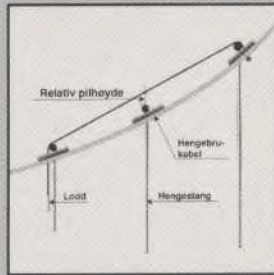




# Inspeksjonshåndbok for bruer





**Statens vegvesen**

**Håndbok 136**

# **Inspeksjonshåndbok for bruer**

**Veiledning**

Februar 2000



## Håndbøker i Statens vegvesen

Dette er en håndbok i vegvesenets håndbokserie, en samling fortløpende nummererte publikasjoner som først og fremst er beregnet på bruk innen etaten.

Håndbøkene kan kjøpes av interesserte utenfor Statens vegvesen til de priser som er oppgitt i håndbokoversikten – håndbok 022.

Det er Vegdirektoratet som har hovedansvaret for å utarbeidelse og ajourføring av håndbøkene.

Ansvar for grafisk tilrettelegging og produksjon har Grafisk senter i Vegdirektoratet.

Vegvesenets håndbøker utgis på 2 nivåer:

- Nivå 1 Rød farge på omslaget – omfatter forskrifter, normaler og retningslinjer godkjent av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.
- Nivå 2 Blå farge på omslaget – omfatter veiledninger, lærebøker og vegdata godkjent av den avdeling som har fått fullmakt til dette i Vegdirektoratet.

### **Inspeksjonshåndbok for bruer**

Nr. 136 i Vegvesenets håndbokserie

Opplag: 2000

Trykk: a.s Joh. Nordahls Trykkeri, Oslo

ISBN 82-7207-503-2

# Forord

Inspeksjon av bruer skal sikre at etatens mål for forvaltning, drift og vedlikehold av brumassen tilfredsstilles. Overordnede rammebetingelser for inspeksjon av bruer er gitt i Statens vegvesen håndbok 147: «Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer».

I denne håndboken stilles det krav til at det gjennomføres rutinemessige inspeksjoner av alle bruer. Inspeksjon av bruer er definert på følgende måte: «Inspeksjon er visuell kontroll kombinert med oppmålinger og materialundersøkelser som utføres for å bedømme bruens tilstand og sikkerhetsnivå. Inspeksjonen skal avdekke behovet for driftstiltak og/eller vedlikehold samt eventuelt behov for forsterkning eller ombygning».

Hensikten med inspeksjonshåndboka er å gi veiledning i inspeksjon av bruer slik at de blir inspisert på en forsvarlig og ensartet måte i hele landet.

Statens vegvesen benytter det edb-baserte bruforvaltningssystemet BRUTUS.

Inspeksjonsresultater skal registreres i BRUTUS og vil danne grunnlag for planlegging av drift og vedlikehold. Registrerte behov for drift og vedlikehold vil dessuten være utgangspunkt for budsjettarbeid både sentralt i Vegdirektoratet og lokalt i fylkene.

Bruinspektørenes sikkerhet under utførelse av inspeksjoner er vektlagt. Inspektøren er utsatt for farer som påkjørsel, fall fra store høyder og eventuell drukning. HMS er derfor sentralt for å sikre inspektørens liv og helse og er vektlagt i boken.

Inspeksjonshåndboka er utarbeidet av Vegdirektoratets bruavdeling i samarbeid med SCC Abel Engh AS og erstatter Statens vegvesen håndbok 136 - Skadekatalog utgitt i 1987.

