ved kontrollmåling av nye belysningsanlegg på veg.

3507 Beregningsfeltet er som for luminansberegninger. Det samme gjelder kravene til
 3508 beregningspunktene, bortsett fra at antall beregningspunkter i bredden er minst 3 og

3509 avstanden mellom punktene er 1,5 m eller mindre. De samme kravene gjelder ved beregning
3510 av omgivelsenes lysforhold R_{EI} .

3511 Når avstanden mellom armaturene er ujevn, kan det kanskje bli umulig å koble avstanden
3512 mellom beregningspunktene til armaturavstanden. Da er regelen at avstanden mellom
3513 punktene ikke overskrider 1,5 m i bredden eller lengderetningen.

3514 **Vertikal belysningsstyrke**

3515 Vertikal belysningsstyrke beregnes ved blant annet dimensjonering av intensivbelysning i
3516 gangfelt.

3517 **16.3.15 Lysmålinger**

3518 Det anbefales at alle nye veglysanlegg kontrollmåles. Dette er spesielt viktig og gjelder også
3519 for eksisterende anlegg hvor master beholdes, og nye armaturer blir montert på de
3520 eksisterende mastene.

3521 Når man måler for å sammenligne med kalkulerte verdier, må målingene gjennomføres så
3522 nøyaktig at sammenligningen blir reell. Hvis målingene bare brukes for å vurdere tilstanden til
3523 et anlegg, holder det med et mer begrenset sett med målinger. I andre tilfeller vil det være
3524 tilstrekkelig med punktmålinger. Det er imidlertid viktig at målingene gjennomføres på samme
3525 måte hver gang og godt nok beskrevet til at målingen kan repeteres.

3526 Gjennomførte lysmålinger dokumenteres i en målerapport med måleverdier som
3527 sammenstilles med leverandørens lysberegninger.

3528 **16.3.15.1 Måleforhold**

3529 **Sikre stabilt utsendt lys fra armatur**

3530 Anlegget anbefales slått på minst ti minutter før målingene starter. For å sikre at stabiliteten
3531 opprettholdes under måleperioden, anbefales det å gjennomføre kontrollmålinger i 1 - 3
3532 målepunkter før, under og etter måleperioden (blant annet for å kontrollere at dimmefunksjon i
3533 armatur ikke er aktivert).

3534 **Klimatiske forhold**

- 3535 • Høye eller lave temperaturer kan påvirke både lyskilder og måleinstrumenter;
- 3536 • Kondens på måleinstrumentets overflate eller elektriske kretser kan påvirke
3537 nøyaktigheten;
- 3538 • Kraftig vind kan få armaturene til å bevege seg i toppen av masten, eller få måleapparatet
3539 til å vibrere. Vinden kan også påvirke temperaturforholdene for sensitive lyskilder;
- 3540 • Fuktighet på vegbanen kan påvirke luminansen herfra. Atmosfærens evne til å overføre
3541 lys kan variere. Dette påvirker lysmengden som når fram til den overflaten som måles
3542 (eller lyset som reflekteres fra overflaten ved luminansmålinger).

3543 **Fremmedlys og hindringer for lyset**

3544 Der man har direkte eller reflektert lys fra omgivelsene, i tillegg til vegbelysningen, må man
3545 korrigere for dette bidraget. Direkte eller reflektert lys kan for eksempel være fra
3546 butikkvinduer, lysreklame, trafikksignaler, lys på kjøretøyer eller snø i vegkanten.

3547 For å få riktige verdier, kan det gjennomføres to sett med målinger: med veglyset av og på.
3548 Differansen utgjør veglysets bidrag.

3549 Det er en fordel om måleområdet er fritt for hindringer som kaster skygger, som for eksempel
3550 trær, busker, parkerte kjøretøyer eller gatemøbler.

3551 **16.3.16 Master og fundamenter**

3552 For klassifisering og krav til materialer, montering og utforming av sideterreng vises det til
3553 vegnormal N101 Rekkverk og vegens sideområde.

3554 **16.3.16.1 Master**

3555 Mastene tilpasses det miljøet de monteres i, og i henhold til overordnede belyningsplaner
3556 hvor disse finnes. Lyspunkthøyden anbefales å være mest mulig konstant og i samsvar med
3557 lysberegningene. Avvik på inntil 2,5 % av mastehøyden er akseptabelt. Ved større varierende
3558 høyder kan teleskopmaster benyttes. Ved bruk av store lyspunkthøyder vurderes bruk av
3559 nedfellbare master (eventuelt senkbare mastetopper). Master/stolper kontrolleres regelmessig
3560 for skader forårsaket av påkjørsler samt korrosjon eller råte.

3561 **16.3.16.2 Ettergivende master**

3562 Ettergivende lysmaster klassifiseres i:

- 3563 • HE-master 50, 70 og 100 (høyt energiabsorberende master);
- 3564 • NE-master 50, 70 og 100 (ikke energiabsorberende master).

3565 For ettergivende master er det viktig å sikre at mast og fundament til sammen tilfredsstill
3566 krav i NS-EN-12767 Ettergivende konstruksjoner for vegutstyr – Krav og prøvingsmetoder (se
3567 også håndbok N601 Elektriske anlegg).

3568 Teorien er at HE-master kan fange opp en personbil med en kort, men myk retardasjon.
3569 Masten vil deformeres ved påkjørselen. Bilen vil som regel tilnærmet stanses helt eller få
3570 meget betydelig fartsreduksjon. Det monteres ikke skilt eller annet utstyr på HE-master.

3571 NE-master knekker lett ved en påkjørsel. Bilen vil fortsette, men med noe redusert fart.
3572 Skadene på bilen blir normalt små. NE-master har normalt en svekket konstruksjon eller et
3573 avskjærings- ledd nederst på masten. For å ivareta funksjonen til
3574 avskjæringsleddet/svekkelsen forutsettes det at det ligger åpent hele året (ikke dekket av
3575 snø/is). Montering av mer enn ett skilt (i størrelse MS) eller annet utstyr på en NE-mast
3576 avklares med leverandør.

3577 Ikke-ettergivende master anses som påkjørselsfarlige sidehindre og plasseres ikke innenfor
3578 vegens sikkerhetssone, se håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder.

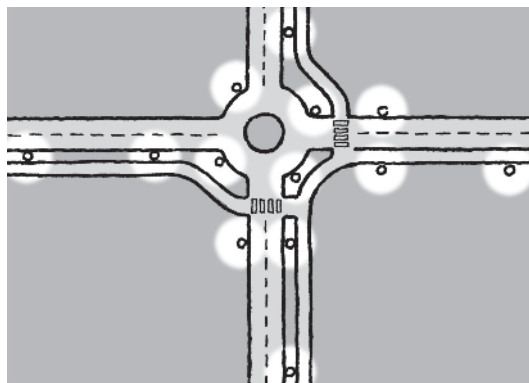
3579 **16.3.16.3 Masteplassering**

3580 Det er tre hovedprinsipper for plassering av master langs veg:

- 3581 • ensidig;
- 3582 • tosidig (parallelt, sikksakk);
- 3583 • i midten (benyttes sjeldent da dette setter krav til bredere midtdeler enn standardisert).

3584 Det velges fortrinnsvis en løsning hvor én rad master løser oppgaven. Det anbefales at
3585 mastene plasseres inn mot stigende sideterreng. For å framheve den optiske føringen
3586 (perlerad) både i dagslys og mørke, plasseres mastene på samme side av vegen over lengre
3587 strekninger, uavhengig av inner-/ytterkurve.

3588 Mastene plasseres ikke der det er mest sannsynlig at et kjøretøy kjører av vegen i en kurve
3589 eller i et vegkryss. Master plassert for eksempel ved utkjøringen fra en rundkjøring er spesielt
3590 utsatt.



3591

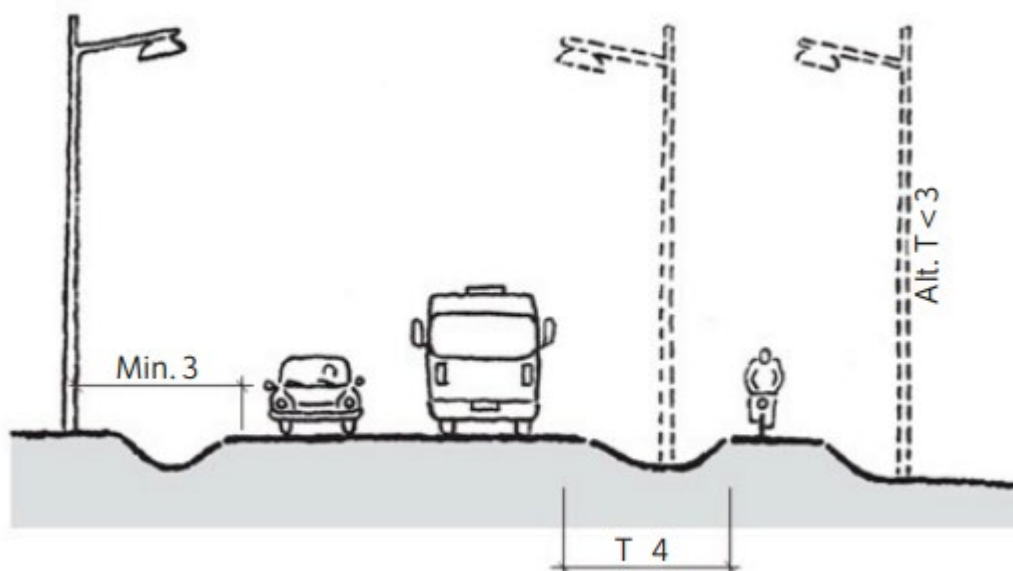
3592 Ved belysning av rundkjøringen i figur 16-9 er mastene som omkranser rundkjøringen plassert
3593 nærmest innkjøringen for å redusere faren for påkjørsel. Gangfeltene har 2-sidig belysning.
3594 Belysningen på gjennomgående veger er beholdt på samme side.

3595

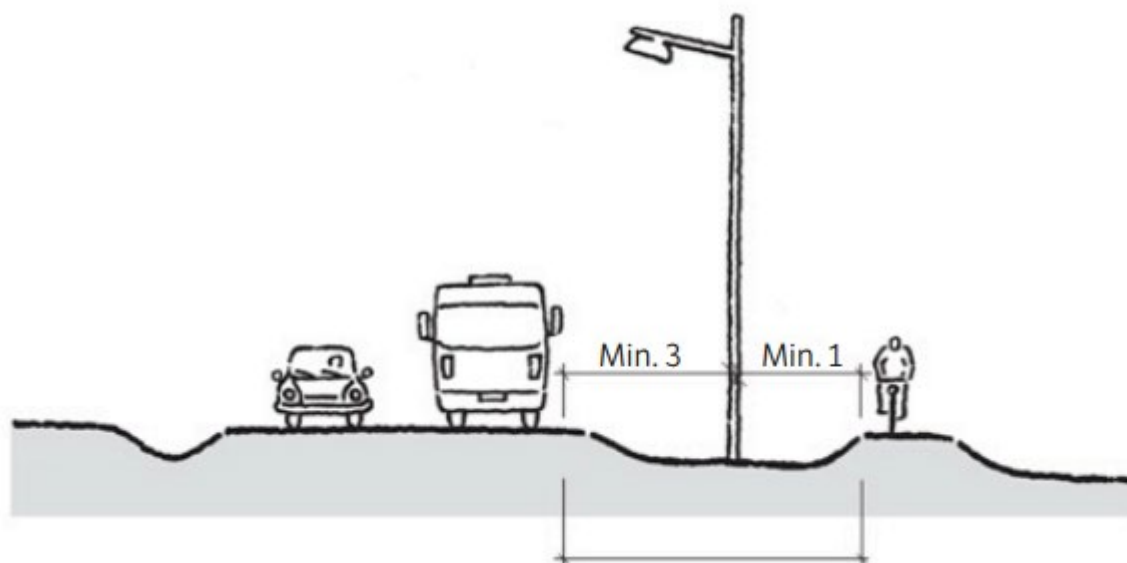
16.3.16.4 Avstand til veg og valg av side

3596 Ettergivende master plasseres minimum 3 m fra kantlinja. Ikke-ettergivende master plasseres
3597 utenfor sikkerhetssonen og slik at de ikke representerer noen stor fare for alvorlig
3598 personskade ved påkjørsel. Alternativt kan de beskyttes med rekkverk, men de plasseres da
3599 utenfor rekkverkets arbeidsbredde. Se håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområde.

3600 På 3-felts veg med midtrekkverk anbefales mastene plassert på den siden som har to kjørefelt
3601 av hensyn til drift og vedlikehold.



3602

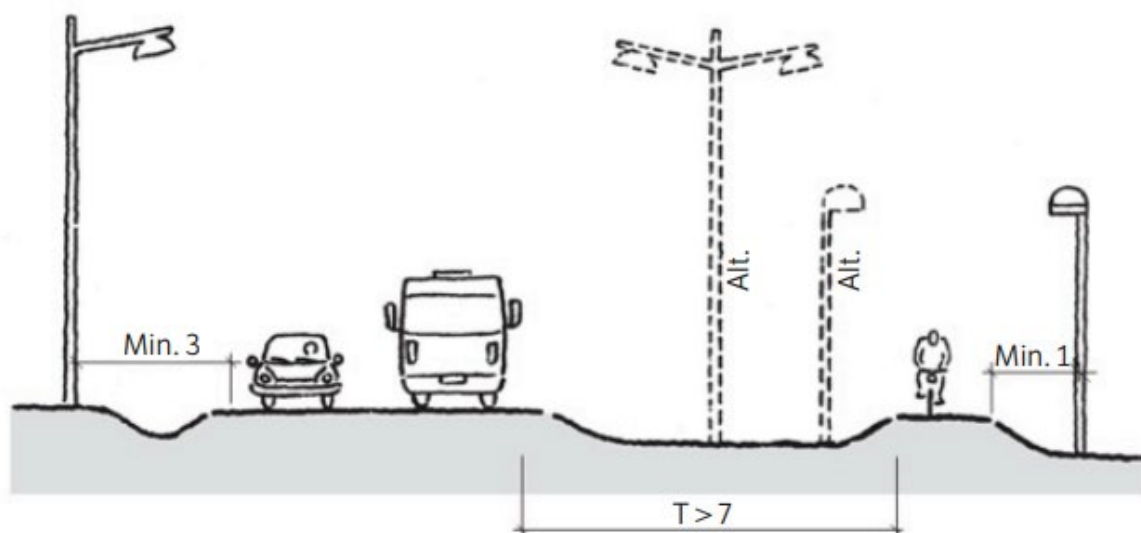


3603

3604

3605

3606



3607

3608 **Figur 16-10 Plassering av master i forhold til hovedveg og gang- og sykkelveg avhengig**
 3609 **av trafikdelersens (T) bredde. T regnes fra hvit kantlinje (mål i meter)**

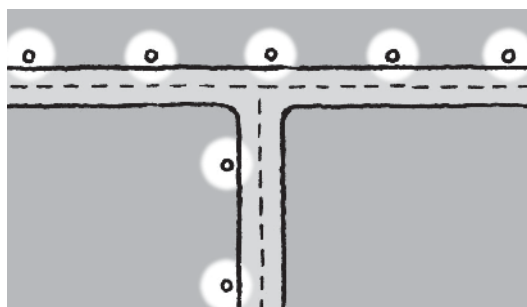
3610 **Masteplassering i forhold til parallelført gang- og sykkelveg:**

- 3611 • Hvis mastene plasseres mellom hovedvegen og gang- og sykkelvegen, anbefales det å
- 3612 være minst 3 m mellom den hvite kantlinja på hovedvegen og asfaltkanten på gang- og
- 3613 sykkelvegen for å få akseptabel plassering og gunstig belysning på begge vegene;
- 3614 • Hvis avstanden er mindre enn 3 m, anbefales mastene plassert på den siden av
- 3615 hovedvegen hvor det ikke er gang- og sykkelveg. Plassering på utsiden av gang- og
- 3616 sykkelvegen unngås, da dette gir lavere luminansnivå på hovedvegen enn på gang- og
- 3617 sykkelvegen;

- 3618 • Hvis avstanden er større enn 7 m, anlegges separat belysning for gang- og sykkelvegen;
- 3619 • Generelt plasseres mastene i minst 1 m avstand fra asfaltkanten på gang- og sykkelvegen. Avstanden anbefales ikke å være mindre enn 0,5 m;
- 3620
- 3621 • For å redusere faren for følgeskade ved påkjøring av master plassert mellom veg og gang- og sykkelveg anbefales det ikke benyttet NE master. Ved denne plasseringen anbefales benyttet HE master.
- 3622
- 3623

3624 **Kryss**

3625 I T-kryss er det viktig at det er lys bakgrunn på motsatt side av sidevegens innkjøring. Det
3626 anbefales derfor plassert en mast rett overfor sidevegen.



3627

3628 **Figur 16-11 – Eksempel på belysning av T-kryss**

3629 Ved belysning av T-krysset i figur 16-11 gir masten i forlengelsen av sidevegen god oversikt
3630 over krysset for dem som kommer fra denne vegen. Mastene i sidevegen er plassert slik at de
3631 gir best belysning for de som svinger av.

3632 Lysmaster anbefales ikke plassert på trafikkøyer av hensyn til fare for påkjørsel. Et unntak er
3633 rundkjøringer. Her kan det settes opp en mast med 3 til 4 armaturer i sentraløya. I de
3634 rundkjøringene der det ferdes gående og syklende, kan mastene plasseres i ytterkant av
3635 rundkjøringen. Dette vil gjøre at disse trafikantene blir mer synlige.

3636 **Siktsoner**

3637 Enkeltmaster kan plasseres innenfor siktsonen. Se vegnormal N100.

3638 **Tollstasjoner, kontrollplasser mv.**

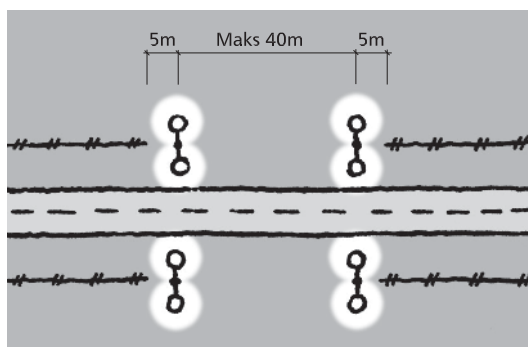
3639 Store kjøretøyer kan lage skygger for de som beveger seg rundt kjøretøyene. Dette tas med i
3640 vurderingen av masteplassering.

3641 **Bussterminaler**

3642 Mastene plasseres slik at bussene ikke lager forstyrrende skygger for passasjerene.

3643 **Viltkryssinger**

3644 Det anbefales plassert minst to master på hver side av vegen før kryssingsstedet, og hver
3645 mast anbefales å ha to armaturer: én armatur rettet mot vegen og én mot terrenget.