Vegdirektoratet,  
februar 2000

Ansvarlig avdeling: Bruavdelingen



# Innholdsfortegnelse

<b>1. Inspeksjon av bruer</b> .....	<b>11</b>
1.1 Generelt .....	11
1.2 Inspeksjonstyper .....	11
<b>2. Grunnlag</b> .....	<b>15</b>
2.1 Byggverkstyper og elementer .....	15
2.2 Elementtype .....	16
2.3 Skisser av bruelementer .....	19
2.3.1 Elementer i grunnen/underbygning .....	19
2.3.2 Elementer i forskjellige byggverkstyper .....	20
2.3.3 Brudekke og utstyrselementer .....	27
2.4 Lokaliseringssystem .....	28
2.4.1 Generelt .....	28
2.4.2 Akseinndeling generelt .....	28
2.4.3 Akseinndeling store/spesielle bruer .....	29
2.4.4 Tverrsnitt - bjelkenummerering .....	30
2.4.5 Utbretting av overbygning .....	31
2.4.6 Utbretting av søyler og fundamenter .....	32
<b>3. Planlegging av inspeksjoner</b> .....	<b>35</b>
3.1 Inspeksjonsplan .....	35
3.2 Inspeksjonsprogram .....	36
3.3 Skjemaer fra BRUTUS .....	36
3.4 Arbeidsvarsling .....	37
3.5 HMS .....	37
<b>4. Inspeksjons- og tilkomstutstyr</b> .....	<b>43</b>
4.1 Inspeksjonsutstyr .....	43
4.1.1 Personlig utstyr/verneutstyr .....	43
4.1.2 Generelt inspeksjonsutstyr .....	44
4.1.3 Utstyr ved enkel inspeksjon .....	45
4.1.4 Utstyr ved hovedinspeksjon .....	45
4.1.5 Utstyr ved spesialinspeksjon .....	46
4.1.6 Utstyr ved hovedinspeksjon under vann .....	47
4.1.7 Utstyr ved hovedinspeksjon av kabler .....	48
4.2 Tilkomstutstyr .....	48
4.2.1 Enkel inspeksjon .....	48
4.2.2 Øvrige inspeksjoner .....	48
4.2.3 Stige .....	49
4.2.4 Vanlige lifter .....	49
4.2.5 Brulifter .....	50
4.2.6 Eksempler på andre typer tilkomstutstyr .....	56
<b>5. Skadevurdering</b> .....	<b>59</b>
5.1 Generelt .....	59
5.2 Skadetyper .....	59
5.3 Skadegrad - skadekonsekvens .....	61

5.4	Bedømmelse av skader .....	65
5.4.1	Primærskader - følgeskader .....	65
5.4.2	Skadeutvikling .....	65
5.4.3	Sammensatte skader .....	67
5.5	Prioritering av vedlikehold .....	68
5.6	Skadeårsaker .....	69
<b>6.</b>	<b>Gjennomføring av inspeksjoner .....</b>	<b>73</b>
6.1	Ferdigbefaring .....	74
6.1.1	Omfang .....	74
6.1.2	Visuell kontroll .....	74
6.2	Reklamasjonsbesiktigelse .....	76
6.2.1	Omfang .....	76
6.2.2	Visuell kontroll .....	77
6.3	Enkel inspeksjon .....	77
6.3.1	Omfang .....	77
6.3.2	Enkel visuell kontroll .....	77
6.4	Hovedinspeksjon .....	82
6.4.1	Omfang .....	82
6.4.2	Visuell kontroll .....	82
6.5	Hovedinspeksjon kabler .....	88
6.5.1	Formål og omfang .....	88
6.5.2	Visuell kontroll .....	89
6.6	Hovedinspeksjon under vann .....	92
6.6.1	Omfang .....	92
6.6.2	Visuell kontroll .....	92
6.7	Spesialinspeksjon .....	94
6.7.1	Omfang .....	95
6.7.2	Visuell kontroll .....	95
6.8	Vedlikeholdstiltak - skadeomfang .....	95
<b>7.</b>	<b>Oppmålinger, materialundersøkelser og instrumentering</b>	<b>97</b>
7.1	Generelt .....	97
7.2	Oppmålinger .....	99
7.2.1	Nivellement .....	99
7.2.2	Måling av horisontalavstand / forskyvning .....	100
7.2.3	Måling av slitelagtykkelse .....	100
7.2.4	Måling av sporslitasje .....	101
7.2.5	Jevnhetsmålinger .....	102
7.2.6	Måling av pilhøyder .....	102
7.2.7	Registrering av bruer .....	103
7.2.8	Oppmåling av frihøyde .....	103
7.3	Materialundersøkelser, betong .....	104
7.3.1	Armeringslokalisering - overdekningsmålinger ..	105
7.3.2	Måling av karbonatiseringsdybde .....	107
7.3.3	Måling av kloridinnhold .....	108
7.3.4	Korrosjonsundersøkelse (EKP) .....	111
7.3.5	Fasthetsbestemmelse .....	112
7.3.6	Strukturanalyse .....	114
7.3.7	Spennkabelkontroll .....	115
7.3.8	Opphugning for korrosjonsbedømmelse .....	116



7.3.9	Lokalisering av materialundersøkelser på kystbruer i betong .....	120
7.4	Materialundersøkelser, stål .....	123
7.4.1	Momentkontroll for skruer .....	123
7.4.2	Nagle- og skruekontroll .....	123
7.4.3	Sveisekontroll .....	124
7.4.4	Røntgenkontroll .....	124
7.4.5	Ultralydkontroll .....	124
7.4.6	Magnetpulverkontroll .....	125
7.4.7	Fiberoptikk .....	125
7.4.8	Godstykkelsesmåling med ultralyd .....	126
7.5	Materialundersøkelser, tre .....	126
7.5.1	Fuktundersøkelse, tre .....	126
7.5.2	Sopp/råte undersøkelse, tre .....	127
7.6	Materialundersøkelser, stein .....	127
7.6.1	Trykkfasthet, stein .....	127
7.7	Kontroll overflatebelegg .....	127
7.7.1	Tykkelse av overflatebelegg på betong .....	128
7.7.2	Heft mellom overflatebelegg og betong .....	128
7.7.3	Inntrengningsdybde vannavvisende impregnering .....	129
7.7.4	Tykkelse av overflatebelegg på stål .....	129
7.7.5	Heft mellom overflatebelegg og stål .....	129
7.7.6	Øvrige undersøkelser, overflatebelegg på stål ..	130
7.8	Avlesning av instrumentering .....	130
<b>8.</b>	<b>Rapportering av inspeksjonsresultater .....</b>	<b>131</b>
8.1	Ferdigbefaring - reklamasjonsbesiktigelse .....	131
8.2	Rutinemessige inspeksjoner .....	131
8.3	Spesialinspeksjon .....	133
8.4	Oppmålinger .....	136
8.5	Materialundersøkelser .....	136
8.6	Presentasjon av skader .....	141
<b>9.</b>	<b>Skadekatalog .....</b>	<b>143</b>
9.1	Elementer i grunnen .....	144
11	Setning .....	145
21	Innsnevring .....	147
22	Erosjon .....	149
83	Manglende opprydding/fjerning .....	155
90	Annen skade/mangel .....	157
9.2	Elementer av betong .....	159
11	Setning .....	160
12	Bevegelse .....	162
13	Deformasjon .....	164
14	Riss/Sprekk .....	167
15	Brudd .....	174
16	Skade på overflatebehandling .....	176
17	Lekkasje/fuktbelastning .....	178
18	Misfarging .....	182

31	Liten/skadet overdekning .....	184
32	Forvitring .....	187
33	Støpesår .....	190
34	Bom .....	193
35	Avskalling .....	194
36	Armeringskorrosjon .....	198
37	Utvasking .....	202
81	Manglende rengjøring .....	205
83	Manglende opprydding/fjerning .....	207
90	Annen skade/mangel .....	209
9.3	Elementer av stål .....	211
11	Setning .....	212
12	Bevegelse .....	213
13	Deformasjon .....	215
14	Riss/Sprekk .....	218
15	Brudd .....	220
16	Skade på overflatebehandling .....	222
17	Lekkasje/fuktbelastning .....	225
18	Misfarging .....	227
41	Løse skruer/nagler .....	228
42	Korrosjon .....	229
43	Slitasje/gnisning .....	232
44	Trådbrudd .....	234
81	Manglende rengjøring .....	236
82	Manglende del .....	238
83	Manglende opprydding/fjerning .....	239
90	Annen skade/mangel .....	240
9.4	Elementer av stein .....	241
11	Setning .....	242
12	Bevegelse .....	243
13	Deformasjon .....	244
14	Riss/sprekk .....	245
17	Lekkasje/fuktbelastning .....	247
18	Misfarging .....	248
51	Utglidning .....	249
52	Utrasing .....	251
81	Manglende rengjøring, 83 Manglende opprydding/fjerning .....	253
90	Annen skade/mangel .....	254
9.5	Elementer av tre .....	255
11	Setning .....	256
12	Bevegelse .....	257
13	Deformasjon .....	259
14	Riss/Sprekk .....	260
15	Brudd .....	262
16	Skade på overflatebehandling .....	263
17	Lekkasje/fuktbelastning .....	264
18	Misfarging .....	265



61	Oppflising	266
62	Råte	268
81	Manglende rengjøring	270
82	Manglende del	271
90	Annen skade/mangel	272
9.6	Slitelag/fuktisolasjon	273
9.6.1	Slitelag av asfalt/epoksy	273
14	Riss/sprekk	274
17	Lekkasje/fuktbelastning	276
71	Sporslitasje	277
72	Ujevnhet	280
73	Krakelering/hull	281
74	Blæring (Paddehatter)	283
75	Avflaking	284
81	Manglende rengjøring	285
90	Annen skade/mangel	286
9.6.2	Betongslitelag	287
14	Riss/sprekk	288
34	Bom	289
71	Sporslitasje	290
72	Ujevnhet	292
73	Krakelering/Hull	293
81	Manglende rengjøring	294
9.6.3	Treslitolag	295
14	Riss/sprekk	296
15	Brudd	296
61	Oppflising	297
62	Råte	297
71	Sporslitasje	298
72	Ujevnhet	300
81	Manglende rengjøring	301
9.7	Lager m/lageravsats	303
12	Bevegelse	304
13	Deformasjon	305
15	Brudd	306
16	Skade på overflatebehandling	307
42	Korrosjon	308
81	Manglende rengjøring	309
83	Manglende opprydding/fjerning	310
90	Annen skade/mangel	310
9.8	Fuge/fugeterskel	311
12	Bevegelse	312
14	Riss/sprekk	313
17	Lekkasje/fuktbelastning	314
42	Korrosjon	314
71	Sporslitasje	315
72	Ujevnhet	316
73	Krakelering/Hull	316