3646

3647

Figur 16-12 – Masteplassering ved viltkryssinger

3648 Ved viltkryssinger anbefales mastene plassert som på figur 16-12, for å få opplyst områdene
 3649 på begge sider av vegen ved kryssingsstedet. Dersom avstanden mellom mastene er større
 3650 enn ca. 40 m, suppleres det med en mast imellom. Det benyttes 10 m høye master og
 3651 belysningsnivået mellom mastene i et beregningsfelt mellom to master inn mot terreng
 3652 tilsvarende klasse C5.

3653 **16.3.17 Tenning, slukking og styring av vegbelysningsanlegg**

3654 Med styring av belysningsanlegg menes at man ved hjelp av styresignaler kan

- 3655 • tenne og slukke
- 3656 • endre belysningsnivået trinnvis
- 3657 • endre belysningsnivået trinnløst (dimming)

3658 Med regulering menes styring med tilbakemelding om ny tilstand.

3659 Styringen kan være tidsstyrt, for eksempel etter astronomisk ur, eller kontrollert av fotocelle
 3660 eller luminansmeter. Ved regulering kan det også være aktuelt å benytte styringsparametere
 3661 som kjørebaneluminans og trafikk tetthet. Vegbelysningen kan da endres etter ett av to
 3662 hovedprinsipper:

- 3663 1) "Opprettholdt luminans". Lysfluksen reguleres opp eller ned, avhengig av variasjoner i
 3664 dagslys, omgivelseslys, værforhold eller vegdekkets lyshet, på en slik måte at
 3665 luminansen fra kjørebaneluminans holdes konstant på det ønskede nivået. Dette innebærer
 3666 også at man kan ta hensyn til lyskildens lystilbakegang.
- 3667 2) "Behovstilpasset luminans". Lysstyrken reguleres opp eller ned for å endre
 3668 kjørebaneluminans etter behov, slik at den økes når trafikk tettheten, andel myke
 3669 trafikanter eller tiden på døgnet tilsier at det er behov for høyere luminans.

3670 Undersøkelser har vist at vegbelysningen ofte tennes for tidlig eller slukkes for seint, slik at
 3671 lyset står på til tider hvor det ikke har noen nytte. Det kan derfor oppnås store besparelser
 3672 med riktig kvalitet, installasjon, drift og vedlikehold av fotoceller til tenning og slukking.

3673 Å regulere belysningsanlegget etter prinsippet «opprettholdt luminans» eller
 3674 «behovstilpasset» kan være svært energieffektivt i Norge, hvor vi har lange
 3675 overgangsperioder mellom natt og dag og hvor vi har lange perioder med snø langs vegene
 3676 og på vegene.

3677 Anbefalinger for behovstilpasset luminans er gitt av den internasjonale belysnings-
 3678 kommisjonen i CIE 115 Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic. Der beskrives det
 3679 hvordan vi kan redusere gjennomsnittlig luminans tilsvarende maksimalt to belysningsklasser
 3680 til visse tider og på visse vegstrekninger med lav fart, lite biltrafikk, liten andel gang- og
 3681 sykkeltrafikk, lite forstyrrende omgivelseslys og/eller god visuell leding.

3682 16.3.18 Sentral eller lokal styring

3683 For optimal drift tilpasset lokale lys- og trafikkforhold, vil det være riktig å basere styringen på
3684 lysmålinger og trafikkmengde i hvert område. Dette er også en viktig forutsetning for at
3685 belysningsanleggene i størst mulig grad kan virke som autonome (selvregulerende) enheter.
3686 Anleggene kan styres av lokale målinger hvis kommunikasjonen mot sentrale systemer faller
3687 ut.

3688 Det legges til rette for at anlegg kan overvåkes og eventuelt styres fra lokale driftssentraler på
3689 fordelingskap nivå.

3690 Den elektriske installasjonen ses på som én enhet når en planlegger styringen, slik at en kan
3691 utnytte felles system og styringskabler, eksempelvis for trafikktekniske installasjoner og
3692 tunnelstyring. Det anbefales at systemet kan utvides uavhengig av leverandør.

3693 Valget om sentral eller lokal styring gjøres basert på en analyse av behov og nytte. Store
3694 deler av et anleggs energisparepotensialet kan tas ut ved enkle grep og lokal styring. I de
3695 fleste tilfeller vil man kunne ta ut en enda større del av energisparepotensialet ved større
3696 investeringer som sentral styring gjerne representerer.

3697 16.3.19 Tekniske løsninger

3698 Det finnes i hovedsak tre måter å styre vegbelysningsanlegg på:

- 3699 1. Inn-/utkopling av veglyskursene ved hjelp av kontaktorstyring i fordelingen. Dette
3700 gjøres tradisjonelt ved hjelp av lokal fotocelle. Alternativt kan dette styres av klokke,
3701 luminansmeter, styresignal fra annen fordeling, sensor for trafikk tetthet, værstasjon
3702 eller en kombinasjon av disse.
- 3703 2. Fotocelle for tenning/slukking og midtpunktsdimming (trinning av driver med
3704 forhåndsprogrammert dimmeprofil). Armaturene tennes med full effekt, og tidsrommet
3705 for trinning regnes som antall timer før og etter et tidspunkt som ligger midt mellom
3706 tenning og slukking. Se standard dimmeprofil i NMF01 Led luminaires – requirements.
- 3707 3. Dimming via drivers DALI/1-10 V inngang. Prinsippet forutsetter kommunikasjon
3708 mellom armaturene og et sentral-/toppsystem, enten med en full toveiskommunikasjon
3709 eller som en programmert «stand alone» løsning. Dette muliggjør situasjons- og
3710 øyeblikkbestemte lysnivåer, noe som gir optimal behovstilpasning. Aktivitetsstyrt
3711 belysning med detektering av tilstedeværelse eller andre sensorer for input kan ta ut
3712 en enda større del av mulige energisparepotensialer enn de to foregående
3713 prinsippene.

3714 Ved full toveiskommunikasjon kan kommunikasjonen med armaturene foregå med signal-
3715 /fibernett, radio, mobilkommunikasjon eller overlagret frekvens på strømledning. Driveren
3716 kan avdekke lampeutfall i den enkelte armatur. Måling av lampestrøm vil i tillegg gi mulighet
3717 for å følge med i armaturens energiforbruk, samt innstilt nivå ved behovsstyrt lysregulering.
3718 Ved vurdering av denne løsningen inkluderes merkostnaden for oppfølging og drift av
3719 installasjonen sammenlignet med de overstående løsningene som er mer «stand alone».

3720 16.3.20 Styring av vegbelysningsanlegg

- 3721 • Bruk av fotoceller optimaliseres. Utstyrets kvalitet, plassering og vedlikehold vil være helt
3722 avgjørende for effekten.
- 3723 • Det anbefales bruk av utstyr med åpne kommunikasjonsprotokoller basert på
3724 industristandard.
- 3725 • På grunn av skiftende vær-, føre- og dekkeforhold og belysningsanleggets tilstand, kan
3726 det reelle luminansnivået være høyere enn kravet tilsier. Et anlegg kan da dimmes slik at
3727 målt luminansnivå blir lik kravet til belysningsklassen.

- 3728 • Et vegbelysningsanlegg kan trinnes eller dimmes i den perioden timetrafikken er betydelig
3729 lavere enn timetrafikken for øvrig (natten) og det samtidig er lite gang- og sykkeltrafikk.
3730 Tidsperioden kan fastsettes på bakgrunn av gjennomsnittlig trafikkmønster. Trinning eller
3731 dimming er særlig aktuelt for belysningsklasse M3/C3 og høyere.
- 3732 • I trinnet eller dimmet tilstand kan anlegg potensielt dimmes 2 belysningsklasser, se figur 4
3733 i NMF01.
- 3734 • Aktivitetsstyrt belysning kan dimmes til 20 % av armaturens fulle nivå
- 3735 • Viste dimmeprofil legges til grunn for midtpunktsdimming. Ønskes benyttet annen profil for
3736 tider eller dimmenivå fra denne skal dette omtales i risikovurderingen og begrunnes.
- 3737 • Spesielle betraktninger må gjøres for benyttelse av forhåndsprogrammert driver nord for
3738 67 breddegrad.

3739 **16.3.21 Vedlikeholdsfaktor**

3740 Vedlikeholdsfaktoren f_M brukes i lysberegningene for å sikre at kravet til belysningsklassene
3741 oppfylles gjennom hele installasjonens nominelle levetid når installasjonen vedlikeholdes i
3742 henhold til den definerte vedlikeholdsplanen.

3743 Den totale vedlikeholdsfaktoren f_M fastsettes ved bruk av følgende formel:

$$3744 f_M = f_{LF} \cdot f_{LM}$$

3745 hvor

3746 f_M er den totale vedlikeholdsfaktoren,

3747 f_{LF} er lysfluksfaktoren og

3748 f_{LM} er armaturvedlikeholdsfaktoren.

3749 Eksempel: Vegbelysning, gitt nominell levetid for en armatur = 100 000 h, får gradvise
3750 lystilbakegang = L_{90} , ingen CLO, rengjøringsintervall hvert 6 år, (se tabell 8.1).

$$3751 f_M = 0,90 \cdot 0,85 = 0,765$$

3752 **16.3.22 Lysfluksfaktor**

3753 Lysfluksfaktoren f_{LF} beskriver tilbakegangen av lysstrømmen over tid på grunn av elding av
3754 armaturen under vanlig drift (dette utelukker eksterne faktorer). Dette er definert som
3755 forholdet mellom tilbakegangen av lysstrømmen til den nominelle lysstrømmen Φ_i .

3756 For utendørs belysning bestemmes f_{LF} på armaturnivå.

3757 Fastsettelse av f_{LF} baseres på den nominelle levetiden til en armatur og leveres av
3758 produsenten i henhold til definisjonene i NEK IEC 62722-2-1:2014. Da blir nominell levetid L_x
3759 lik f_{LF} .

3760 Eksempel: Nominell levetid $L_{90} = 100\,000$ h betyr 90 % gjenværende lysfluks etter 100 000 h
3761 som betyr at $f_{LF} = 0,90$.

3762 **16.3.23 Fastsettelse av lysfluksfaktor ved bruk av konstant lysutbytte**

3763 Armaturer leveres med system for konstant lysutbytte (CLO) så sant dette er tilgjengelig for
3764 armaturtypen. Armaturer som leveres med CLO justerer lysfluksen basert på lyskildens
3765 kjente eller forventede lystilbakegang for å muliggjøre en konstant lysfluks over tid. Dette
3766 gjøres ved først å dimme lyskilden til den forventede lysfluksen ved slutten av levetiden ved å

3767 øke strømmen (og som sådan strømforbruket) over tid for å kompensere for lystilbakegangen
3768 på grunn av elding av lyskilden. Produsenten skal oppgi både den nominelle Φ_i (100 %)
3769 lysfluksen for den aktuelle armaturen og den korrigerede lysfluksen Φ_{CLO} ved idriftssettelse. Når
3770 det utføres lysberegninger er det viktig at det er den korrigerede lysfluks Φ_{CLO} som benyttes.

3771 Produsenten oppgir det gjennomsnittlige effektforbruket ved CLO drift til armaturen for den
3772 oppgitte levetiden og effektforbruket på slutten av levetiden. Det er viktig at det elektriske
3773 anlegge dimmensjoneres i forhold til det oppgitte effektforbruket til armaturene på sluttene av
3774 levetiden.

3775 Lysfluksfaktoren for armaturer med CLO settes til $f_{LF} = 1,00$ når det benyttes korrigeret lysfluks
3776 Φ_{CLO} i beregningene. Er ikke denne verdien tilgjengelig settes $f_{LF} = 0,90$.

3777 **16.3.24 Armaturvedlikehold**

3778 Armaturvedlikeholdsfaktoren f_{LM} beskriver reduksjonen av lysutbytte pga. tilsmussing på
3779 armaturens glass, optiske komponenter eller andre eksterne faktorer som kan påvirke
3780 lysutbytte. Armaturvedlikeholdsfaktoren baseres på armaturens egenskaper og miljøforhold
3781 hvor denne benyttes.

3782 Armaturvedlikeholdsfaktoren f_{LM} baseres på kombinasjonen armaturdesign (oppgitt IP grad),
3783 miljømessig tilsmussing og intervallet for vedlikeholdsvask.

3784 Armaturrensjøringsintervallet har stor betydning for vedlikeholdsfaktoren. Maksimal
3785 vedlikeholdsfaktor gitt i tabell 13-9 er gitt med bakgrunn i rengjøringsintervallet for de angitte
3786 områder. Dette er å anse som maksimale faktorer og det må vurderes om det er behov for å
3787 sette disse lavere i spesielt utsatte områder.

3788

3789 **16.4 Veiledning til kap. 14 Tunnelbelysning – Lystekniske krav (Informativt)**

3790 Ulykkesfrekvensen (ulykker per mill. kjørt km) er gjennomsnittlig lavere i tunneler enn på veg i
3791 dagen, men konsekvensen av ulykker i tunneler er ofte mer alvorlige. Ulykkesfrekvensen ved
3792 tunnelinngangene (50 m utenfor – 50 m innenfor) er ca. tre ganger så høy som i midten av
3793 tunnelene. Risikoforhøyelsen ved tunnelinngangene/- utgangene har sammenheng med
3794 endringer i veggeometri, føreforhold og lysforhold.

3795 Overgangen fra dagslys utenfor tunnelen til mørke inne i tunnelen er en stor utfordring for
3796 synssystemet, særlig for eldre førere. Dersom lysforholdene i innkjøringssonen er for dårlige,
3797 kan føreren oppleve at det blir helt mørkt i noen sekunder. I slike situasjoner har det skjedd
3798 alvorlige ulykker.

3799 **16.4.1 Overgangen fra dagslys utenfor til mørke inne i tunnelen** 3800 **(adaptasjonsprosessen)**

3801 Menneskets synssystem trenger tid for å tilpasse seg (adaptere) fra dagslyset utenfor
3802 tunnelen til mørket inne i tunnelen. Full adaptasjon oppnås først etter en halv time, men mye
3803 er unna- gjort i løpet av 15 - 20 sekunder. Jo større forskjell det er mellom dagslyset og
3804 mørket, desto lengre er adaptasjonstiden. Eldre mennesker har vesentlig lengre
3805 adaptasjonstid enn yngre. Dessuten trenger eldre også mye mer lys enn yngre selv etter at
3806 synet er adaptert. Eldre førere velger gjerne å kjøre i dagslys fordi de har problemer med
3807 mørkekjøring, og det er jo nettopp da de møter de største synsproblemene i tunnelene. Når vi
3808 vet at antallet og andelen eldre førere er økende, vet vi at vi har en stor utfordring i å gjøre
3809 adaptasjonsforholdene gode nok til å ivareta trafikksikkerheten i tunneler.

3810 For å redusere behovet for høyt luminansnivå i innkjøringssonen, er det viktig å forsøke å
3811 minske luminansene i synsfeltet utenfor tunnelen. Dette kan både øke trafikksikkerheten og
3812 redusere energiforbruket og kostnadene til belysning.

3813 Luminansene utenfor tunnelen kan reduseres ved å:

- 3814 • Legge tunnelinngangen slik at det blir lite himmellys i synsfeltet fram mot tunnelen;
- 3815 • Plante vintergrønne trær som skjermer for himmellyset;
- 3816 • Bygge et overbygg foran tunnelportalen som gradvis slipper inn mindre lys;
- 3817 • Legge mørk asfalt de siste 200 m før tunnelportalen;
- 3818 • Benytte mørk betong eller mørk stein til utvendige flater på portal og murer;
- 3819 • Plante grønn vegetasjon som dekker til lyst fjell;

3820 Luminansene inne i tunnelen kan økes ved å:

- 3821 • Legge lys asfalt som reflekterer mer lys;
- 3822 • Sørge for lys overflate på tunnelveggene som reflekterer mye lys og er lett å holde ren;
- 3823 • Benytte motlys i innkjørings- og overgangssonen som øker andelen reflektert lys mot føreren;
- 3824

3825 Synsforholdene i tunnelen kan også forbedres ved å:

- 3826 • Benytte armaturrekker, kontrastlinjer eller reflekser for optisk føring;
- 3827 • Sørge for godt renhold av vegutstyr og vegger;
- 3828 • Sørge for å holde lufta i tunnelen rein slik at ikke støvpartikler i lufta gir lysspredning og sløringsluminans som visker ut kontrastene og skaper dårlige synsforhold.
- 3829

3830 **16.4.2 Monotoni, trøtthet, epilepsi, tunnelangst**

3831 Flimrende lysblink med frekvens mellom 4 Hz og 11 Hz og varighet over 20 sekunder antas å
3832 kunne utløse epilepsianfall og derfor plasseres armaturene slik at flimmereffekt unngås.
3833 Problemet er størst ved bruk armaturer med små lysende arealer. Flimmerfrekvensen
3834 bestemmes fra hastighet (m/sek) dividert med armaturenes senteravstand. Ved 80 km/t (= $22,2$ m/s)
3835 oppstår den ugunstige frekvensen ved armaturavstand mellom 2,0 m og 5,5 m.

3836 **16.4.3 Effektbelysning**

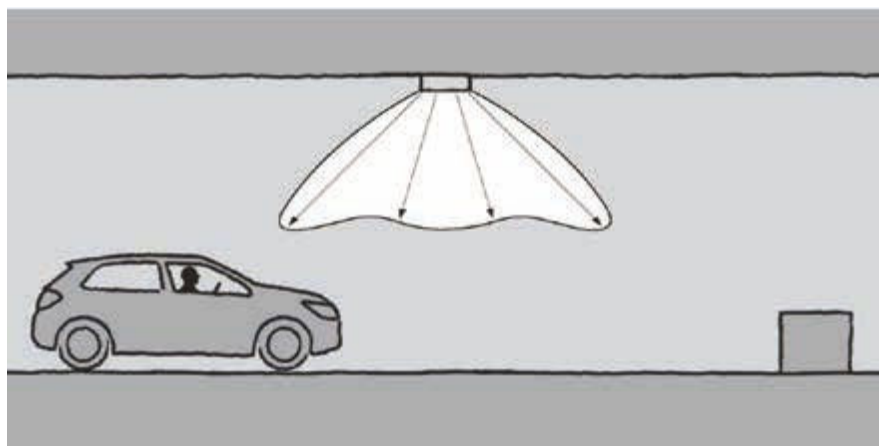
3837 Med effektbelysning menes belysning ut over den funksjonelle belysningen det settes krav til i
3838 vegnormal N500. Effektbelysning kan vurderes benyttet i lange tunneler, > 6 km, som et tiltak
3839 for å redusere monotonien og skape en positiv opplevelse ved kjøring gjennom en ensformig
3840 og monoton belyst tunnel.