81	Manglende rengjøring .....	317
82	Manglende del .....	318
83	Manglende opprydding/fjerning .....	318
90	Annen skade/mangel .....	318
9.9	Rekkverk .....	319
9.9.1	Rekkverk av betong .....	321
14	Riss/sprekk .....	322
18	Misfarging .....	322
31	Liten/skadet overdekning, 35 Avskalling,	
36	Armeringskorrosjon .....	323
90	Annen skade/mangel .....	324
9.9.2	Rekkverk av stål .....	325
13	Deformasjon .....	326
14	Riss/sprekk .....	329
15	Brudd .....	330
16	Skade på overflatebehandling, 42 Korrosjon ....	331
82	Manglende del .....	331
90	Annen skade/mangel .....	332
9.9.3	Rekkverk av tre .....	333
14	Riss/sprekk .....	334
16	Skade på overflatebehandling .....	334
82	Manglende del .....	334
9.10	Vannavløp/drenssystem .....	335
15	Brudd .....	336
17	Lekkasje/fuktbelastning .....	336
42	Korrosjon .....	337
81	Manglende rengjøring .....	338
90	Annen skade/mangel .....	339
9.11	Andre utstyrselementer .....	341
16	Skade på overflatebehandling, 42 Korrosjon ...	343
90	Annen skade/mangel .....	343
<b>10.</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>347</b>
<b>Vedlegg</b>	<b>.....</b>	<b>349</b>
	Kode for inspeksjonstype .....	350
	Kode for tilkomstutstyr .....	350
	Kode for skadegrad .....	350
	Kode for skadekonsekvens .....	350
	Kode for skadetype .....	351
	Kode for skadeårsak .....	352



# 1. Inspeksjon av bruer

## 1.1 Generelt

### Retningslinjer

Retningslinjene i Statens vegvesens håndbok 147 «Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer» gjelder som overordnede bestemmelser for bruer på riks- og fylkesveger. Vegvesenets edb-baserte forvaltnings-, drifts- og vedlikeholdssystem for bruer, BRUTUS, skal benyttes som et hjelpemiddel for å utføre de oppgavene som er beskrevet i disse retningslinjene.

Planlegging av inspeksjoner, innlegging av resultater fra utførte inspeksjoner samt utarbeidelse av forslag til drifts- og vedlikeholdstiltak eller fornyelse skal gjøres ved hjelp av BRUTUS.

## 1.2 Inspeksjonstyper

Inspeksjonstypene gjenspeiler grundigheten og frekvensen for inspeksjonene som skal utføres.

### De første inspeksjonene

Inspeksjonssyklusen for bruer begynner når bygging er avsluttet. Da skal følgende inspeksjoner utføres:

- Ferdigbefaring
- Reklamasjonsbesiktigelse.

### Rutinemessige inspeksjoner

Etter at overlevering er foretatt, skal det utføres rutinemessige inspeksjoner av bruene i resten av levetiden. De rutinemessige inspeksjonene er:

- Enkel inspeksjon
- Hovedinspeksjon
- Hovedinspeksjon kabler
- Hovedinspeksjon under vann.

Enkel inspeksjon utføres også i reklamasjonsperioden.

### Andre inspeksjoner

For å komplettere de rutinemessige inspeksjonene eller ved ekstraordinære hendelser kan det være behov for å utføre:

- Spesialinspeksjon.

### Hensikten med inspeksjoner

I det etterfølgende er det gitt en kort beskrivelse av hva som er hensikten med disse inspeksjonene. For mer detaljerte beskrivelser vises det til kapittel 6 Gjennomføring av inspeksjoner og til Statens vegvesens håndbok 147 «Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer».