3841 Forsøk og erfaringer har vist at bruk av farget belysning må vies spesiell oppmerksomhet da
3842 feil fargebruk kan medføre uønsket adferd hos en del bilister. Blått lys og spesielle spekter av
3843 blått er gunstig for å vekke trafikanter og har god effekt på monotoni og frykt/angst for lange
3844 tunneler. I undersjøiske tunneler anbefales farger og symboler som gir assosiasjoner til vann
3845 eller vanninntrenging og som minner trafikantene på at de er under havet anbefales unngått.
3846 Det anbefales ikke benyttet rødt og rød-gul belysning. I verste fall kan rød eller rød-gul
3847 effektbelysning bli tolket som brann og føre til at trafikanter går i feil retning, eller får lengre strekning til
3848 nærmeste rømningsvei.

3849 **16.4.4 Symmetrisk lys, motlys eller medlys**

3850 De to prinsippene for tunnelbelysning som blir mest benyttet er symmetrisk lys og motlys.
3851 Medlys benyttes nesten ikke.

3852 Symmetrisk lys gir en blanding av positiv og negativ kontrast ved at armaturene fordeler lyset
3853 symmetrisk i vertikalplanet i tunnelens lengderetning (se figur 16-13). Slik belysning kan
3854 skape gode kontraster mellom flater med ulik reflektans eller flater med ulik orientering i
3855 tunnel-rommet. Objekter på kjørebanelen vil i de fleste tilfeller sees i kontrast mot en bakgrunn
3856 som har ulik luminans.

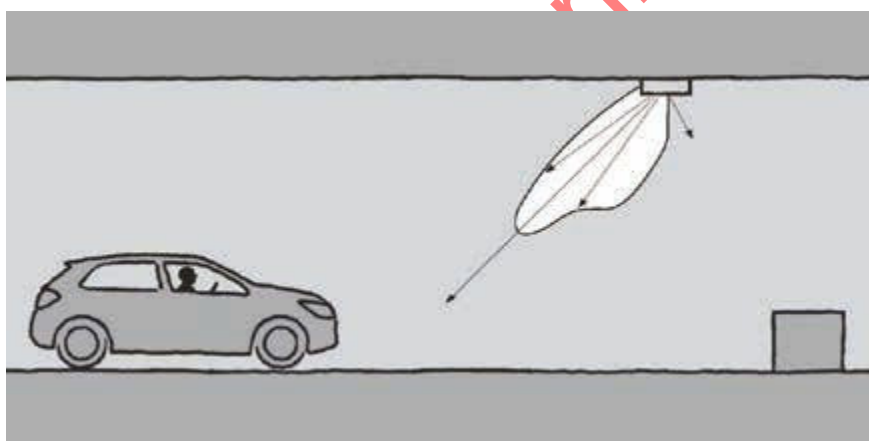


3857

3858

Figur 16-13– Symmetrisk lys

3859 Motlys skaper negativ kontrast. Motlyset øker luminansen på kjørebanelen ved at en større del
 3860 av lyset fra armaturene reflekteres mot føreren. Samtidig reduseres luminansen på vertikale
 3861 flater i førerens synsfelt ved at en mindre andel av lyset er rettet mot slike flater (se figur 16-
 3862 14). I førerens synsbilde får objekter på kjørebanelen lavere luminans (bli mørkere) enn ved
 3863 symmetrisk lys og vegdekket får høyere luminans (blir lysere) enn ved symmetrisk lys, særlig
 3864 hvis det benyttes en asfalt som er speilende. Oftest betyr det at kontrastene blir større og
 3865 objektene blir mer synlige.



3866

3867

Figur 16-14 – Motlys

3868 I tunneler med toveis trafikk benyttes armaturer med symmetrisk lys i indre sone og som
 3869 nattbelysning, og armaturer med motlys i innkjørings- og overgangssonen. Når man kjører ut
 3870 av tunnelen gjennom innkjøringsssonene så vil belysningen på denne strekningen bli medlys. I
 3871 og med at nivået i denne delen vil være mye høyere enn i indre sone så er det ikke behov for
 3872 å foreta noen tiltak for å få symmetrisk belysning eller motlys.

3873 Motlys kan imidlertid ha noen ulemper:

- 3874 • Det kan være mindre effektivt ved tunnelinn ganger som slipper inn mye dagslys, fordi
 3875 dagslyset vil belyse objektene og redusere kontrastene;
- 3876 • Det kan være mindre effektivt i tunneler med mye trafikk eller mye tungtrafikk, på grunn av to
 3877 forhold: Det ene er at billysene belyser objektene i synsfeltet og reduserer kontrastene.
 3878 Det andre er at store kjøretøy skygger for lyset fra armaturene slik at bakenden på kjøretøyet
 3879 danner en stor mørk flate og samtidig dekker for den lyse kjørebanelen som objektene
 3880 egentlig skulle sees imot;
- 3881 • Det kan være større utfordringer å få tilstrekkelig lys på tunnelveggene.

3882 **16.4.5 Lysstyring**

3883 Riktig tilpassing av belysningen i innkjørings- og overgangssonen er viktig for
3884 trafiksikkerheten og energiforbruket. Innjustering av anlegg ved igangkjøring med kalibrert
3885 måleinstrument for korrekte nivåer for adaptasjonsluminans er viktig for korrekt drift.

3886 **16.4.6 Lysberegninger og målinger**

3887 Det forutsettes at tunnellysberegninger utføres i Relux tunnel. Alle resultater dokumenteres
3888 med to desimaler.

3889 **16.4.7 Drift og vedlikehold**

3890 Et tunnelysanlegg dimensjoneres slik at kravene til gjennomsnittlig luminans og jevnhet er
3891 tilfredsstillt selv under de dårligste lysforholdene som oppstår i løpet av belysningens levetid.
3892 Ny tunnelbelysning overdimensjoneres så mye at den tar høyde for en lysreduksjon på minst
3893 15 %. Det vil si at det legges inn en vedlikeholdsfaktor på maksimum 0,85.

3894 Lysreduksjonen som oppstår over tid er sammensatt av:

- 3895 • lyskildens lystilbakegang;
- 3896 • armaturens lystilbakegang på grunn av elding, bl.a. gulning av reflektor og glass;
- 3897 • armaturens lystilbakegang på grunn av tilsmussing innvendig og utvendig - veggens
3898 reduserte evne til å reflektere lyset, særlig på grunn av tilsmussing.

3899 Dessuten vil lyset spres i partikler i en støvete tunneluft slik at konturer og kontraster viskes
3900 ut. Belysningsplanleggeren vurderer i samarbeid med tunneleier/-drifter hvor mye
3901 lystilbakegang som kan forventes ut ifra hvilket nivå som kan forventes på renhold, lampeskift
3902 etc. Utregning av vedlikeholdsfaktoren kan gjøres i henhold til CIE 154:2003 The Maintenance
3903 of Outdoor Lighting Systems. Når man skal regne ut vedlikeholdsfaktoren er det viktig at det
3904 blir hentet inn opplysninger vedrørende rengjøringsintervaller for tunnelen som helhet i tillegg
3905 til rengjøringsintervaller for tunnelarmaturene. For å kunne opprettholde et høyt nok
3906 belysningsnivå og trafiksikkerhetsnivå rengjøres tunnelen og belysningsutstyret i samsvar
3907 med de forutsetningene som legges til grunn for valg av vedlikeholdsfaktor og for
3908 lysberegningene.

3909 Smuss som samles opp etter vask bør kjøres ut av tunnelen slik at ikke gammelt støv virvles
3910 opp på nytt og legger seg på armaturene igjen.

3911 Dersom det er installert dimbare armaturer kan lysfluksen reguleres slik at et riktig lysnivå
3912 opprettholdes gjennom hele levetiden. Det betyr at belysningen kan nedreguleres når
3913 lampene er nye og når armaturene er vasket, slik at det unngås å bruke energi til
3914 overbelysning. Strømbesparelsen blir større ved bruk av LED enn ved bruk av andre lyskilder
3915 fordi LED opprettholder lysutbyttet ved nedregulering. De mest avanserte metodene for å
3916 opprettholde riktig lysnivå i innkjøringssonen og indre sone vil være basert på luminansmeter
3917 inne i tunnelen. Dårlig rengjøring vil da resultere i høyere strømforbruk.

3918 **16.4.8 Lysberegninger**

3919 Det må alltid foretas lysberegninger før installasjon av et belysningsanlegg. Statens vegvesen
3920 benytter programmet Relux til lysberegninger. Alle beregninger skal kunne gjennomføres i
3921 dette programmet. Alle resultater skal dokumenteres med to desimaler.

3922 Lysberegningene utføres som angitt i CIE 189:2010 Calculation of Tunnel Lighting Quality
3923 Criteria eller eventuelle nyere publikasjoner om tunnelbelysning utgitt av CIE.

3924 I lysberegningene tillates det å ta med reflektert lys fra veggene som bidrag til kjørebanelens
3925 luminans. Andre verdier kan benyttes dersom det finnes grunnlag for det. Det forutsettes at

3926 tunnelen vaskes regelmessig i henhold til retningslinje i Statens vegvesens håndbok R610
3927 Drift og vedlikehold for at disse verdiene skal kunne benyttes.

3928 For lysberegninger forutsettes det at alle overflater i tunnelene har diffus refleksjon, med
3929 unntak av kjørebanelen, hvor vanlige vegdekke C2 benyttes.

3930 Det anbefales at belyningsanlegget (på dagtid) i innkjørings- og overgangssonen utformes i
3931 henhold til motlysprinsippet, kontrastavsløringsfaktoren q_c dokumenteres med en
3932 gjennomsnittsverdi minimum 0,60.

3933 **16.4.9 Lysmålinger**

3934 Tunnelysanlegg anbefales kontrollmålt ved ferdigstillelse (før trafikkpåsetting) og
3935 dokumenteres å være i henhold til krav. En verifisering av anlegget sammenlignet med
3936 lysberegning, korrigert for vedlikeholdsfaktor (korrigert til nyverdi), oppsummert i en
3937 målerapport (måleverdier fra feltmålingene vedlegges rapporten) er en del av anleggets FDV
3938 dokumentasjon.

3939 Da flere krav er angitt i luminans er det viktig å være klar over at luminans også er avhengig
3940 av overflatenes refleksjonsegenskaper og dette har vi sjelden kontroll over, selv på nye
3941 anlegg. Derfor må en samtidig foreta kontroll av illuminansen opp mot lysberegning i samme
3942 målegrid for en kontroll av installert lysmengde i anlegg. For nivåer gjelder da
3943 illuminansmålingene, men for jevnhetskravene er det luminansmålingen som gjelder.

3944 Lysmålinger utføres med:

- 3945 • Luxmeter for kontroll av belyningsnivå. For nivåer er det illuminans, kontrollert mot
3946 lysberegning korrigert til nyverdi, som benyttes selv om kravet angis i luminans.
- 3947 • Luminanskamera hvor hele området mellom 2 armaturer registreres og måledata
3948 bearbejdes i et tilhørende dataprogram, for krav til jevnhet og eventuelt blanding.
3949 Luminans registreres både for å bestemme adaptasjonsluminansen, L_{20} , og til å
3950 kontrollere at luminansnivået (kontrolleres mot illuminans i samme målegrid) og jevnheten
3951 inne i tunnelen er tilnærmet i samsvar med kravene og riktig tilpasset dagslysnivået
3952 utenfor (den aktuelle adaptasjonsluminansen). Målegrid og utførelse i henhold til CIE
3953 194:2011 On Site Measurement of the Photometric Properties of Road and Tunnel
3954 Lighting eller evt. nyere publikasjon fra CIE. Målinger kan også utføres med
3955 luminansmeter som måler enkeltpunkter i målegridet, men dette er en tidkrevende øvelse
3956 som gir et mindre nøyaktig resultat og er ikke å anbefale.
- 3957 • Grovkontroll for indikasjon av eksisterende belyningsanleggs tilstand kan foretas med
3958 luxmeter hvor belyningsnivået måles på et rutenett som er dekkende for variasjonene i
3959 belyningsstyrke på et vegareal mellom to armaturer (for eksempel en rekke målepunkter
3960 på tvers av vegen rett under den ene armaturen og en tilsvarende rekke med målepunkter
3961 på tvers av vegen midt mellom to armaturer, samt en rekke på langs av vegens
3962 senterlinje).

3963

3964

3965

3966

3967

3968

3969

3970 16.5 Tverrfaglig merkesystem, TFM (informativt)

3971 16.5.1 Formål og mandat

3972 Formålet med å innføre TFM i veg-infrastruktur er å gi hvert enkelt objekt som skal merkes i
3973 et anlegg, en entydig definisjon av denne merkingen slik at den blir samsvarende i
3974 dokumentasjon og dataregistre, som i den fysiske merkingen.

3975 TFM skal brukes i all dokumentasjon av anlegg, så som tegninger og modeller, skjema,
3976 komponentlister, dimensjoneringsprogram (f.eks. Febdok), samt i registre som NVDB og
3977 Plania. Deler av objektenes TFM-merking vil også kunne gjenbrukes i skjermbilder, eller hele
3978 merkingen kryssrefereres, i SCADA-systemer der de fysiske objektene i anleggene
3979 representerer målinger, styringsmuligheter eller alarmer.

3980 Formål med dette dokumentet er å implementere TFM på en enhetlig og forutsigbar måte i
3981 veg infrastruktur. Da kan merkingen på objekter i et anlegg defineres allerede på
3982 prosjekteringsstadiet, og følge objektet gjennom anleggets bygge- og levetid.

3983 16.5.2 Bakgrunn

3984 TFM er en «prosjekteringsanvisning» fra Statsbygg, utgitt for å definere et enhetlig merke-
3985 system for objekter i en bygningsmasse. Hos Statsbygg refereres standarden som «PA
3986 0802», og godkjent versjon p.t. er datert 28.11.2017. Statsbyggs generelle veiledning til TFM,
3987 samt systemkodeliste og komponentkodeliste som det refereres til her, finnes på nettstedet
3988 www.statsbygg.no/Publikasjoner/.

3989 NK300 har valgt å slutte seg til denne standarden for å få et enhetlig merkesystem i
3990 veganlegg. TFM er dog primært laget for bygg og det kreves en del tilpasninger til veg
3991 infrastruktur.

3992 16.5.3 Ord og forkortelser

Ord / forkortelse	Forklaring
NVDB	Norsk vegdatabank
PA 0802	Prosjekteringsanvisning nr. 0802, Fra Statsbygg
HMI	Human Machine Interface

3993 16.5.4 Overordnet oppbygging og forståelse av TFM

3994 16.5.4.1 Nivåene i TFM

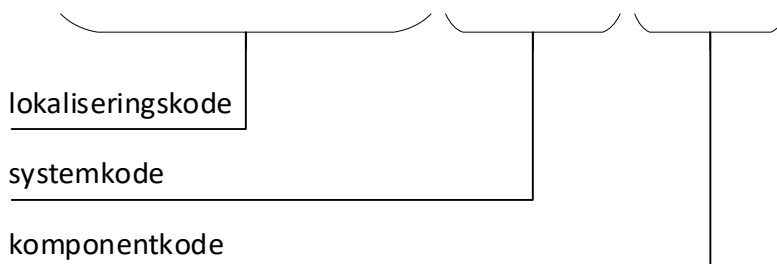
3995 En merking iht. TFM kan bestå av ett, to eller tre ledd eller nivå. For at identifiseringen av en
3996 komponent skal være unik, f.eks. i en dokumentasjon eller et register, må vanligvis alle tre
3997 ledd være med, eller være referert i en overordnet merking i dokumentets tittelfelt.

3998 De tre leddene eller nivåene som TFM definerer, er:

- 3999 – Lokaliseringskode;
- 4000 – Systemkode;
- 4001 – Komponentkode.

4002

+S50TUDUM.TB4B =434.401 -XQ312



4003

4004

Figur 16-3-4-1 – eksempel på merke med hovedinndeling iht. TFM.

4005 **Lokaliseringskoden** skal ha informasjon som forteller hvor et system eller en komponent er
 4006 lokalisert, altså i hvilket anlegg, og hvor i anlegget. Lokaliseringskoden for et anlegg, og
 4007 inndelingen av steder innenfor anlegget, skal vanligvis være gitt av oppdragsgiver eller
 4008 byggherre for det anlegget som skal prosjekteres eller bygges.

4009 **Systemkoden** forteller hva slags type system (systemets funksjon), og ev. hvilket system
 4010 (løpenummer), som et system er, eller som en komponent i etterfølgende komponentkode
 4011 inngår i. For typer av system baserer TFM seg på Bygningsdeltabellen NS3451 på 3-sifret
 4012 nivå, ev. på 4-sifret nivå for utendørs installasjoner. Systemkoden kan også inneholde et
 4013 punktum og et løpenummer etter punktumet hvis anlegget inneholder flere systemer av
 4014 samme type.

4015 **Komponentkoden** for en komponent i et system er basert på en egen kodeliste i TFM, med
 4016 en 2-bokstavskode som angir komponentens funksjon, etterfulgt av et 3-sifret løpenummer.
 4017 For moduloppbygde eller seksjonerte komponenter kan også komponentkoden inneholde et
 4018 punktum og et løpenummer etter punktumet for å identifisere en spesiell modul eller seksjon
 4019 av komponenten.

4020

16.5.4.2 Hvordan nivåene benyttes i praktisk merking

4021 Noen ganger, i praktisk fysisk merking, brukes bare ett eller to ledd. Årsaken kan være at det
 4022 merkes en lokalisering eller et system, eller bare en komponent. Tegnene '+', '=' eller '-'
 4023 angir da på hvilket nivå den etterfølgende koden skal tolkes. Utenpå et teknisk bygg eller et
 4024 rom i bygget merkes det kanskje bare med en lokaliseringskode som gjelder for dette rommet.
 4025 Utenpå en elkraftfordeling merkes det bare med lokalisering- og systemkode, siden
 4026 fordelingen regnes som et system i TFM.

4027 Inne i fordelingen er det komponenter som ikke gir plass til å merke med alle tre nivå.
 4028 Komponentene i fordelingen vil derfor som regel bare være merket med komponentkoden,
 4029 mens lokaliseringskode og systemkode er gitt av merkingen utenpå fordelingen. Tilsvarende
 4030 deling finnes gjerne i koblings skjemaet for fordelingen, - lokalisering- og systemkode er angitt
 4031 bare i tittelfeltet, mens komponentene i tegningsfeltet er merket bare med komponentkode.

4032 Det er viktig, men noen ganger vanskelig, å skille mellom systemer, og noen ganger også
 4033 mellom systemer og komponenter i bruken av TFM. De fleste systemer består av flere
 4034 komponenter, og de fleste komponenter vil naturlig tilhøre et system. Men mange ganger vil
 4035 systemtilhørigheten være uklar, og der skal dette dokumentet prøve å gi føringer for hvordan
 4036 man praktiserer system- og komponentinndelingen i merkingen vår.

4037 Et eksempel er ei fordelingstavle i en tunnel. Den er et system som inneholder flere
 4038 komponenter som effektbrytere, sikringsautomater, kontaktorer, vern, betjeningsutstyr osv. Ei
 4039 slik tavle vil gjerne ha et systemnummer 434 som iht. bygningsdeltabellen er en
 4040 elkraftfordeling til driftstekniske installasjoner, etterfulgt av et løpenummer. Komponentene
 4041 inne i fordelingen vil da helst inngå i, og identifiseres som del av dette systemet. Men hva hvis
 4042 denne fordelingen også inneholder noe kommunikasjonsutstyr som et fiberpanel og switch, og

4043 en PLS som styrer kontaktorene, skal da disse komponentene også regnes som del av
 4044 fordelingen og identifiseres med systemnummer 434, eller er de deler av et større
 4045 kommunikasjons- og styresystem? Det kan være opp til prosjekt eller prosjekterende å
 4046 bestemme, men det gis noen anbefalinger litt lengre ut i dette dokumentet.

4047 Et annet eksempel er en UPS, en avbruddsfri strømforsyning. Den er gjerne bygd som et stort
 4048 kabinett med mange komponenter for likeretting og vekselretting av strøm, filtrering og vern,
 4049 og har kanskje også innebygde batterier. Mest vanlig er likevel at denne betraktes som en
 4050 «komponent» siden den kjøpes ferdig sammenbygd, og identifiseres helst som en komponent
 4051 som inngår i nødstrømssystemet (system 462). Enkeltkomponentene innenfor UPS-kabinettet
 4052 merkes da heller ikke.

4053 **16.5.4.3 Identifisering av nivåene i TFM-merking**

4054 En komplett identifikasjon av en komponent, i et system, i et anlegg, kan se slik ut:

4055 +S50TUDUM.TB12L =433.302 -XQ214

4056 Det er tegnene «+», «=» og «-» som angir hvilket ledd eller nivå den etterfølgende
 4057 informasjonen tilhører.

4058 Syntaksen er som følger:

4059 +<lokaliseringskode>

4060 =<systemkode>

4061 -<komponentkode>

4062 Merk at punktum kan benyttes til å skille mellom hoved- og underinndeling på alle tre nivå.
 4063 Det er også hensiktsmessig å sette et mellomrom foran hvert nytt nivå slik som vist over, det
 4064 forenkler lesing og forståelse av merkingen, men er ikke et krav iht. Statsbyggs standard.

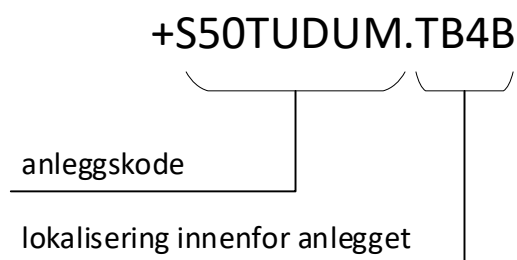
4065 Merk: Det skal ikke være mellomrom innenfor samme nivå, eller mellom innledende tegn og
 4066 kode.

4067 **16.5.5 Implementering av TFM i veg-infrastruktur**

4068 **16.5.5.1 Lokaliseringskode**

4069 Lokaliseringskode innledes med fortegnet '+', og det er valgt å bruke to nivåer på
 4070 lokaliseringskoden, med hoved- og underkode skilt av et punktum. Første del identifiserer
 4071 anlegget, og andre del angir lokaliseringen innenfor anlegget.

4072 **Utstyr i tekniske bygg**



4073

4074

Figur 16-3-5-1 – eksempel på inndeling av lokaliseringskoden

4075 I figur 14.3.5.1 angir anleggskoden '+S50TUDUM' at dette er «Dummytunnelen» i Trøndelag
4076 (fylke 50) og vegeier til anlegget er Statens vegvesen (bokstaven 'S'). Alle tunneler, der
4077 merkesystemet forvaltes av Statens vegvesen vil ha en lokaliseringskode som begynner med
4078 'S'. Etter fylkesnummeret som angir hvor i landet anlegget ligger, følger to bokstaver som
4079 angir anleggstypen, 'TU' betyr at dette anlegget er en tunnel. De neste tegnene fram til
4080 punktumet, 'DUM', vil være en unik forkortelse for denne tunnelen i dette fylket, og vil tildeles
4081 fra en liste over tunneler som byggherre holder.

4082 Når fylkeskommunene overtar eierskap til fylkesvegene, vil nye anlegg som bygges kunne få
4083 lokaliseringskoder som begynner med 'F', og fylkeskommunene vil selv måtte holde lister
4084 over unike anleggsnavn, -nummer og forkortelser.

4085 Etter punktum vil 'TB4B' angi en lokalisering innenfor Dummytunnelen, og her henvises det til
4086 et teknisk bygg TB4 og batterirommet i dette bygget. Andre typiske lokaliseringer i bygg kan
4087 være 'TB3L' som er et lavspenntrom i teknisk bygg TB3, eller 'TB02N' som er
4088 nødstrømsrommet i teknisk bygg TB02. Antall siffer i løpenummer for anleggsdeler, som
4089 tekniske bygg kan tilpasses anleggets størrelse.

4090 Tabeller i vedlegg med relevans for lokaliseringskode er:

- 4091 • Tabell 1 - koder for forvaltere av TFM i veganlegg;
- 4092 • Tabell 2a - koder for anleggstyper, og tilhørende syntaks for anleggsidentifisering;
- 4093 • Tabell 2b – koder for og underinndeling av anlegg, og tilhørende syntaks for ev.
4094 rominndeling;
- 4095 • Tabell 2c - koder for rom i tekniske bygg.

4096 **Seksjonsinndeling av anlegget**

4097 For enkle anlegg, som f.eks. kortere ettløps tunneler, vil inndeling av sted (anleggsdeler)
4098 kunne gjøres tilstrekkelig med å henvise til tekniske bygg, pumpestasjoner, ev. tverrslag e.l.
4099 For inndeling av selve tunnelløpet henvises enklest til nærmeste nødstasjon (SOS).

4100 For større eller mer komplekse anlegg vil imidlertid en inndeling i større seksjoner være mer
4101 hensiktsmessig. Separate tunnelløp kan være slike seksjoner, angitt med LD etterfulgt av et
4102 løpenummer, men det kan også være hensiktsmessig å dele inn større anlegg etter f.eks.
4103 seksjoner for feltstenging, angrepspunkt, entreprisegrenser eller lignende.

4104 Ved slik seksjonsinndeling tilføyes et løpenummer for seksjonen etter punktum, foran
4105 anleggsdel iht. tabell 2b. Hvis anlegget i figur 14.3.5.1 var inndelt i seksjoner, ville
4106 lokaliseringskoden sett slik ut:

4107 +S50TUDUM.23TB4B

4108 Ev. seksjonsinndeling må gjennomføres for et helt anlegg, slik at alle lokaliseringskoder i
4109 anlegget får samme format. Det kan også være hensiktsmessig at ev. seksjonsnummer
4110 gjentas som første sifre i et femsifret format i komponentkoden, især hvis komponentkoden
4111 skal brukes alene i tag-nummer til SCADA, eller i skjermbilder. Eksempel:

4112 +S50TUDUM.23SOS231 =365.021 –RY23201

4113 Dette vil være en gassmåler i seksjon 23, tilhørende et ventilasjonssystem 365.021.
4114 Gassmåleren er montert ved eller nært en nødstasjon merket SOS231 som også står i
4115 seksjon 23 av tunnelkomplekset.

4116 Ev. seksjonsinndeling av anlegg, der denne inngår i TFM-koden, bør være godt dokumentert i
4117 oversiktstegning(er) som følger FDV-dokumentasjonen for anlegget.

4118 **Felles for lokaliseringskode**

4119 En formell syntaks for lokaliseringskoden kan settes opp slik:

4120 +AxxBB<forkortet anleggsnavn/nummer>.<anleggsted><underinndeling anleggsted>

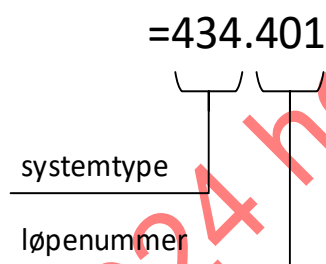
4121 hvor A og B representerer store bokstaver A-Z, og x representerer siffer 0-9. Her er:

- 4122 • A: forvaltningsnivå, se vedlagt tabell 1;
- 4123 • xx: fylkesnummer iht. ny fylkesinndeling fra 2020;
- 4124 • BB: anleggstype, se vedlagt tabell 2.

4125 Merk at feltet '+AxxBB' alltid har fast lengde, dette av hensyn til sortering og søking i
4126 databaser o.l. Etter at forvaltningsorganisasjon og anleggstype er definert i lokaliserings-
4127 koden, kan forkortet anleggsnavn, anleggsted og ev. underinndeling av anleggsted kan ha
4128 varierende antall tegn og bestå av bokstaver og tall. For større anlegg som tunneler og bruker
4129 brukes 3-bokstavsforkortelser for anleggsnavn.

4130 16.5.5.2 Systemkode

4131 Systemkode innledes med fortegnet '=', og skal ha tre siffer som angivelse av systemnummer
4132 iht. Bygningsdeltabellen NS3451. Fire siffer kan brukes på noen typer utendørs installasjoner
4133 på 7-serien av NS3451. Etter et punktum kan det angis et løpenummer eller undernummer for
4134 systemet hvis anlegget har flere system av samme type, eller systemet er seksjonert.



4135

4136 **Figur 16-3-5-2 – inndeling av systemkode**

4137 Systemkoden i figur 14.3.5.2 angir at systemet er en elkraftfordeling (tavle) til driftstekniske
4138 installasjoner, med løpenummer 401.

4139 Se tabell 4 for aktuelle systemkoder for systemer i tunnel og langs veg. Denne lista er ikke
4140 uttømmende, og det henvises til Statsbygg PA 0802 TFM, og NS3451:2009 Bygningsdel-
4141 tabellen, for den komplette lista over systemkoder.

4142 Merk at løpenummer på systemnivå skal brukes til å skille systemer fra hverandre, ikke for å
4143 angi lokalisering eller skille komponenter. F.eks. kan belysningen i en tunnel-ende, der
4144 lysnivået styres fra én måler for adaptasjonsluminans, være ett system selv om armaturene er
4145 oppdelt i flere kurser. I en toløps tunnel, med på- og avkjøringsløp som også har ventilasjon,
4146 skal ventilatorene i hvert av løpene være adskilte system siden man da har grupper av
4147 ventilatorer som vil styres forskjellig ved f.eks. brann i tunnelen. Ventilasjonssystemene i
4148 hvert av de to tunnellopene skal ha hvert sitt løpenummer på systemnivå.

4149 Det er ønskelig at det for hoved- og underfordelinger i en tunnel brukes et hierarkisk system
4150 på løpenummeret som avspeiler topologien i forsyningsnett. I en tunnel med tre trafoer og
4151 hovedfordelinger, og en underfordeling også i et fjerde bygg, kan f.eks. hovedfordelingene ha
4152 systemkode =432.100, =432.200, og =432.300. Underfordelinger for normalkraft under
4153 hovedfordelingen =432.100 får da systemnummer =434.101, =434.102 osv., og fordelinger
4154 som mates fra =432.200 merkes =434.201, osv.

4155 En underfordeling i teknisk bygg TB4, som mates fra trafo og hovedfordeling i T3, vil da
 4156 merkes +R04TUDUM.TB4L =434.302. Her viser lokaliseringskoden at fordelingen står i TB4,
 4157 mens løpenummeret på systemnivå forteller at den forsynes fra T3 og er et undersystem
 4158 under hovedfordelingen i T3.

4159 Fordelinger for nødstrøm/reservekraft nummereres på systemkode 439.

4160 Nødstasjoner er bærere for mange systemer og systemgrupper, - lavspent forsyning (43x),
 4161 integrert kommunikasjon (52x), telefoni og personsøking (53x), alarm- og signalsystemer
 4162 (54x) og automatisering (56x). Men ettersom brannalarm og brannslukking er den primære
 4163 funksjonen, mot publikum gis nødstasjoner systemnummeret 549 – «Andre installasjoner for
 4164 alarm og signal». En nødstasjon i Dummytunnelen i Trøndelag kan dermed ha teknisk
 4165 merking som:

4166 +S50TUDUM.SOS14 =549.014

4167 Syntaks for systemkode:

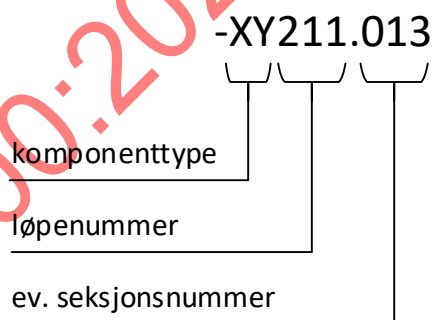
4168 =yyy.zzz

4169 hvor y og z er siffer 0-9. yyy angir systemtypen og følger systemkodelisten i Statsbygg TFM
 4170 eller NS3451, zzz er løpenummer for systemet, oppbygd hierarkisk iht. systemtypens
 4171 arkitektur/topologi.

4172 Se tabell 3 for aktuelle systemnummer.

4173 16.5.5.3 Komponentkode

4174 Komponentkoden innledes med fortegnet '-', og består av en tobokstavs-kode etterfulgt av et
 4175 tresifret løpenummer. For seksjonerte eller moduloppbygde komponenter kan seksjoner eller
 4176 moduler angis med et etterfølgende punktum og et seksjonsnummer.



4177

4178 **Figur 16-3-5-3 – inndeling av komponentkode**

4179 Figur 14.3.5.3 viser komponentkoden i merkingen av en fiberkabel (XY) med løpenummer
 4180 211, seksjon 13. Fiberkabler kan være inndelt i seksjoner mellom noder der noen fiber eller
 4181 «rør» er kuttet og tatt ut fra skjøtebokser, mens andre fiber går ubrutt videre.

4182 Et system vil som regel bestå av mange komponenter. En tavle kan ha flere effektbrytere,
 4183 kurssikringer, kontaktorer og vern, PLS-er og hjelpereleer, kommunikasjonsutstyr, lamper og
 4184 brytere osv. Et ventilasjonssystem kan bestå av mange ventilatorer, og systemet vil dessuten
 4185 omfatte måleutstyr for luftkvalitet. Et telefonsystem kan ha mange nødtelefoner langs
 4186 tunnelen, servicetelefoner, og én eller flere telefonsentraler eller «gateways» for ruting av
 4187 samtaler internt og ut av anlegget.

4188 Alle komponenter i et anlegg i en tunnel skal ha et komponentnummer. 2-bokstavskoden
 4189 forteller hva slags komponent dette er med funksjon og anvendelse iht. komponentkodelista i

4190 TFM. Det etterfølgende løpenummeret brukes for å skille komponenter med lik funksjon fra
4191 hverandre, innenfor samme system. En komplett identifikasjon, bestående av
4192 lokaliseringskode, systemkode og komponentkode, skal alltid være unik.

4193 Første bokstav i komponentkoden angir en «gruppetilhørighet» for komponentens funksjon,
4194 og her har TFM definert grupper for bærende, innebyggende, kompletterende/utspringende,
4195 åpnende, bekledende osv. Aktuelle grupper av funksjoner for komponenter i en
4196 elektroinstallasjon finnes i tabell 4. Lista er ikke uttømmende, og det henvises til
4197 komponentkodelista i TFM for den komplette lista.

4198 NK300 har valgt å kunne bruke undernummerering, skilt av punktum, også på
4199 komponentnummer. Dette er nyttig f.eks. for å kunne angi en spesifikk seksjon av en
4200 fiberkabel, eller på moduler av komponenter som har gjentakende klemmenummerering,
4201 typisk for IO-kort på en PLS-er eller RIO-moduler.

4202 Syntaks for komponentnummer:

4203 -AAxxx[.yyy]

4204 hvor AA er en 2-bokstavskode iht. TFM Komponentkodeliste, xxx er et løpenummer for
4205 komponenten som er unikt innenfor komponenttype og system, og yyy (opsjon) er
4206 løpenummer for en ev. modul eller seksjon av komponenten.

4207 16.5.6 Råd og retningslinjer for praktisk bruk

4208 16.5.6.1 Systeminndeling

4209 Som tidligere nevnt kan det noen ganger være vanskelig å skille mellom systemer. Når f.eks.
4210 en switch eller en ruter står montert i en fordeling, er den da en del av det systemet som
4211 fordelingen utgjør i likhet med rekkeklemmer, sikringsautomater m.m., eller er den den del av
4212 et større kommunikasjonsystem?

4213 Den generelle anbefalingen vil være å gi hver komponent systemtilhørighet iht. det som er
4214 komponentens primære funksjon. Slik sett vil effektbrytere, sikringsautomater, kontaktorer og
4215 vern ha en naturlig systemtilhørighet til den fordelingen de står montert i, mens en switch i
4216 samme fordeling har som sin primære funksjon å etablere kommunikasjon mellom fordelingen
4217 og andre deler av anlegget. En PLS i fordelingen har som sin primære oppgave å overvåke og
4218 styre prosesser eller anleggsdeler tilknyttet fordelingen, men gjør det vanligvis som del av en
4219 større og mer sammensatt funksjon. Slik sett er switchen del av et større kommunikasjons-
4220 system, og PLS-en del av et større overvåkings- og styringssystem. Disse komponentene
4221 merkes derfor som del av andre systemer enn den fordelingen de står montert i. De beskrives
4222 også under egne prosesskoder i kontraktene våre, og hovedinndelingen i prosesskoden R761
4223 kan gjerne gi en pekepinn på hvilket utstyr som bør separeres i egne prosesser i TFM.
4224 Lokaliseringskoden til switchen og PLS-en må likevel være sammenfallende med
4225 fordelings.

4226 Det vil likevel være en fordel å holde antall systemer i et anlegg nede på et minimum.
4227 Systemkodetabellen i vedlagt tabell 4 gir de fleste mulige systemkoder som kan komme til
4228 anvendelse, men det er ikke hensiktsmessig å spre komponentene i et anlegg på flest mulige
4229 systemer. Ovenfor er nevnt utstyr for kommunikasjon og styring, som har en annen primær
4230 funksjon enn å være del av fordelingen. Hvis f.eks. gassmålere i en tunnel har som primære
4231 funksjon å styre ventilasjon i tunnelen, er det like naturlig å inkludere dem i systemnummer
4232 365 – Utstyr for luftbehandling, sammen med ventilatorene, som å gi dem systemnummer 578
4233 – Instrumentering for analyse.