<b>Ferdigbefaring</b>	<p>Ferdigbefaring er den første inspeksjonen som utføres på ei ny bru og skal gi grunnlag for å akseptere overtakelse eller ikke. Hensikten med ferdigbefaring er å kontrollere at brua er bygget i henhold til tegninger og beskrivelser. Den skal videre avdekke om det er oppstått skader, feil og mangler i byggefasen. Uheldige konstruksjonsløsninger og eventuelle kilder til nedbrytning, som kan være av betydning for senere drift og vedlikehold, skal identifiseres. Ferdigbefaring utføres også på eksisterende bruer etter at det er utført større drifts- og vedlikeholdstiltak samt fornyelse.</p>
<b>Reklamasjonsbesiktigelse</b>	<p>Hensikten med reklamasjonsbesiktigelse er å kontrollere om det er skader, feil og mangler som kan tilbakeføres til utførelsen og som først har kommet til syne etter ferdigbefaring.</p> <p>Det skal også kontrolleres om eventuelle tiltak som ble besluttet utført etter ferdigbefaring er gjort tilfredsstillende. Eventuelle nye kilder til nedbrytning som kan være av betydning for senere drift og vedlikehold skal identifiseres.</p>
<b>Enkel inspeksjon</b>	<p>Hensikten med enkel inspeksjon er å kontrollere om det er oppstått alvorlige skader som på kort sikt kan påvirke bruas bæreevne, trafiksikkerhet, fremtidig drift og vedlikehold samt miljø/estetikk.</p>
<b>Hovedinspeksjon</b>	<p>Hensikten med hovedinspeksjon er å foreta en tilstandskontroll av hele brua over vann for å kontrollere at denne fyller sin funksjon. Videre skal eventuelle behov for drift- og vedlikeholdstiltak fastslås med tilhørende kostnadsoverslag.</p> <p>Hovedinspeksjonen skal danne grunnlag for å supplere eller justere inspeksjonsplan og vedlikeholdsplan, eventuelt sette opp slike planer dersom disse ikke eksisterer.</p>
<b>Hovedinspeksjon kabler</b>	<p>Hensikten med hovedinspeksjon av kabler er å foreta en tilstandskontroll av bærekabler, hengestenger og festelementer for å kontrollere at disse fyller sin funksjon. Videre skal eventuelle behov for drifts- og vedlikeholdstiltak fastslås med tilhørende kostnadsoverslag.</p>
<b>Hovedinspeksjon under vann</b>	<p>Hensikten med hovedinspeksjon under vann er å foreta en tilstandskontroll av elementer under vann for å kontrollere at disse fyller sin funksjon. I dette inngår også en kontroll av bunnforholdene. Videre skal eventuelle behov for drifts- og vedlikeholdstiltak fastslås med tilhørende kostnadsoverslag.</p>
<b>Spesialinspeksjon</b>	<p>Hensikten med spesialinspeksjon er å undersøke nærmere de skader og/eller skadeårsaker som er oppdaget ved tidligere inspeksjoner eller skademeldinger. Spesialinspeksjon kan også utføres for å få grunnlag for å beskrive kostbare og/eller kompliserte tiltak.</p>

Spesialinspeksjon utføres ikke ved faste tidspunkt eller intervaller, men kan være aktuell å utføre i følgende tilfeller:

- Tidligere utført inspeksjon har vist at dette er nødvendig
- Ulykker som f.eks. påkjørsel
- Overbelastning
- Flom eller oversvømmelse
- Dersom erfaring fra andre bruer av samme type eller i samme miljø tilsier dette.



# 2. Grunnlag

## 2.1 Byggverkstyper og elementer

### Byggverkstyper

Bruer og andre byggverk i vegnettet deles inn i byggverkstyper som gjenspeiler overbygningens hovedbæresystem og utseende (platebru, bjelkebru osv.).

Det er utarbeidet en 3-sifret kode for de ulike byggverkstypene. Denne er gjengitt i Statens vegvesen håndbok 129: «Definisjon og dokumentasjon av bru». Hovedinndelingen (1-sifret kode) for disse byggverkstypene er:

### Byggverkstypekode

1. Kulvert, bjelkeramme, rør og hvelv i fylling
2. Platebru, bjelkeplatebru og ribbeplatebru
3. Bjelkebru
4. Kassebru
5. Buebru og hvelvbru
6. Fagverkbru, sprengverkbru og hengverkbru
7. Hengebru, skråstagbru, flytebru og neddykket rørbru
8. Ferjekai, bevegelig bru og andre bru
9. Andre byggverk.

Ei bru kan bestå av flere byggverkstyper, f.eks. hengebru i hovedspennet og bjelkebru i sidespennene.

### Elementer

Hver av byggverkstypene deles inn i elementer, f.eks. landkar, pilarer osv. Også for elementene er det laget en 3-sifret kode. Denne koden er gjengitt i Statens vegvesen håndbok 026: «Prosesskode - 2, 1997». Elementene blir benyttet ved utskriving av inspeksjonsskjemaer fra BRUTUS. Ved inspeksjoner blir dermed skadebeskrivelsen knyttet direkte mot det enkelte element. Elementtypekoden er derfor gjengitt i sin helhet i kapittel 2.2.

Sammenhengen mellom byggverkstyper og elementer er illustrert i Figur 2.1-1.