4234 NVDB vil komme til å få et tilsvarende systemhierarki for elektrokomponenter, og det bør
4235 være et mål i et anlegg at systemhierarkiet i merkesystemet stemmer overens med
4236 systeminndelingen i NVDB.

4237 **16.5.6.2 Systemnummer for fordelinger og kurskabling**

4238 Det har vært en etablert praksis å dele fordelinger mellom systemene 432 – Hovedfordeling
4239 og 433 – Fordeling til alminnelig forbruk. «Alminnelig forbruk» er imidlertid, i bygg, slike ting
4240 som lys og stikk, mens prosess 434 er for «Bygningsdrift». Fordelinger som forsyner lys og
4241 ventilasjon i tunnelrom anbefales derfor merket som prosess 434, ikke 433.

4242 Prosess 439 – Andre deler for lavspent forsyning, anbefales brukt på nødstrøms fordelinger.

4243 **16.5.6.3 Kabelmerking**

4244 Forsyningskabler fra fordelinger, til lys, ventilatorer, underfordelinger, nødstasjoner mv.,
4245 merkes med samme lokaliserings- og prosesskode som den fordelingen de får strøm fra.

4246 Signalkabler får lokaliseringskode fra den fordelingen de er tilknyttet, men får systemkode fra
4247 den komponenten de går til. En signalkabel som går fra fordelingen +R05TUTOV.TB3N
4248 =439.301, til gassmåleren R05TUTOV.SOS21 =365.001 –RY204, vil kunne merkes med f.eks.
4249 +R05TUTOV.TB3N =365.001 –KX204. Her vises kabelen til gassmåleren er del av samme
4250 ventilasjonssystem som gassmåleren, mens lokaliseringskoden for kabelen forteller hvilket
4251 rom i teknisk bygg den kommer fra.

4252 Det kan også være hensiktsmessig at kabelnummer, på komponentnivå, «arver» sitt
4253 løpenummer fra kursnummer for kraftkabler, eller fra det utstyr de går til, slik som vist for
4254 signalkabelen i avsnittet over. Dette er likevel ikke et krav, og ikke alltid hensiktsmessig.

4255 Kabler merkes alltid i begge ender, - altså i fordeling, skap eller koblingsboks de går fra, og
4256 ved det utstyr de går til. Kontrakt avgjør om all kabling også skal merkes i kummer, og ev.
4257 med gitt avstand på kabelbru eller –bane. Kabler utenfor tunnelrommet merkes alltid med full
4258 merking, altså alle tre nivå skrevet fullt ut. Byggherre kan avklare forenklet merking inne i
4259 tunnelrommet.

4260 **16.5.6.4 Komplette vs. delvis merking**

4261 I utgangspunktet skal det brukes komplett merking, med alle nivå skrevet fullt ut, der det er
4262 tilstrekkelig plass for dette. Særlig gjelder dette på store komponenter så som ventilatorer,
4263 UPS-er, aggregat/generatoren, tanker og kummer.

4264 Fordelinger og skap som regnes som systemer i TFM, merkes alltid med både lokaliserings-
4265 og systemkode skrevet fullt ut. Inne i fordelingen merkes det vanligvis bare med
4266 komponentnummer for de komponenter som inngår i systemet. Komponenter som er del av
4267 andre system enn den fordelingen de står montert i, merkes imidlertid alltid med både system-
4268 og komponentnummer.

4269 På skjema og dokumenter for fordelinger, som f.eks. hoved- og styrestrøms skjema,
4270 komponentlister m.m., vil det vanligvis være et tilsvarende system med over- og underordnet
4271 merking. Tittelfeltet på et skjema kan ha felt for «+» og «=», og her plasseres
4272 lokaliseringskode og systemkode som er felles for komponentene som er tegnet i skjemaet.
4273 For de komponentene som inngår i dette tavlesystemet trengs da bare angis komponentkoden
4274 i skjemaets tegningsfelt, mens komponenter som inngår i andre systemer, eller er montert
4275 utenfor fordelingen, merkes det også med systemnummer og ev. avvikende lokaliseringskode.

4276 Dører til tekniske rom merkes bare med lokaliseringskode, skrevet fullt ut.

4277 **16.5.6.5 Unik komponentkode**

4278 I SCADA-systemer kan komponentkoden bli gjenbrukt i skjermbilder og/eller i «tag-lister» for
4279 OPC-kommunikasjonen mellom VTS og anlegg. VTSenes praksis er imidlertid forskjellig, så
4280 dette må avklares for hvert prosjekt.

4281 Når komponenter i et anlegg har sin egen grafiske visning i SCADA-systemene, er det ikke
 4282 plass til TFM-angivelse med alle tre nivå. Da kan komponentkoden alene benyttes, så lenge
 4283 denne er unik innenfor anlegget. Dette gjelder for ventilatorer, gassmålere, kamera, skilt m.m.
 4284 Det betyr at f.eks. komponentkoden JV001 ikke skal gjentas for en ventilator, selv om merking
 4285 starter innenfor et nytt ventilasjonssystem i tunnelen.

4286 Oppdragsgiver/byggherre må avklare for prosjekterende eller utførende, hvilke anlegg og
 4287 hvilke typer komponenter dette gjelder for.

4288 16.5.7 Tabeller TFM

- 4289 • Tabell 1: Lokaliseringskode, forvaltningsorganisasjoner og plassering i fylke;
- 4290 • Tabell 2a: Lokaliseringskode, anleggstyper og syntakser for anleggsidentifikasjon;
- 4291 • Tabell 2b: Lokaliseringskode, anleggsdeler;
- 4292 • Tabell 2c: Lokaliseringskode, koder for rom i tekniske bygg;
- 4293 • Tabell 3: Systemkode, aktuelle systemnummer og tilhørende komponenter;
- 4294 • Tabell 4: Komponentkode, aktuelle 2-bokstavskoder;
- 4295 • Tabell 5: Eksempler på merking iht. TFM.

4296 16.5.7.1 Tabell 5 – Lokaliseringskode, anleggseiere og plassering i 4297 fylke

4298 **Tabell 1a – anleggseiere**

Kode	Forklaring
S	Statens vegvesen
F	Fylkeskommune (fra 2020)
N	Nye Veier AS
O	OPS-selskap
K	Kommune

4299 **Tabell 1b – fylkesnummer**

Kode	Forklaring			
30	Viken	Østfold, Akershus og Buskerud		
03	Oslo			
34	Innlandet	Hedmark og Oppland		
38	Vestfold og Telemark			
42	Agder	Aust-Agder og Vest-Agder		
11	Rogaland			
46	Vestland	Hordaland og Sogn- og Fjordane		
15	Møre og Romsdal			
50	Trøndelag			
18	Nordland			
54	Troms og Finnmark			

4300

4301 **16.5.7.2 Tabeller for anleggstyper, og lokalisering innenfor anlegg**

4302 **Tabell 6a – Lokaliseringskode, anleggstype og syntakser for anleggsidentifikasjon**

Kode	Forklaring	Syntaks for anleggs-ID
BO	Bom, frittstående	Løpenummer
BR	Bru	3-bokstavsforkortelse
FK	Ferjekai	3-bokstavsforkortelse
KA	Kamera, frittstående	Løpenummer
LY	Kunstabelysningsanlegg	Løpenummer
PL	Plass, - rasteplass, kontrollplass, busslomme m.m.	Løpenummer
PU	Pumpestasjon, frittstående	Løpenummer
RA	Rasvarslingsanlegg	3-bokstavsforkortelse
SK	Skilt, frittstående	Løpenummer
SP	Stengepunkt, sammensatt	3-bokstavsforkortelse
TK	Trafikkrollanlegg, ATK-punkt, SATK, målepunkt/tellepunkt	Løpenummer
TS	Trafikksignalanlegg, frittstående	Løpenummer
TU	Tunnel	3-bokstavsforkortelse
VE	Veg	
VK	Vegkryss, avkjøring m.m.	Løpenummer
VL	Vegbelysningsanlegg	Løpenummer
VS	Værstasjon	Løpenummer

4303 **Tabell 2b – Lokaliseringskode, anleggsdeler**

Kode	Forklaring	Merknad
BA	Basseng, kum m.m.	
LB	Brukar	
LD	Tunnelløp annet (tverrslag, snunisjer m.m.)	
LK	Landkar	
LT	Tunnelløp (for alm. trafikk)	
NI	Nisjer (møtenisjer, servicenisjer m.m.)	For havarinisjer brukes SOS som stedsangivelse for hele nisjen
NU	Nødutgang / nødgjennomgang / nødrom	
PR	Pumperom	
PS	Pumpestasjon	Kan underinndeles iht. 2c
SOS	Nødstasjon og tilhørende sone	Omfatter også nisje og ev. tilstøtende fordelingskiosk
TB	Teknisk bygg/kiosk	Kan underinndeles iht. 2c
VT	Ventilasjonstårn	

4304 Merknad – Tabell 2b angir koder for anleggsdeler som brukes for stedsangivelse innenfor et komplett
 4305 veganlegg med anleggskode i 2a.

4306 **Tabell 2c – Lokaliseringskode, koder for rom i tekniske bygg**

Kode	Forklaring	Merknad
B	Batterierom	Rom for sentrale batteribanker for reservekraft/nødstrøm
E	Evakueringsrom	

H	Høyspentrom	Rom for høyspent utstyr, - trafoer, bryteranlegg
L	Lavspenrom	Rom for fordelinger o.a. for inntil 1000V normalkraft
M	Mobilrom	Rom for base- eller repeaterutstyr for mobildekning
N	Nødstrømsrom	Rom for UPS-er, fordelinger o.a. for reservekraft/nødstrøm
P	Pumperom	
R	Radiorum	Rom for sentralutstyr for kringkasting og nødnett
V	Ventilatorrom	

4307 Merknad - Tabell 2c angir koder for rom eller underinndeling av bygg m.m. med steds-koder i 2b.

4308

16.5.7.3 Systemkode aktuelle systemnummer og tilhørende komponenter

4309

4310 **Tabell 7 – Systemkode, aktuelle systemnummer og tilhørende komponenter**

System-koder	Forklaring iht. Statsbygg TFM eller NS3451	Anvendelse hos byggherre, aktuelle komponenter i system
21	Grunn og fundamenter	
217	Drenering	Dreneringsrør og -kummer
33	Brannslukking	
331	Installasjon for manuell brannslukking med vann	Rør og hydranter for slukkevann
334	Installasjon for brannslukking med pulver	Brannslukkere
35	Prosesskjøling	
353	Kjølesystemer for virksomhet	Kjølemaskiner og varmepumper for kjøling av tekniske bygg
36	Luftbehandling	
365	Utstyr for luftbehandling	Ventilatorer, utstyr for måling av luftkvalitet, hastighet
38	Vannbehandling	
382	Systemer for rensing av avløpsvann	Slamutskillere, olje/vann-utskillere
41	Basisinstallasjon for elkraft	
411	Systemer for kabelføring	Kabelbruer, kabelbaner, rørgater
412	Systemer for jording	Jordspyd, jordwire, jordingskabel m.m.
413	Systemer for lynvern	Lynavledere inkl. jordforbindelser spesielt for lynvern
419	Andre basisinstallasjoner for elkraft	
42	Høyspent forsyning	
421	Fordelingskabler	Høyspent forsyningskabler
422	Nettstasjoner	Trafoer, høyspentbrytere m.m. for >1000V
43	Lavspenning forsyning	
431	System for elkraftinntak	Inntakskabler, måleutstyr m.m. hvis utenfor hovedfordeling
432	System for hovedfordeling	Hovedfordeling inkl. kabling til underfordelere
433	Elkraftfordeling til alminnelig forbruk	Fordelinger på normalkraft, for lys, varme og stikk i bygg
434	Elkraftfordeling til driftstekniske installasjoner	Fordelinger på normalkraft, for lys, ventilasjon og nødutstyr
435	Elkraftfordeling til virksomhet	
439	Andre deler for lavspenning forsyning	Fordelinger på nødstrøm/reservekraft
44	Lys	
442	Belysningsutstyr	Lysarmaturer på normalkraft, unntatt innenfor tekniske bygg
443	Nøddlysutstyr	Lysarmaturer på nødstrøm/reservekraft, unntatt innenfor tekniske bygg

System-koder	Forklaring iht. Statsbygg TFM eller NS3451	Anvendelse hos byggherre, aktuelle komponenter i system
		I tekniske bygg merkes lys og stikk m.m. bare med fordelings- og kursnr.
45	El-varme	
452	Varmeovner	Varmeovner i tekniske rom
453	Varmeelementer for innbygging	Varmekabler i dreinsrør o.l.
454	Vannvarmere og el-kjeler	Varmeelementer i slukkevannskummer
46	Reservekraft	
461	Elkraftaggregater	Nødstrømsaggregater med bensin- eller dieselmaskin
462	Avbruddsfri kraftforsyning	UPS-er
463	Akkumulatoranlegg	Batteribanker
469	Andre deler for reservekraftforsyning	
51	Basisinstallasjoner for ekom og automatisering	
511	Systemer for kabelføring	Kabelbruer, kabelbaner, rørgater, hvis spesielt for ekom/automatisering
512	Jording	Jordingssystem, hvis spesielt for ekom/automatisering
514	Inntakskabler for ekomanlegg	Kabler fra WAN-leverandør eller deres entreprenør
515	ekomfordelinger	Spesielle fordelingssentraler for ekom/automatisering
52	Integrert kommunikasjon	
521	Kabling for IKT	Kabling for Ethernet i tunneler
522	Nettutstyr	Rutere, switcher, hub-er, o.l.
523	Sentralutstyr	OPC-server, AID- eller kameraservere
524	Terminalutstyr	Terminaler, PC-er, printere tilknyttet sentralutstyr i tunnel
529	Andre deler for integrert kommunikasjon	
53	Telefoni og personsøking	
532	Systemer for telefoni	Nødtelefoner, servicetelefoner, sentralutstyr for telefoni
54	Alarm- og signalsystemer	
542	Brannalarm	Brannalarmsentraler, detektorer i tekniske bygg og anlegg
543	Adgangskontroll, innbrudds- og overfallsalarm	Sentraler og terminaler for adgangskontroll i tekniske bygg
549	Andre deler for alarm og signal	
55	Lyd- og bildesystemer	
552	Fellesantennner	Antennemast inkl. antenner og kabling, strålekabel
553	Internfjernsyn	Kamera for ITV og AID, skjermer/monitorer for ITV
554	Lyddistribusjonsanlegg	Høytaleranlegg inkl. sentralutstyr, høyttalere, kabel, terminaler
559	Andre deler for lyd- og bildesystemer	
56	Automatisering	
562	Sentral driftskontroll og automatisering	Sentralutstyr for automatisering, utstyr på VTS
563	Lokal automatisering	Styringsentral i anlegg (PLS/DIO),
564	Buss-systemer	Kabler og nodeutstyr spesielt for automatisering, ikke integrert
569	Andre deler for automatisering	
57	Instrumentering	
571	Kabling for instrumentering	Kabler til måleutstyr

System-koder	Forklaring iht. Statsbygg TFM eller NS3451	Anvendelse hos byggherre, aktuelle komponenter i system
572	Instrumentering for mengde	Mengdemålere, f.eks. på pumpeledning
573	Instrumentering for trykk	Trykkmålere, f.eks. på pumpeledning
574	Instrumentering for temperatur	Temperaturmålere, f.eks. i tekniske rom
577	Instrumentering for elektriske størrelser	Utstyr (utenfor fordelinger) til måling av elektriske størrelser
578	Instrumentering for analyse	Gassmålere
579	Instrumentering for annet	Vibrasjonsmålere på ventilatorer, o.a.
73	Utendørs røranlegg	Her kan også brukes 4-sifret nivå, iht. 3-gruppene
731	Utendørs VA	Rør og kummer for utendørs VA
74	Utendørs elkraft	Her kan også brukes 4-sifret nivå, iht. 4-gruppene:
742	Utendørs høyspent forsyning	Se 42-gruppen over
743	Utendørs lavspent forsyning	Se 43-gruppen over
744	Utendørs lys	Se 44-gruppen over
749	Andre installasjoner for utendørs elkraft	
75	Utendørs ekom og automatisering	Her kan også brukes 4-sifret nivå, iht. 5-gruppene:
752	Utendørs integrert kommunikasjon	Se 52-gruppen over
753	Utendørs telefoni og personsøking	Se 53-gruppen over
754	Utendørs alarm og signal	Se 54-gruppen over
755	Utendørs lyd og bilde	Se 55-gruppen over
756	Utendørs automatisering	Se 56-gruppen over
759	Andre installasjoner for utendørs ekom og automatisering	
78	Utendørs infrastruktur	
783	Tilknytning til eksterne nett for VA og varme	Utstyr utendørs for tilknytning til kommunale VA-anlegg
784	Tilknytning til eksternt elkraftnett	Utstyr utendørs for tilknytning til netteier elkraft
785	Tilknytning til eksternt ekomnett	Utstyr utendørs for tilknytning til netteier ekom

4311

4312

16.5.7.4 Komponentkode, aktuelle 2-bokstavskoder

4313

Tabell 8 – Komponentkode, aktuelle 2-bokstavskoder

Kode	Komponentfunksjon iht. TFM	Faganvendelse og eksempler iht. TFM	Ev. supplerende eksempler fra byggherre (tunnel, veg, bru, ferjekai)
A	Bærende/romdannende	Bærende, romdannende konstruksjonsprodukter	
AK	Komplette konstruksjoner	Komplette enheter, bygningsmessige konstruksjoner	Prefabrikkerte tekniske konstruksjoner/bygg, hvis de ikke merkes på lokaliseringsnivå
B	Innebyggende	Innebygde byggprodukter	
BA	Armering, forsterkning	Armeringsnett	Armering og nettarmering i støpt betong og sprøytebetong
BB	Beskyttende/stoppende	Membran	Membran i vann- og frostsikring, Giertsen-duk
BF	Fuging	Fugemasse, fugeinnlegg, fugeprofil	Fuge i sprøytebetong
BI	Isolasjon	Glassull, mineralull	Isolasjon i bygg, isolasjonsmatter

Kode	Komponentfunksjon iht. TFM	Faganvendelse og eksempler iht. TFM	Ev. supplerende eksempler fra byggherre (tunnel, veg, bru, ferjekai)
			(PE-skum) i vann- og frostsikring
D	Åpnende	Innvendig og utvendig i bygningskonstruksjon og tekniske systemer	
DB	Dør med brannklasse	Branndører	Alle dører med brannklasse, inn- og utvendig
DI	Dør innvendig	Innvendige dører	Dør mellom rom i tekniske bygg, uten brannklasse
DL	Luke	Renseluker, inspeksjonsluker	Inspeksjonsluke i vann- og frostsikring
DP	Port	Rulleporter, foldeporter, skyveporter	Port for kjøretøy, i tverrforbindelser eller til tekniske bygg
DT	Dør tilfluktsrom	Tilfluktsromdører	Hvis dør har brannklasse brukes DB
DU	Dør utvendig	Utvendige dører	Ytterdør uten brannklasse
DV	Vindu	Innervinduer, yttrevinduer, takvinduer	
G	Møbler/utstyr/inventar	Løst inventar: utstyr, maskiner, brukertstyr	
GL	Lås/beslag	Låskasse, låssylinder, låskontakt	Låskasse i dør (unntatt motorlås som merkes KA), inkl. sluttstykke i karm
GW	Vekt	Komplette vekter, veieapparater	Kjøretøyvekter
H	Hjelpende (mobilt)	Mobilt hjelpeutstyr tilknyttet bygningsdrift	
HT	Truck/kran	Løfteredskap, stasjonære og mobile kraner	Kraner/vinsjer for å trekke inn utstyr, løfte opp pumper
I	Produserende	Fysisk produksjon av gass, varme, kulde, elektrisk energi	
IG	Generator	For strømproduksjon, reservekraft, nødstrøm	Generator til nødstrømsforsyning, fast eller mobil
IK	Kuldeaggregat	Kjølemaskin, varmpumpe	Kjølemaskin eller varmpumpe for å kjøle tekniske bygg/rom
IM	Motor	Forbrenningsmotor	Dieselmotor i nødstrømsaggregat
IT	Trykkluftaggregat (enhet)	Trykkluftmaskin, trykkluftkompressor	Kompressor til fylling av vindkjel
J	Forsterkende	Utstyr plassert mellom produserende og overførende	
JF	Forsterker	Lydforsterker, lysforsterker, signalforsterker	Forsterker (ikke undersentral) i høyttaleranlegg, Ethernet extender
JK	Kompressor	Selve kompressoren	Kompressor uten motor, komplett kompressor merkes IT
JP	Pumpe	Pumper for alle medier	Pumpe, unntatt til utomhus VA
JQ	Pumpe i VA-installasjoner	Utomhus avløpspumper, vann fra kommunalt nett	Avløpspumpe i kulvert, trykkøkingspumpe for kommunalt slukkevann i tunnel
JV	Ventilator	Tillufts- og avtrekksventilator	Impulsventilator i tunnel
JW	Spesialvifte	Røygassventilator, prosessventilator	Sjaktventilator i tunnel
K	Overførende/transporterende	Kanaler, rør, kabler, føringer	
KA	Aktuator	Spjeld-, ventilmotor, motorlås, magnetholder for dør	
KG	Gjennomføring	Hylse	Kabelgjennomføring mellom rom, brannetninger, nipler i fordelinger

Kode	Komponentfunksjon iht. TFM	Faganvendelse og eksempler iht. TFM	Ev. supplerende eksempler fra byggherre (tunnel, veg, bru, ferjekai) og skap,
KK	Kanal	Ventilasjons- og el. kanal	Kabelkanal
KM	Mast/antenne	Stolpe, stang	Antennemast, lysmast
KQ	Rør, spesielt	Oljerør, eksosrør, trekkerør, elektrikerør	Trekkerør i grøft og bankett
KR	Rør, generelt	Rør for væske, damp, el (installasjonsrør)	Pumpeledning, drensledning, elektrikerør i bygg
KS	Skinne, bane, spor	Strømskinne, transportskinne, jordingsskinne	
KU	Kombinert kabel	Samlekabel, flatkabel	Kabler med flere spenninger, ev. kabler med metalledere og fiber eller rør for fiber
KV	Høyspenningskabel >1000V		
KW	Lavspenningskabel 50-1000V	Styrestrøm og kraftkabler, 230 og 400V	
KX	Lavspenningskabel <50V	0-49V, SD-system, IT-kabler (metall), signalkabler	
KY	Optisk kabel	IT-kabler, fiberkabler	
KZ	Slange	Fleksible rør og kanaler	
L	Omformende/vekslende	Alle former for varmeveksling, varmeavgivelse, overføring av energi og effekter	
LC	Kjøleomformende med vifte	Fan-coil	Kjøleenhet med egen vifte
LH	Varmeflate	Radiatorer, panelovner, varmetak og -himling	
LI	Varmeelement	Motorvarmer, elektriske varmeelementer	Varmeelement i skap
LL	Lyskilde	Lyspære, lysrør, glødelampe, HQ-lampe, damplampe	Også LED-matrise hvis separert fra armatur
LN	Likeretter	Likerettere	Hvis separert merking i f.eks. nødstrømsystem
LO	Omformer	Signalomvandler, signalomformer, måleverdiomformer	Også medieomformer i nettverk, f.eks. RS422/485/fiber
LQ	Vekselretter	DC/AC-omformer	Hvis separert merking i f.eks. nødstrømssystem
LR	Frekvensomformer	Elektronisk hastighetsregulator, mykstarter	Mykstarter som ikke baseres på å regulere frekvens merkes SI
LV	Varmeomformende	Varmebatteri, varmeveksler	
LX	Varmegjenvinner	Kryssvarmeveksler, roterende varmeveksler, og annet.	
LZ	Varmekabel/varmerør	Rørslynge, varmeslynge, elektriske varmekabler	Varmekabel til frostsikring i drenering, takrenner, i fortau, snøsmelteanlegg og annet.
M	Filtrerende/rensende	Filtre (og rensende produkter) for alle medier	
ME	Elektrostatisk filter	Ioniserende, elysator	Komponenter til elektrostatisk luftrensing
MF	Luftfilter	Grovfilter, finfilter, posefilter	Filter i ventilasjonsanlegg

Kode	Komponentfunksjon iht. TFM	Faganvendelse og eksempler iht. TFM	Ev. supplerende eksempler fra byggherre (tunnel, veg, bru, ferjekai)
MO	Utskiller	Oljeutskiller, felltutskiller	
N	Lagrende	Produkter for lagring og oppbevaring av alle typer masser og mengder	
NB	Batteri/UPS	Strømbatterier, akkumulatører, no-break, UPS, batteripakke	Brukes også for UPS uten innebygget batteri, og separate større strømforsyningsenheter
NC	Kondensator	Elektrisk	Ev. separat kondensatorbatteri til f.eks. fasekompensering. Tavlemontert: XC
NI	Informasjonslagring	Diskett, harddisk, CD, tape, magnetbånd, dokumenter	Ev. separat server eller diskrack for videolagring
NK	Kum	Septiktank, pumpekum, trekkekummer	Trekkekum, drenskum
NM	Badekar/basseng		Pumpebasseng, nødbasseng
NO	Åpen tank	Kar	Annen tank uten tildekking
NT	Tank med trykk	Gasstank, trykklufttank, ekspansjonstanker	Vindkjel på pumpeledning
NU	Tank uten trykk	Vanntanker, oljetanker, drivstofftanker og prosesstanker	Lukket tank uten trykk
NZ	Brannslukkingsapparat	Brannslukningsapparater, håndslukkeapparater	
O	Prossesierende	Utstyr som utfører en prosess under videreformidling av informasjon og signaler	
OA	AV-maskiner	Lyd- og bilde, opptaker og framviser	AID-server, videoservert, presentasjonsutstyr for video
OD	Datamaskin	PC, dataterminal	
OE	Energimåler	Sentralenhet for utregning av energi	
OM	Mottaker/sender	Modem, radio- og signalsender og -mottaker	
OP	PBX		"Hussentral" for telefoni, IP-trunk
OR	Ruter, fordeler	Hub, switch, ruter, bro, splitter, fordelerskap	Fordelingsskap for patching etc. merkes på systemnivå
OS	Sentralenhet	Kontrollenhet, hovedsentral, server, alarmsentral	(Hoved-)PLS, brannalarmsentral, OPC-server, hovedsentral i radio- og høytaleranlegg
OT	Telefonapparat	Mobiltelefon, walkietalkie	Nødtelefon, servicetelefon
OU	Undersentral	Kontrollenhet, subsentral, PLS, enhet for prosessering av lyd	Underordnet PLS, undersentral i radio- og høytaleranlegg
Q	Vernende/dempende	Sikkerhetsutstyr, elektrisk vern, skjermer, vakter	
QB	Belastningsvakt	Effektvakt	Vibrasjonsvakt (på ventilator, pumper etc.)
QD	Differansetrykkvakt	Filtervakt	Filtervakt i ventilasjonsanlegg
QE	Elektrisk vern	Vern for el. utstyr, OS-vern, sp. vakt, strømstyrt jordfeilvern, jordelektrode	Jordfeilvarsler merkes QS. Jordfeilautomat merkes XF.
QH	Fuktvakt	Hygrostat, vannvakt, regnvakt	Ev. detektor for lekkasje eller vann på gulv i tekniske rom
QM	Mekanisk beskyttelse	Vern, beslag, håndløper, rekkverk, gelender, gitter, stengsel	Se VM for utendørs utstyr (utenfor tunnel)

Kode	Komponentfunksjon iht. TFM	Faganvendelse og eksempler iht. TFM	Ev. supplerende eksempler fra byggherre (tunnel, veg, bru, ferjekai)
QN	Nivåvakt		Nivåbryter i tank og basseng, med elektrisk signal
QO	Overtrykksventil	Sjokkventil for luft og væske	Overtrykksventil på f.eks. vindkjel
QP	Trykkvakt	Pressostat	Med elektrisk signal
QR	Rotasjonsvakt		
QS	Strømvakt	Overvåking av elektrisk strøm, jordfeilvarsler	
QT	Temperaturvakt	Termostat, frostvakt, termokontakt	Med elektrisk signal
QV	Sikkerhetsventil		
QY	Lynavleder		
QZ	Brannvern	Mekanisk eller bygningsmessig brannbeskyttelse	Brann/røyksetting i kabelgjennomføringer, rør etc.
R	Registrerende	Utstyr som registrerer verdier, størrelser, forhold eller masser. Alle former for måling av mengder og volum	
RA	AV-opptaker	Kamera, mikrofon, fotoapparat	
RB	Bevegelse	Bevegelsesdetektor, PIR-detektor, radar	Også vibrasjonsmåler med analogt målesignal, på ventilator, pumper etc.
RE	Elektriske variabler	Effektmåler, strøm/spenningsmåler, måletrafo	
RF	Strømningsmåler	Mengdemåler, luftmengdemåler, måleblende, volummeter	Mengdemåler på drems- og pumpeledning
RH	Fuktighetsgiver	Fuktføler, hygrometer, vannføler	Fuktighetsmåler på tunnelluft
RI	Termometer	Avlesning av temperatur	Termometer for lokal avlesning
RJ	Fotocelle	Fotocelle, lysføler, solføler	Lysføler og -transmitter, adaptasjonsluminanskamera
RK	Kortleser	Kortleser, registrerende, avlesende, tastatur	Kortleser for adgangskontroll, ev. med tastatur
RM	Multifunksjonell, kombinert føler	Værstasjon, multivippe med bevegelsesmelder	Kombinert måler for gass og fuktighet
RN	Nivågiver	Nivåmåler, høydemåler	Nivåmåler på pumpebasseng
RP	Trykkgiver	Trykkføler, trykktransmitter, vakumføler	Trykktransmitter på pumpeledning
RQ	Manometer, trykkmåler	Avlesning av trykk og differansetrykk, U-rør	Manometer på pumpeledning, viserinstrument for trykkfall over luftfilter
RR	Giver generelt	Føler/sensor/giver av annen type enn øvrige R_	
RS	Hastighetsmåler	Strømningsføler, speedometer, rotasjon, vindmåler	Vindmåler i tunnelrom
RT	Temperaturmåler	Temperaturføler - transmitter	Temperaturtransmitter i tekniske rom og tunnelrom
RU	Ur	Ur, tidsur, årsur, ukeur, klokke	Urbryter og timer merkes XO
RX	Målepunkt		Annen type målepunkt, alt. RR

Kode	Komponentfunksjon iht. TFM	Faganvendelse og eksempler iht. TFM	Ev. supplerende eksempler fra byggherre (tunnel, veg, bru, ferjekai)
RY	Gassdetektor/røykdetektor	CO2-detektor, -føler, luftkvalitetsmåler, brannmelder	Gassmåler i tunnelrom, røykdetektor i tekniske rom, ulike gasser skilles på løpenummer
RZ	Flammedetektor	Temperaturdetektorer for brannmelding	Flammedetektor i tekniske rom og tunnelrom
S	Stengende/regulerende	Regulering, struping, stenging	
SA	Reguleringsventil, manuell	Manuelle ventiler	Kule- eller spjeldventil for trinnløs innstilling med "ratt" e.l.
SB	Reguleringsventil, motorstyrt	Motorstyrte ventiler, direktevirkende, pneumatiske	Kule- eller spjeldventil med aktuator, for trinnløs styring
SC	Stengeventil, motorstyrt	Motorstyrte av/på, magnetventil, spjeldventiler	Kule- eller spjeldventil med aktuator, for åpen/stengt styring
SG	Tilbakeslagsventil / overtrykkspjeld	Hindre tilbakeslag	Tilbakeslagsventil etter pumper i undersjøiske tunneler
SH	Hurtigkobling	Uttakspost med automatisk avstenging	Uttakspost for slukkevann, med automatisk avstenging
SI	Effektregulator	Triac, programkobler, dimmer, lysdimmer	Også mykstarter som ikke regulerer frekvens, bare spenning/strøm til motor
SM	Stengeventil, manuell	Avstengningsventiler vann/væske	Stengeventil med ratt eller hendel, kuleventil
SR	Reguleringsspjeld	Innreguleringsspjeld, strupespjeld	Innreguleringsspjeld i ventilasjonsanlegg
SS	Stengespjeld	Inntaks- og avkastspjeld, omluft, bypass	Stengespjeld i ventilasjonsanlegg, ikke for bruk ved brann
SV	Strupeventil	Innreguleringsventiler vann/væske	Bruk helst SA
SX	Regulator	Regulator for alle reguleringsenheter	Frittstående regulator for nivå, trykk, temperatur e.l.
SZ	Brannspjeld/røykspjeld		Stengespjeld i ventilasjonsanlegg, for bruk ved brann
U	Uttakende	Uttaksenheter for vann, luft, gass, elektrisk energi, signaler	
UA	Uttak alarm		Xenon-blinklys for brannalarm eller stenging i tekniske rom
UD	Uttak data	Datakontakt	Veggmontert datakontakt
UE	Uttak el	Stikkontakt, fastmontert ladeuttak for mobile enheter	Stikk i felt, - stikk i tekniske rom merkes bare med kursnummer
UF	Fellesuttak	Uttak felles kablingsystem (f.eks. ekom, data, fiber)	Veggmontert uttak for flere funksjoner
UH	Høytaler	Høretelefoner, headset, subbass	Høytalere i PA/høytaleranlegg
UJ	Skriver	Listeutskrift, printer, skriveutstyr	Også "line recorders" som skriver på papir
UK	Kontrollpanel/tablå	Betjeningspanel, instrumentpanel, betjeningsterminal	Nødstyrepanel med knapper, brytere, lys, display
UL	Uttak trykkluft	Trykkluftuttak, ulike trykk skilles på løpenummer	
UM	Monitor/display	TV-skjerm, dataskjerm, display, digitalt viserinstrument	Operatørpanel, ev. med "touch"-skjerm

Kode	Komponentfunksjon iht. TFM	Faganvendelse og eksempler iht. TFM	Ev. supplerende eksempler fra byggherre (tunnel, veg, bru, ferjekai)
UN	Nødbelysning		Lysarmatur på nødstrøm
UO	Trommel	Tromler for slanger, ledninger, brannslangetrommel	
UP	Belysningsarmatur	Lampe, spotlight, lyskaster, lysarmatur	Lysarmatur på normalkraft
UT	Uttak telefon	Telefonkontakt	Veggmontert telefonkontakt, f.eks. i teknisk rom
UV	Uttak vann	Vannuttak, tappested, vannkran, vannutkaster	Hvis automatisk stenging brukes SH
UX	Koblingsboks	Små skap eller bokser med tilkoblingsklemmer, patchpanel	Koblingsbokser, patchpanel
UY	Uttak antenne	Antennekontakt	
UZ	Dyse/spreder	Sprinklerhode, injektor, dusjhode, nøddusj	Dyse i sprinkleranlegg
V	Utvendig	Veger, plasser, sletter	
VM	Mekanisk beskyttelse	Vern, beslag, håndløper, rekkverk, gitter, bom	Se QM for innendørs utstyr og utstyr i tunnelrom
VS	Skilt	Henvvisning, tavle, veiviser, klebetekst	Alle slags skilt, også inne i tunnel
X	El. Produkter	Hovedsakelig for tavlekomponenter og komponenter i fordelinger	
XC	Kondensator	Elektrisk	Bruk LC for kondensatorbatteri utenfor fordeling
XD	Komponenter for binærlogikk		Trinnkobler, programverk e.l., PLS-er merkes OS/OU
XF	Komponenter for vern	Sikringer, motorvern, sikringsautomater, bimetall	Smeltesikringer, automatsikringer (ev med jordfeilbryting), motorvern
XG	Komponenter for krafttilførsel	Spenningsmodul, strømtilførsel, strømforsyningsenhet, batteri	Strømforsyninger i fordelinger, f.eks. for 24VDC, inkl. batteri. Større separate enheter merkes NB
XH	Komponenter for signalering	Signallampe, varselampe, lysdiode, klokke, sirene, summer	Signalorgan i fordeling
XK	Releer/kontaktorer	Releer, hjelpelele, målerele	Også større kontaktorer
XL	Induktive komponenter	Drosselspole	Drosler for støyskjerming i tilførsler til utstyr i fordeling
XM	Motor	Elektromotorer	Også for elektromotorer på ventilator og pumper, forbrenningsmotorer merkes IM
XO	Urbryter/timer		Tidsur (ukeur, årsur, klokke etc.) merkes RU
XP	Komponenter for måling og prøving	Visende og registrerende måleinstrument	Analoge viserinstrument og digitale display i tavlefront
XQ	Effektbryter	Lastbryter for kraftteknikk, sikringsskillebryter	Lastbryter, skillebryter, effektbryter
XR	Motstand		Resistans, f.eks. for effektuttak fra frekvensomformer. Varmeelement i tavle merkes LI
XS	Bryter/vender/knapp/vippe	Switch, utløserbryter, endebryter, trykknapp, brannmelder	Betjeningsutstyr i tavle og tavlefront