Figur 2.1-1 Byggverkstyper og elementer

## 2.2 Elementtype

### Elementtypekode

Elementtypekoden gjengitt i det etterfølgende er lik den som er beskrevet i Statens vegvesen håndbok 026: «Prosesskode - 2, 1997» med unntak av følgende tillegg:

- E4 Påhengt gangbane
- H22 Spesielle skilt
- H25 Rist (varegrind)

I kapittel 2.3 er elementene illustrert med skisser.

### A Felleskostnader (Ikke byggverkselement)

### B Grunnen

- B1 Byggegrøp
- B2 Pelser
- B3 Spunt
- B4 Fylling
- B5 Armert jord
- B6 Erosjonssikring (u/vann)
- B7 Skråningsbeskyttelse
- B8 Grøntareal
- B9 Annen grunn

### C Underbygning

- C1 Landkar
  - C11 Fundament
  - C12 Vegg
  - C13 Oppleggsbjelke, frittstående
  - C14 Dekkeplate
  - C15 Lastfordelingsplate
  - C16 Friksjonsplate
  - 
  - C19 Annet landkarelement

- C2 Pilar
  - C21 Fundament
  - C22 Sokkel
  - C23 Søyel/skive
  - C24 Rigel
  - C25 Påkjørselsvern
  - 
  - C29 Annet pilarelement

- C3 Tårn
  - C31 Fundament
  - C32 Sokkel
  - C33 Tårnbein
  - C34 Tårnrigel
  - C35 Påkjørselsvern
  - 
  - C39 Annet tårnelement

- C4 Forankring
  - C41 Fjellforankring
  - C42 Gravitasjonsforankring
  - C43 Forankring av pongtong
  - C44 Forankring av rørbru
  - 
  - C49 Annen forankring

### C5 Buefundament

- C6 Motvektshus
  - C61 Fundament
  - C62 Hus
  - C63 Påkjørselsvern
  - 
  - C69 Annet motvektshuselement

### C7 Pongtong

- C8 Landfeste for flytebru/rørbru
  - C81 Fundament
  - C82 Senkekaske
  - C83 Vegg
  - C84 Leddkonstruksjon
  - 
  - C89 Annet landfesteelement

<b>C9</b>	<b>Annen underbygning</b>	<b>D7</b>	<b>Bevegelig overbygning</b>
			D71 Hovedbjelke
			D72 Tverrbærer
			D73 Motvekt
			D74 Tannkrans
			D75 Wire/kjetting
			D76 Avballanseringssystem
			D77 Maskin
			-
			D79 Annet bevegelig overbygnings- element
<b>D</b>	<b>Overbygning</b>	<b>D8</b>	<b>Neddykket rørbruelement</b>
<b>D1</b>	<b>Plate (hovedbæresystem)</b>	<b>D9</b>	<b>Annen overbygning</b>
<b>D2</b>	<b>Bjelke (<math>b/H \leq 1</math>)</b>	<b>E</b>	<b>Brudekke/slitelag</b>
	D21 Hovedbjelke	<b>E1</b>	<b>Brudekke (sekund. bæresystem)</b>
	D22 Tverrbærer	<b>E2</b>	<b>Slitelag/fuktisolasjon</b>
	D23 Tverrkryss	<b>E3</b>	<b>Kantdrager</b>
	-	<b>E4</b>	<b>Påhengt gangbane</b>
	D29 Annet bjelkeelement	-	-
<b>D3</b>	<b>Kasse</b>	<b>E9</b>	<b>Annet brudekkeelement</b>
	D31 Bunnplate	<b>F</b>	<b>Konstruksjoner i fylling</b>
	D32 Vegg	<b>F1</b>	<b>Fundament/bunnplate</b>
	D33 Tverrbærer	<b>F2</b>	<b>Vegg</b>
	D34 Tverrskott	<b>F3</b>	<b>Tak</b>
	-	<b>F4</b>	<b>Hvelvelement</b>
	D39 Annet kasseelement	<b>F5</b>	<b>Rørelement</b>
<b>D4</b>	<b>Buekonstruksjon</b>	-	-
	D41 Bue	<b>F7</b>	<b>Vinge</b>
	D42 Buesøyle	<b>F8</b>	<b>Lastfordelingsplate</b>
	D43 Hengestenger	<b>F9</b>	<b>Annet konstruksjonselement i fylling</b>
	D44 Buevegg		
	D45 Langsgående bjelke	<b>G</b>	<b>Støttekonstruksjon</b>
	D46 Tverrbærer	<b>G1</b>	<b>Fundament</b>
	D47 Langsgående plate	<b>G2</b>	<b>Vegg</b>
	D48 Overmur	-	-
	D49 Annet bucelement	<b>G4</b>	<b>Forankringsstag</b>
<b>D5</b>	<b>Hengekonstruksjon</b>	<b>G5</b>	<b>Lastfordelingsplate</b>
	D51 Bærekabel	<b>G6</b>	<b>Friksjonsplate</b>
	D52 Sadel/lager bærekabel	<b>G7</b>	<b>Kjeglemur</b>
	D53 Festeelement bærekabel	-	-
	D54 Hengestang med fester	<b>G9</b>	<b>Annet støttekonstruksjonselement</b>
	D55 Avstivningsbærer		
	D56 Tverrbærer		
	-		
	D59 Annen hengekonstruksjon		
<b>D6</b>	<b>Fagverk</b>		
	D61 Fagverksvegg		
	D62 Tverrbærer		
	D63 Langbærer		
	D64 Vindavstivning		
	-		
	D69 Annet fagverkselement		