Kode	Komponentfunksjon iht. TFM	Faganvendelse og eksempler iht. TFM	Ev. supplerende eksempler fra byggherre (tunnel, veg, bru, ferjekai)
XT	Transformator	Trafo for opp- og nedtransformering av spenning	Styrestrømstrafo, skilletrafo, støydempingstrafo
XV	Halvlederkomponenter og elektronrør	Transistorer, dioder, tyristorer	SSR-relé e.l. for av/på. Triac-styring e.l. for kontinuerlig effektregulering merkes SI
XX	Rekkeklemmer/samlesignal	Koblingspunkt, fellesfeil, potensialfri signaler	Rekkeklemmelist i fordeling eller koblingsboks
XZ	Terminering og tilpasning	Inn- og utgangsmoduler eller -kort, interface, grensesnitt	IO-moduler uten prosessering (RIO/DIO), grensesnittmoduler, fiber-konvertere
Y	Spesielt	Spesielle komponenter og utstyr for bedriftens bygningsmasse	
Z	Spesielle prosessutstyr for virksomheten	Spesielle komponenter og utstyr for bedriftens prosesser	

4314

4315

4316

16.5.7.5 Tabell 5 – Eksempler på merking iht. TFM

Eksempel 1: +S50TUDUM.TB3N =439.301 –KW213	En lavspent kabel (50-1000V), fra en nødstrøms underfordeling =439.301 plassert i nødstrømsrommet av teknisk bygg TB3 i «Dummytunnelen» i Trøndelag. Kraftkabler arver lokaliserings- og systemkode fra den fordeling og det rom som mater dem.
Eksempel 2: +S50TUDUM.TB3N =439.301	Dette er merking på fordelingen som kabelen over kommer fra. Noen bruker gule skilt på nødstrøms fordelinger og kabel.
Eksempel 3: -XF051	Merking på en sikringsautomat i fordelingen, gult skilt angir nødstrømskurs.
Eksempel 4: +S50TUDUM.SOS31 =365.001 –RY101 (NO, 0-50ppm/4-20mA)	Gassmåler i tunnelrommet, merk at denne er lokalisert ved nødstasjon nr. 31. Prosesskoden angir utstyr for luftbehandling siden det antas at måleren inngår i et ventilasjonssystem. Tilleggsinformasjon (i parentes) angir hva slags gass denne måler på, og skaleringen av utgangssignalet.
Eksempel 5: +T3L =442.301 -UP038 (-XF14 NATT2 QL55W)	Her er en lysarmatur for normalkraft med en forenklet lokaliseringskode. Av plasshensyn er det merket bare med det rommet det får strøm fra, ikke anleggskode eller lokaliseringen i tunnelrommet. Komponentkoden er forstørret for å kunne ses og fotograferes fra bakken. Hvis løpenummer på systemnivå stemmer med løpenummer for fordelingen, kan tilleggsinformasjon gi kursnummer, lysgruppe og lyskilde. Noen avdelinger for drift og vedlikehold ønsker slik tilleggsmerking for å forenkle vedlikeholdet.
Eksempel 6: +S50TUDUM.23SOS15 =365.002 -JV23012	På større enheter, som ventilatorer, anbefales å ta med komplett lokaliseringskode. Et bilde av dette skiltet forteller også hvilken tunnel, og hvor i tunnelen denne vifta er montert. Her er ikke tatt med noe tilleggsinformasjon, man støtter seg heller på FDV-dokumentasjonen. Denne tunnelen er inndelt i seksjoner, ref. kap. 3.1.2.

<p>Eksempel 7:</p> <div data-bbox="284 280 663 383" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><p>+S18VL1234 =7432.003 -KW003</p></div>	<p>Kabel i et veglysanlegg i Nordland. Veglysanlegget har løpenummer 1234.</p> <p>Siden dette er en kraftkabel, arver den systemnummeret til fordelingen, som i dette tilfellet er hovedfordeling nr. 3 i anlegget. Man kan også bruke et anleggsnummer pr. hovedfordeling, men i dette tilfellet vises et sammenhengende anlegg med flere inntak/hovedfordelinger.</p> <p>Løpenummer på komponentnivå kan gjerne sammenfalle med kursnummer i fordelingen.</p>
<p>Eksempel 8:</p> <div data-bbox="284 571 663 728" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><p>+S18VL1234 =7442.003 -KM033</p></div>	<p>Lysmast nr. 033 i veglysanlegget nevnt i eksempel 7. Her er også belysningssystemene (7442) underinndelt med løpenummer sammenfallende med hovedfordelingene i anlegget.</p> <p>Merkingen kan ev. gjelde felles for armatur og mast. Merk at mast og armatur for eget systemnummer, 744 på 3-sifret nivå, eller 7442 på 4-sifret nivå.</p>
<p>Eksempel 9:</p> <div data-bbox="284 1937 676 2112" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><p>+S18VL1234 =7442.003 -UP033</p></div>	<p>Lysarmatur på samme mast, hvis merket separat. Armaturskiltet kan gjerne monteres nede på masten, og da ev. gjelde for både armatur og mast.</p>

Eksempel 10: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">=563 -OS024</div>	Merking på en PLS i en fordeling, når fordelingen har et annet systemnummer, f.eks. 434.306. På skiltet på PLS-en kan lokaliseringskoden utelates, siden den arves fra merkingen utenpå fordelingen. For entydig angivelse i skjema kan PLS-en hete f.eks. +S18TUTOV.TB03N =563 -OS024
Eksempel 11: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">+S46BRDUM.LK2 =412.002 -UX001</div>	Koblingsboks eller uttaksboks for jording, eller bare jordskinne, i det ene landkaret av ei bru i framtidig Vestland fylke.
Eksempel 12: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">+S03TK1234 =7553 -RA001</div>	Kamera i et trafikk Kontrollanlegg i Oslo.
Eksempel 13: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">+S42PU1234 =382 -RN002</div>	Nivåmåler i pumpestasjon i Agder.
Eksempel 14: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">+S50FKDUM =432 -UE003 (400VAC, maks.bel. 125A)</div>	Strømuttak på ferjekai i Trøndelag.

4317

4318

16.5.7.6 Tabell 6 – Veiledninger i forhold til TFM

Komponent merking i sammenheng med system		
Ventilator	=365.XXX - JVXXX	
Servicebryter	=365.XXX - XQXXX	
Vibrasjonsvakt	=365.XXX - RBXXX	
Koblingsboks	=365.XXX - UXXXX	
Gassensor	=365.XXX - RYXXX	
Siktmåler	=365.XXX - RYXXX	
Vindmåler	=365.XXX - RSXXX	
Klimaanlegg, innedel	=353.XXX - LBXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Klimaanlegg, utedel	=353.XXX - IKXXX	
Avfuktingsanlegg	=365.XXX - MTXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Nødstyrepanel	=439.XXX - UKXXX	
Lysarmatur	=442.XXX - UPXXX	
Lysarmatur nød	=443.XXX -	

	UNXXX	
Armaturl til evakueringsbelysning	=443.XXX - UNXXX	
Lysmåler	=442.XXX - RJXXX	
Brannvarslingssentral	=542.XXX - OSXXX	
Brannmelder	=542.XXX - XSXXX	
Brann-detektor	=542.XXX - RYXXX	
Temperaturmåler rom	=574.XXX - RTXXX	
Rutere og switcher	=522.XXX - ORXXX	
OPC server	=523.XXX - OSXXX	
Telesentral PBX	=532.XXX - OPXXX	
Service-telefon	=532.XXX - OTXXX	
Radiosentral	=554.XXX - OSXXX	
Undersentral radio	=554.XXX - OUXXX	
Hoved PLS	=563.XXX - OSXXX	
PLS i anlegget	=563.XXX - OUXXX	
RIO og DIO	=563.XXX - XZXXX	
Dørbryter fordelingsrom	=549.XXX - RRXXX	
Nøkkelsafe	=549.XXX - RRXXX	
Blinklys i teknisk rom	=549.XXX - UAXXX	
UPS	=462.XXX - IGXXX (NBXXX)	
Skilletrafo	=462.XXX - XTXXX	
Bypass bryter	=462.XXX - XQXXX	
Batteri	=462.XXX - NBXXX	

Systemene 725 og 763, samt komponentkode FS for skiltstyreskap og nødstyreskap (selve nødstyrepnelet har kode UK)		
Bomstyreskap	=725.XXX - FSXXX	
Vegbom	=725.XXX - VMXXX	
Sløyfe ved vegbom	=725.XXX - RBXXX	
Kamera ved vegbom	=553.XXX - RAXXX	
Skiltstyreskap	=763.XXX - FSXXX	
Skilt	=763.XXX - VSXXX	
Rødblink	=763.XXX - VSXXX	
Arbeidsvarslingsskilt	=763.XXX - VSXXX	
Oljeutskiller	=382.XXX - MOXXX	
Nivåmåler oljeutskiller	=382.XXX - RNXXX	
Pumpe	=389.XXX - JPXXX	
Nivåmåler vannbasseng	=389.XXX - RNXXX	
Hovedfordeling i dagen	=7432.XXX	
Underfordeling i dagen	=7433.XXX.X	
Eksempel		
HF i dagen	=7432.501	
UF1 av samme HF i dagen	=7433.501.1	Dette viser et eksempel som Statens vegvesen ønsker å bruke
UF2 av samme HF i dagen	=7433.501.2	Dette viser et eksempel som Statens vegvesen ønsker å bruke
Veglysmast	=7442.XXX - KMXXX	Alle veglysmaster skal merkes KM (blir i dag merket UP slik eksempel 9 viser)
Veglysmartur	=7442.XXX - UPXXX	Det er selve lysarmaturene som skal merkes med UP
Komponent i fordeling:		
Automatsikring	-XFXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Effektbryter	-XQXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Lastbryter	-XQXXX	
Overspenningsvern	-QEXXX	Komponentkoden er definert i PA0802
Jordfeilbryter	-QEXXX	Komponentkoden er definert i PA0802

		I eksempel 5 og 14 i NEK 600 er det gitt eksempel på tilleggsinformasjon som da skal gis innenfor en parentes. Informasjonen i eksemplene er hensiktsmessig med tanke på drift. Også andre komponenter enn det som er vist i eksemplene kan ha tilleggsinformasjon.
		I et teknisk rom er kun hovedfordelingen med inntaksfelt med hovedbryter, målerfelt og avganger som er 432. Selv om for eksempel ventilatorfeltet henger fysisk sammen med hovedfordeling skal dette merkes som driftsteknisk tavle 434.
		Kabelen tilhørende eksempel 5 i NEK 600 vil få merkingen: +S18TUDUM.TB3L =434.301 -KW014
		I eksempel 6 i NEK 600 er det ikke gitt tilleggsinformasjon som forteller hvor denne ventilatoren får sin forsyning fra eller hvilket vern den er tilknyttet. Tenkt eksempel kan da være forsyning fra +TB4L og effektbryter -XQ107 (som da skal stå i parentes). Da vil kabelen til denne ventilatoren få følgende tag: +S50TUDUM.TB4L =434.401 -KW107

4319 I eksempel 5 og 14 i NEK 600 er det gitt forklaring på tilleggsinformasjon som skal gis
 4320 innenfor en parentes: Informasjonen i eksemplene er hensiktsmessig med tanke på drift.
 4321 Dette kan også være hensiktsmessig for andre komponenter enn det som er vist i
 4322 eksemplene. Kabelen tilhørende eksempel 5 vil få merkingen: +S18TUDUM.TB3L =434.301 -
 4323 KW014

4324 I eksempel 6 i NEK 600 er det ikke gitt tilleggsinformasjon som forteller hvor ventilatoren får
 4325 sin forsyning fra eller hvilket vern den er tilknyttet. Tenkt eksempel kan da være forsyning fra
 4326 +TB4L og effektbryter -XQ107 (som da skal stå i parentes). Da vil kabelen til denne
 4327 ventilatoren få følgende tag: +S50TUDUM.TB4L =434.401 -KW107

4328 Systemtype 432: I et teknisk rom er det kun hovedfordelingen med inntaksfelt med
 4329 hovedbryter, målerfelt og avganger som skal ha systemtype 432. Selv om for eksempel
 4330 ventilatorfeltet henger fysisk sammen med hovedfordeling skal dette merkes som driftsteknisk
 4331 tavle 434.

4332 **16.6 Tilknytning til vegtrafikksentral (VTS) (informativt)**

4333 **16.6.1 Formål**

4334 Dette vedlegget er ment som informasjon til vegeiere om hvordan veganlegg kan knyttes opp
 4335 til VTS. Detaljerte avklaringer må komme frem som del av dialogen mellom Statens vegvesen
 4336 og den enkelte vegeier. Tidlig og god samhandling bidrar til at partene kan planlegge praktisk
 4337 gjennomføring og unngå tekniske problemer underveis i prosjektet.

4338 **16.6.2 Forklaring og grensesnitt**

4339 **SCADA-system**

4340 Begrepet SCADA-system er definert i NEK IEC/TS 62443-1-1:2009.

4341 SCADA-system er ett distribuert overvåkning og -kontrollsystem som utgjør en del av
 4342 veganlegget, der servere og programvare ofte er sentralt plassert i forbindelse med en
 4343 overvåkningssentral. Skjermbilder utvikles slik at brukerne kan foreta sikre styringer av trafikk
 4344 og andre tekniske installasjoner i veganleggene.

4345 **HMI – Human Machine Interface**

4346 Grensesnitt mellom menneske og maskin. SCADA-systemet tilbyr et HMI som en integrert del
4347 av systemet. Dette kan være skjermbilder for trafikkovervåkning og styring, samt bilder for
4348 overvåkning av den elektrotekniske installasjonen i et veganlegg. Eksempelvis en tunnel.
4349 Lokalt i et anlegg kan det i tillegg være operatørpaneler med både trykknapper og
4350 skjermbilder.

4351 **OPC - Open Platform Communications**

4352 OPC en åpen standard for kommunikasjon av sanntids prosessdata mellom kontrollutstyr av
4353 forskjellig fabrikat. OPC tilbyr en «løs kobling» mellom SCADA-systemet og mot OPC-servere
4354 ute i veganleggene. Se også <https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/>

4355 **Prosessgrensesnitt for automasjon**

4356 En eksakt teknisk beskrivelse av den informasjon som utveksles mellom VTS og fysiske
4357 objekt og funksjoner ute i anlegget. Prosessgrensesnittet skal sikre korrekte og forutsigbare
4358 styringsfunksjoner.

4359 **Objektliste**

4360 Objektliste er i denne sammenheng en oppstilling av alle fysiske objekter og funksjoner ute i
4361 anlegget knyttet opp mot objektbeskrivelser og signaler fra kravdokumentet
4362 «Prosessgrensesnitt for automasjon».

4363 **16.6.3 Lokalisering av Vegtrafikksentraler**

4364 Hver enkelt VTS dekker i hovedsak de følgende geografiske områder:

- 4365 • VTS Vest – Vestland, Rogaland;
- 4366 • VTS Midt – Møre og Romsdal, Trøndelag;
- 4367 • VTS Nord – Nordland, Troms og Finnmark;
- 4368 • VTS Øst – deler av Viken, Oslo og Innlandet;
- 4369 • VTS Sør – deler av Viken, Agder, Vestfold og Telemark.

4370 **16.6.4 Samhandling**

4371 Det er hensiktsmessig at det tidlig i oppstartfase av prosjektet etableres kontakt med Statens
4372 vegvesen for gjennomføring av oppstartmøte, med oppkobling mot VTS som formål. Her
4373 avklarer prosjektet omfang og fremdriftsplaner, samt kontaktpersoner hos begge partene.

4374 Forhold som behandles mellom partene underveis i prosjektet må som minimum inneholde,
4375 men ikke avgrenses til:

- 4376 • Prosessgrensesnitt og funksjonsbeskrivelse;
 - 4377 – Kravdokument fra Statens vegvesen.
- 4378 • Teknisk gjennomgang av løsningene etter prosjektering, der hensikten er å avdekke
4379 eventuelle kapasitet og kompatibilitetsproblemer ved oppkobling mot VTS;
- 4380 • Objektlistene basert på omfanget av utstyr og funksjoner i anlegget;
- 4381 • Plassering av utstyr i veganlegget med tanke på utvikling av skjermbilder (HMI);
- 4382 • Avklare, koordinere og forberede sikkerhetsdokumentasjon i en tidsplan med de aktører
4383 som involveres i byggefase og før åpning;
- 4384 • Planlegging av testfasene der VTS skal være involvert.

4385 Byggherre eller dens representant er ansvarlig for å planlegge møter samt forberede underlag
4386 for disse. Møter planlegges i god tid, og all relevant informasjon vedlegges møteinnkalling.

4387 **16.6.5 Styring og overvåking**

4388 Når trafikale hendelser inntreffer, vil forutsigbar funksjonalitet i anleggene være viktig for
4389 både trafikant og for VTS-en sine trafikkoperatører. Dette krever omforent HMI og
4390 programmerte funksjoner. For hvert anlegg må det utarbeides komplett funksjonsbeskrivelse
4391 basert på eksisterende kravdokumenter og objektliste. Funksjonene som programmeres i
4392 SCADA-systemet og i anlegget dokumenteres gjennom «status», «kommandoer», «verdier»
4393 og «parametere» fra prosessgrensesnittet.

4394 MERKNAD – For alarmprioriteringer og vurdering av hvilke alarmer som overføres til VTS henvises det til krav i
4395 N601 under kap. 4.3 (trafikkalarmer, feilalarmer, driftsalarmer, etc.)

4396 VTS betjener sammensatte maskiner som definert i FM §2.

4397 Eksempler på maskiner som omfattes av forskriften:

- 4398 • Ventilatorer / Tunnelventilasjon;
- 4399 • Bommer / Vegbom-systemer;
- 4400 • Mekanisk variable skilte;
- 4401 • Pumpestasjoner;
- 4402 • Annet utstyr med elektrisk styrbare bevegelige deler.

4403 Trafikk og brannplaner som inneholder en eller flere av de nevnte delsystem (maskiner) utgjør
4404 en samling av maskiner som også omfattes av forskriftens §2.

4405 Byggherre er «eier» av maskiner i vegsystemet og er derfor ansvarlig for at styresystemet for
4406 maskinene planlegges, prosjekteres, bygges og driftes iht. regelverk og funksjon. Hele
4407 maskinen sees på som et sammenhengende system. Byggherre har ansvaret for at alle
4408 samsvarserklæringer er gyldige, og at de inngår som en del av dokumentasjonen for en
4409 komplett sammensatt maskin.

4410 **16.6.6 Datasamband til VTS**

4411 MERKNAD – Det henvises til Vegdataforskriften

4412 Tilknytting til VTS gjøres ved hjelp av dedikert fiberlinje (sort fiber), eller WAN basert på
4413 offentlig infrastruktur.

4414 For å unngå overlappende IP-adresser etableres en koordinert administrasjon av IP-
4415 adresseområder mellom vegeierne. Overordnet plan forvaltes av Statens vegvesen.

4416 For å unngå overlappende IP-områder, skal tildeling koordineres mellom VTS og byggherre.

4417 Båndbredde for kommunikasjon må være tilpasset de kravene som gjelder for det enkelte
4418 anlegg.

4419 Dersom nytt anlegg skal tilknyttes Statens vegvesen sin infrastruktur må følgende minimum
4420 være avklart i dialogen mellom den aktuelle vegeier og Statens vegvesen:

- 4421 • IP-adresser
- 4422 • Båndbredde
- 4423 • Oversikt over datatrafikk for oppsett av brannmur, vanligvis bestående av:
 - 4424 – IP-adresser
 - 4425 – OPC-kommunikasjon
 - 4426 – Telefoni
 - 4427 – ITV/AID

4428 – Eventuelle URL-er / services

4429 • Brukernavn og passord o.l.

4430 **16.6.7 Telefoni**

4431 Nød og servicetelefoner som inngår i anlegget tildeles nummer i en nasjonal nummerplan
4432 forvaltet av Statens vegvesen. Telefonapparater som inngår i et anleggs sikkerhetsutrustning
4433 settes opp med automatisk oppringing til VTS.

4434 Det bygges et komplett telefonsystem i anlegget med egen telefonsentral lokalt (IP-trunk)
4435 som vil være koblingspunkt mot sentral på VTS.

4436 Mellom anlegg og VTS benyttes det IP-telefoni med SIP-protokoll.

4437 For å oppnå ønsket stabilitet og samtalekvalitet settes det krav til den tekniske løsningen med
4438 hensyn til oppkoblingstid og metode, antall samtidige samtaler med mer. Kravene vil være en
4439 del av samhandlingen mellom Statens vegvesen og vegeier.

4440 **16.6.8 Kameraovervåking (ITV)**

4441 Kamera benyttes av VTS til overvåking av trafikken og til verifikasjon ved hendelser.

4442 For tilknytning av ITV til aktuell VTS, avklares:

- 4443 • antall enheter og plassering for utvikling av HMI;
- 4444 • system og protokoller;
 - 4445 – Tekniske løsning i anlegg og på VTS må være kompatible.
- 4446 • krav til bilde- og tidsoppløsning;
- 4447 • varighet for lokal lagring av historisk video;
- 4448 • prosedyrer for håndtering av video bilde og opptak.

4449 **16.6.9 Automatisk hendelsesdeteksjon (AID)**

4450 AID kan være basert på optiske kamera, termiske kamera (IR-kamera), radarer eller annen
4451 teknologi.

4452 **16.7 Nødstyrepanel, utforming og funksjonsbeskrivelse (informativt)**

4453 **16.7.1 Generelt**

4454 Ved behov for lokale tilpassinger, ramper o.l., legges risiko og beredskapsplan til grunn. NS-
4455 panel og styring fra VTS er likeverdige, siste kommando gjelder. Dette betyr at begge kan
4456 utføre styre kommandoer uavhengig av hverandre. Hvilken kommando som er aktiv til enhver
4457 tid kommer tydelig fram og vises både på NS-panel og skjermssystemene på VTS. «Tilbake til
4458 normal» kan utføres både fra NS-panel og VTS. Det tilrettelegges kun for funksjoner som
4459 nødstatene har behov for.

4460 **Kommandoer nødstyrepanel:**

4461 **Steng tunnel:** Denne kommandoen stenger tunnelen. Rødt stoppblinksignal slås på,
4462 eventuelt tilhørende hastighets- og trafikkregulerende skilt aktiveres. Evakueringslys og alt
4463 annet lys i tunnelen tennes og bom senkes etter avtalt tid mht. blant annet fartsgrenser og
4464 stopplengder.

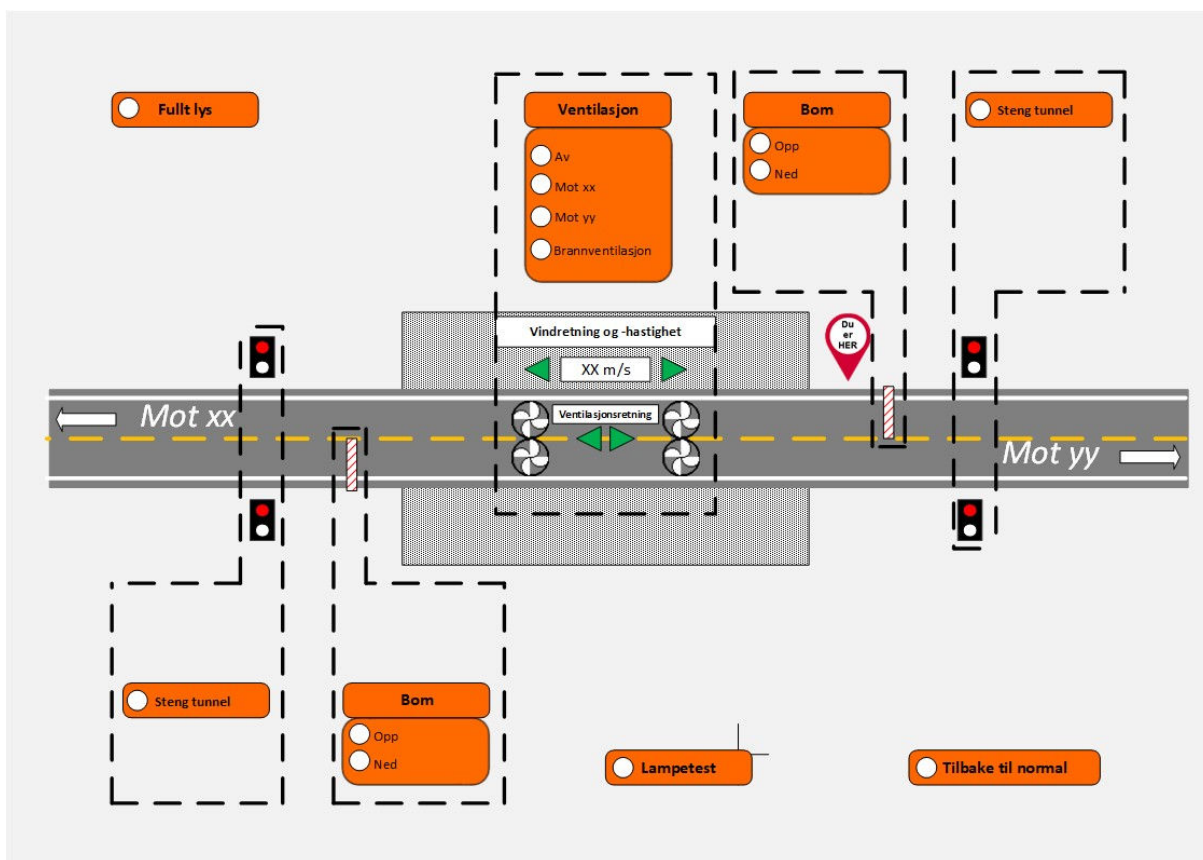
4465 **Bom opp / Bom ned:** Disse kommandoene hever og senker bommene uten at rødt
4466 stoppblinksignal slukkes. (Dette forutsetter at «steng tunnel» er aktivert).

- 4467 **Ventilasjon Av:** Stopper vifter.
- 4468 **Ventilasjon mot XX/YY:** Starter vifter i ønsket ventilasjonsretning.
- 4469 **Brannventilasjon:** Normalt vil vifter starte opp iht. beredskapsplan. For to-løps tunneler vil
4470 normalt ventilasjonsretningen til begge løp settes til fartsretningen til det løpet man aktiverer
4471 brannventilasjon for. For ett-løps tunneler starter ventilasjonen etter forhåndsbestemt retning.
- 4472 **Fullt lys:** Betjeningsknapp for fullt lys.
- 4473 **Tilbake til normal:** Kommandoen åpner tunnellopet. Bom heves, rødt stoppblinksignal
4474 slukkes og trafikkregulerende skilter går tilbake til normal posisjon. Lys og vifter settes i
4475 «Normal» og evakueringslys slukkes. Tunnelen er nå tilbake i normal drift med VTS som
4476 overvåker.
- 4477 **Lampetest:** Funksjonstest av lampene i panelet.
- 4478 Vindretning og hastighet vises i de grønne pilene over tunnellopet og gir indikasjon på reel
4479 vindhastighet i m/s og retning i tunnellopet.
- 4480 Ventilasjonsretning til ventilatorene vises i de grønne pilene som vises i kjørebane i
4481 tunnellopet.
- 4482 Nødstyrepanelet kan ha en utforming som figurene under. Geografisk orientering av tunnelen
4483 i nødstyrepanel tilpasses tunnelens fysiske plassering.
4484

NEK 600:2024 høring utgave

4485 **16.7.2 Nødstyrepanel ett løp**

4486



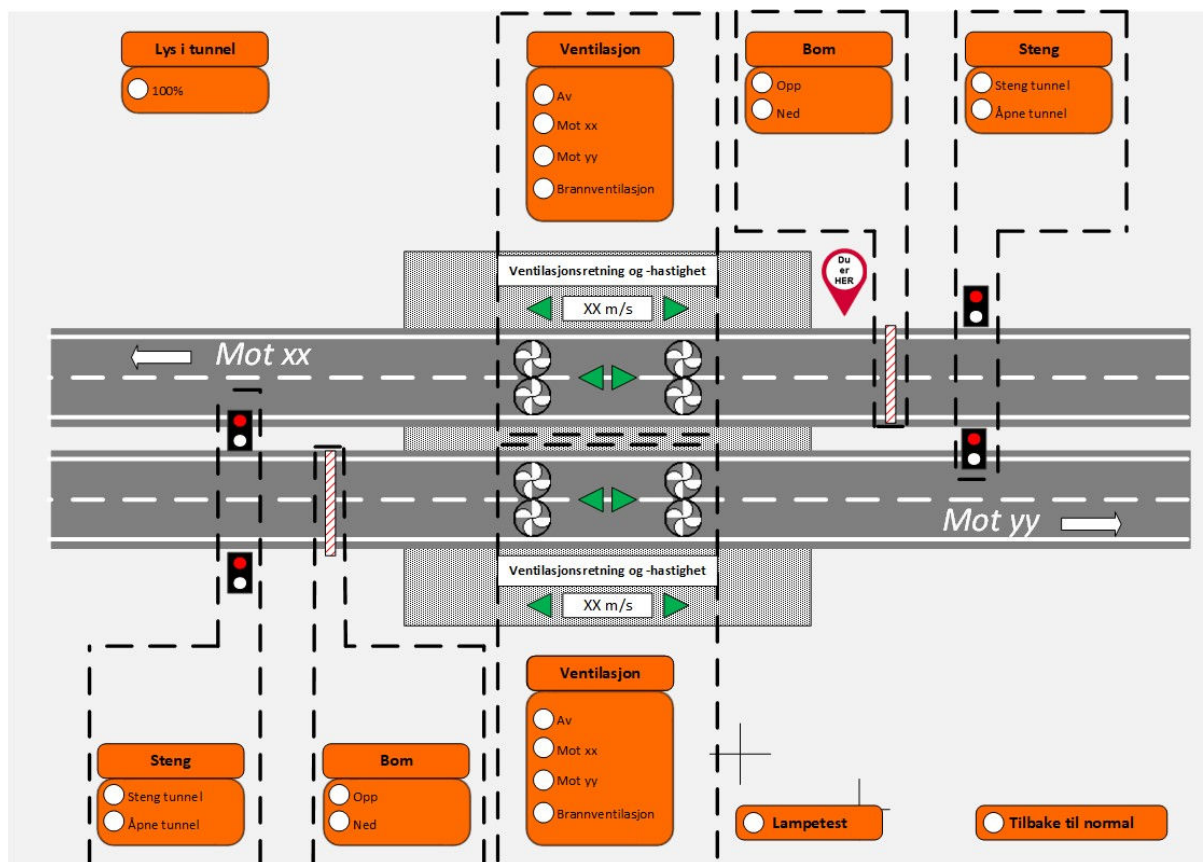
4487

4488

Figur 16-7-2 – Nødstyrepanel ett løp

4489

NEK 600:2024

4490 **16.7.3 Nødstyrepanel to løp**

4491

4492

Figur 16-5-3 - Nødstyrepanel to løp4493 **16.8 Korrosjon - spenningsrekken for metaller (Informativt)**

4494 Galvanisk korrosjon kan oppstå når to (eller flere) forskjellige metaller kommer i kontakt med
 4495 hverandre, og forsterkes når kontaktpunktet er dekket av en elektrisk ledende væske
 4496 (elektrolytt).

4497 I den elektrokjemiske cellen som oppstår når metaller kobles sammen, vil det edleste metallet
 4498 (høyest potensial, ref. spenningsrekken nedenfor) bli katode og det minst edle metallet (lavest
 4499 potensial/spenning) vil bli anode. Anodematerialet vil løses opp (korrodere) mens
 4500 katodematerialet vil være beskyttet mot korrosjon. Noe forenklet kan man anta at en
 4501 potensialforskjell på >50-100 mV vil være tilstrekkelig til at galvaniske effekter vil opptre.
 4502 Større potensialforskjeller vil øke den «drivende spenningen» for galvanisk korrosjon.

4503 Arealforholdet mellom anode og katode påvirker korrosjonshastighet på anoden. Hvis anoden
 4504 er liten i forhold til katoden vil dette kunne medføre en betydelig galvanisk korrosjon.

4505 Ulike metaller har forskjellige potensialer i forhold til en standard calomel referanseelektrode
 4506 (SCE), når de eksponeres for en elektrolytt. Tabell 14.6.1 viser potensialet mot en SCE for
 4507 forskjellige materialer når det benyttes en elektrolytt som tilsvarer sjøvann (ved 10 – 20 °C),
 4508 en såkalt spenningsrekke. De edleste metallene (øverst i tabellen) har de mest positive
 4509 potensialene, mens de minst edle metallene (nederst i tabellen) har de mest negative
 4510 potensialene.

4511 Tabell 14.6.2 angir forskjellige virkninger ved sammenkobling av forskjellige metaller. De
 4512 grønne cellene indikerer bruk av kombinasjoner av metaller. De gule cellene indikerer mindre
 4513 brukbare kombinasjoner, mens de røde cellene indikerer kombinasjoner som ikke bør
 4514 benyttes.

4515 **16.8.1 Spenningsrekkefølge for metaller**

Metall/ legering	Kjemisk tegn	Potensial mot SCE [V]		Kommentar
		fra	til	
Gull	Au	0,15	,050	
Sølv	Ag	0,05	0,15	
Ni-legering	NiXx	-0,10	0,35	Passivert overflate
Rustfritt stål	FeXx	-0,15	0,30	Passivert overflate
NI-legering	NiXx	-0,20	0,15	Aktiv korrosjon (f.eks. skadet passivsjikt)
Nikkel	Ni	-0,20	0,15	
Sølvlodd	AgXx	-0,25	-0,10	
CuNi-legering	CuNi	-0,30	-0,20	
Bronse	CuSn	-0,35	-0,15	
Kobber	Cu	-0,37	-0,15	
Messing	CuZn	-0,40	-0,20	
Bly	Pb	-0,50	-0,10	
Tinn	Sn	-0,55	-0,40	Inkl. loddetinn
Rustfritt stål	FeXx	-0,60	-0,20	Aktiv korrosjon (f.eks. skadet passivsjikt)
Karbonstål	FeXx	-0,70	-0,50	
Aluminium	Al	-0,75		Uten legeringselementer
Zink	Zn	-1,10	-0,90	
Al-legering	AlXx	-1,10	-0,70	Inkl. anoder

4516

4517 **16.8.2 Korrosiv virkning ved sammenkobling av metaller**

Materiale 1	Materiale 2					
	Sink Galvanisert stål	Aluminium Aluminium- legering	Stål Støpejern	Messing Kobber Bronse	Ferrittisk rustfritt stål (magnetisk)	Austenittisk rustfritt stål (syrefaste, ikke magnetisk)
Sink Galvanisert stål	A	B	C	C	C	C
Aluminium Aluminium-legering	A	A	B	C	Ikke anbefalt	B
Stål Støpejern	AD	AE	A	C	C	C
Messing Kobber Bronse	ADE	AE	AE	A	A	A
Ferrittisk rustfritt stål (magnetisk)	ADE	AE	AE	A	A	A
Austenittisk rustfritt stål (syrefaste, ikke magnetisk)	ADE	AE	AE	AE	A	A

A Ingen økt korrosjon på materiale 1 forårsaket av materiale 2.
B Marginal økning i korrosjon på materiale 1 forårsaket av materiale 2.
C Mulighet for merkbart økt korrosjon på materiale 1 forårsaket av materiale 2.
D Overflatebelegg på materiale 2 tæres raskt bort og eksponerer bart metall.
E Økt korrosjon på materiale 2 forårsaket av materiale 1.

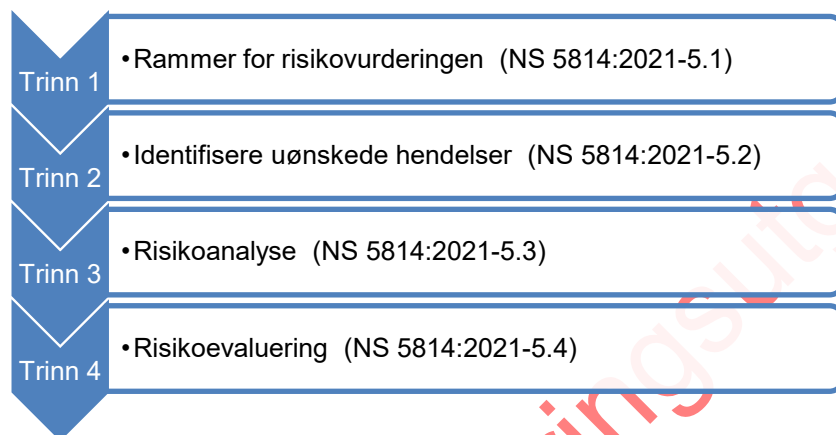
4518

4519 16.9 Veiledning Risikovurdering og dokumentasjon (informativt)

4520 Dette er en veiledning til utførelse av risikovurderinger for elektriske anlegg. Veiledningen er
4521 basert på NS 5814:2021, Krav til Risikovurderinger og gir en beskrivelse av hvordan en
4522 risikovurdering kan gjennomføres, hva som beskrives og hvordan det kan dokumenteres.

4523 NS 5814:2021 beskriver risikovurdering som en prosess delt inn i fire trinn. Hver av trinnene
4524 beskrives nærmere i NS 5814:2021, angitte kapitler.

4525



4526

4527

Figur 16-9 – Forenklet risikovurderingsprosess

4528 Det er også utarbeidet en risikomatrix som kan benyttes til kartlegging av hendelser og
4529 beskrivelse av samlet risiko. Denne kan lastes ned og tilpasses det enkelte anlegg fra
4530 www.nek600.no → Nyttige linker NEK TS 600.