## H Utstyr

### H1 Normalt utstyr

- H11 Lager m/lageravsats
- 
- H13 Fuge/fugekonstruksjon
- H14 Fugeterskel
- H15 Rekkverk
- H16 Vannavløp/drenssystem
- H17 Ledning/kabel
- 
- H19 Annet normalt utstyr

### H2 Tilleggsutstyr

- H21 Lys
- H22 Spesielle skilt
- 
- H24 Støyskjerm
- H25 Rist (varegrind)
- H26 Luke/dør
- H27 Utsmykning
- H28 Overbygg/tak
- H29 Annet tilleggsutstyr

### H3 Fastmontert tilkomstutstyr

- H31 Leider
- H32 Trapp
- H33 Heis
- H34 Malevogn
- 
- H39 Annet fastmontert tilkomstutstyr

### H4 Utstys- og servicebygg

- H41 Maskinhus
- H42 Utstyrshus
- H43 Servicebygg
- H44 Kontrolltårn
- 
- H49 Andre utstys- og servicebygg

### H5 Overvåkningsanlegg

- H51 Instrumentering
- H52 Katodisk beskyttelse
- H53 Avfuktingsanlegg
- 
- H55 Sikkerhetsutstyr skipspåkjørsel
- 
- H59 Annet overvåkningsanlegg

### H9 Annet utstyr

## I Spesielt kaiutstyr

### I1 Ferjekaibru-utstyr

- I11 Sperrebom
- I12 Brufending (buffer)
- I13 Heisesystem
- I14 Heisebjelke
- I15 Frontbjelke
- 
- I19 Annet ferjekaibru-utstyr

### I2 Heiseutstyr

- I21 Aggregat
- I22 Hydrauliske rør/slanger
- I23 Løftesyliner
- I24 Elektrisk styreskap
- I25 Signallys for ferjekaibru
- I26 Nødstrøm fra ferje
- I27 Radiostyring
- 
- I29 Annet heiseutstyr

### I3 Kaiutstyr

- I31 Kantlist
- I32 Fenderverk
- I33 Fortøyningsutstyr
- I34 Redningsutstyr
- 
- I39 Annet kaiutstyr

### I9 Annet spesielt kaiutstyr

## J Spesielle installasjoner

### J1 Dreneringsanlegg

### J2 Ventilasjonsanlegg

### J3 Brannsløkkingsutstyr

### J4 El forsyningsanlegg

### J5 Teleutstyr

### J6 Datautstyr

### J7 Måleutstyr

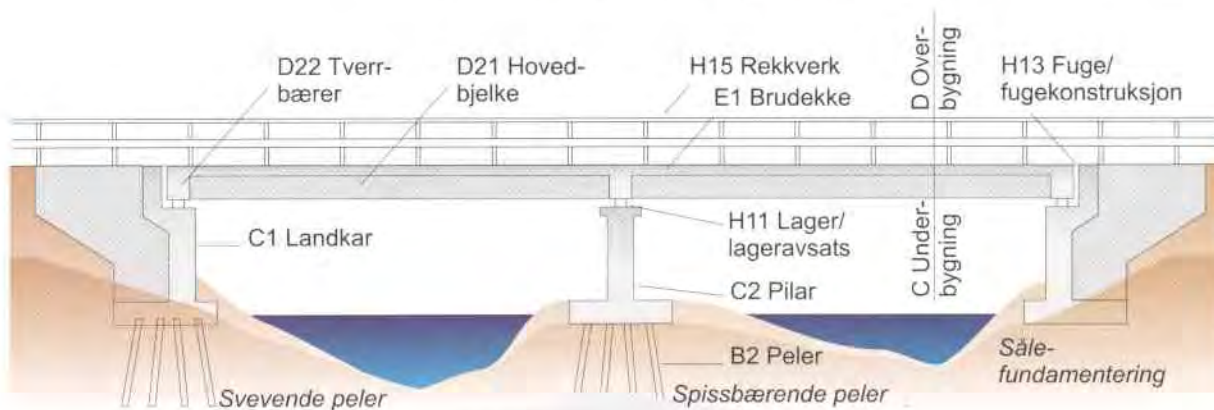
### J8 Radio-/TV-utstyr

### J9 Annen spesiell installasjon

## K Annet element

## 2.3 Skisser av bruelementer

Elementinndelingen for ei typisk bru er gjengitt i Figur 2.3-1.



Figur 2.3-1 Elementinndeling for typisk bru

I dette kapitlet er det illustrert hvilke elementer de vanligste byggverkstypene består av. I tillegg til elementene er det på skissene også angitt andre tekniske betegnelser (bokstaver i kursiv) som vanligvis brukes på bruer.

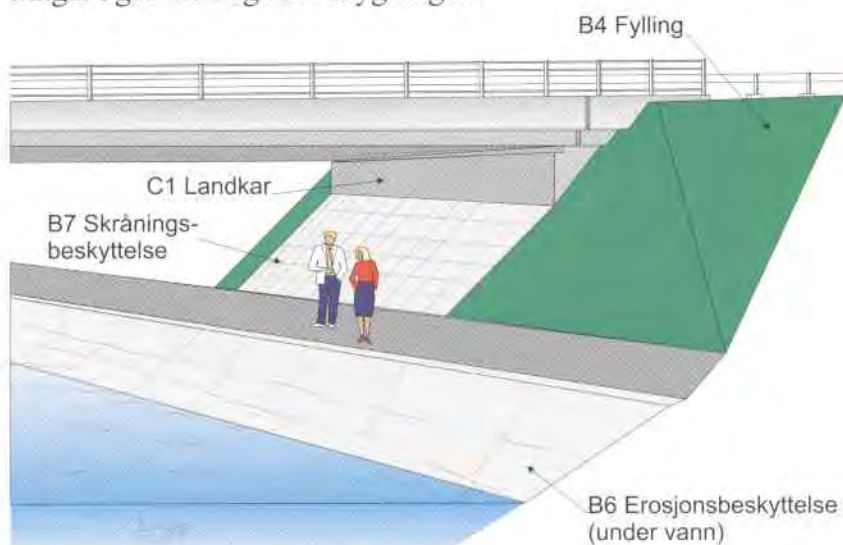
Elementer som er lagt inn i byggverksmodulen i BRUTUS vil bli skrevet ut på inspeksjonsskjemaene. Flere av elementene er oppdelt i underelementer som vanligvis ikke kommer med på inspeksjonsskjemaene.

For at skadebeskrivelsene skal bli mest mulig ensartede, er det viktig at underelementene og de tekniske betegnelsene benyttes til å beskrive hvor på et element skadene er lokalisert.

### 2.3.1 Elementer i grunnen/underbygning

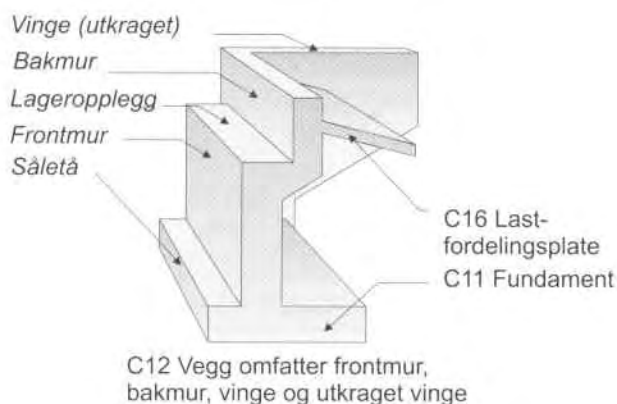
Figur 2.3-2 til Figur 2.3-4 viser de vanligste elementene som inngår i grunnen og underbygningen.

#### Elementer i grunnen/ underbygning



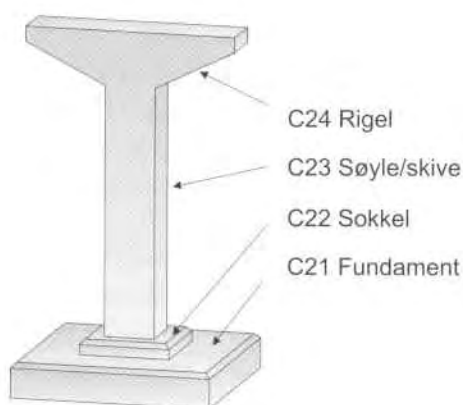
Figur 2.3-2 Elementer ved landkar

## Landkar



Figur 2.3-3 Underelementer for C1 Landkar

## Pilar



Figur 2.3-4 Underelementer for C2 Pilar

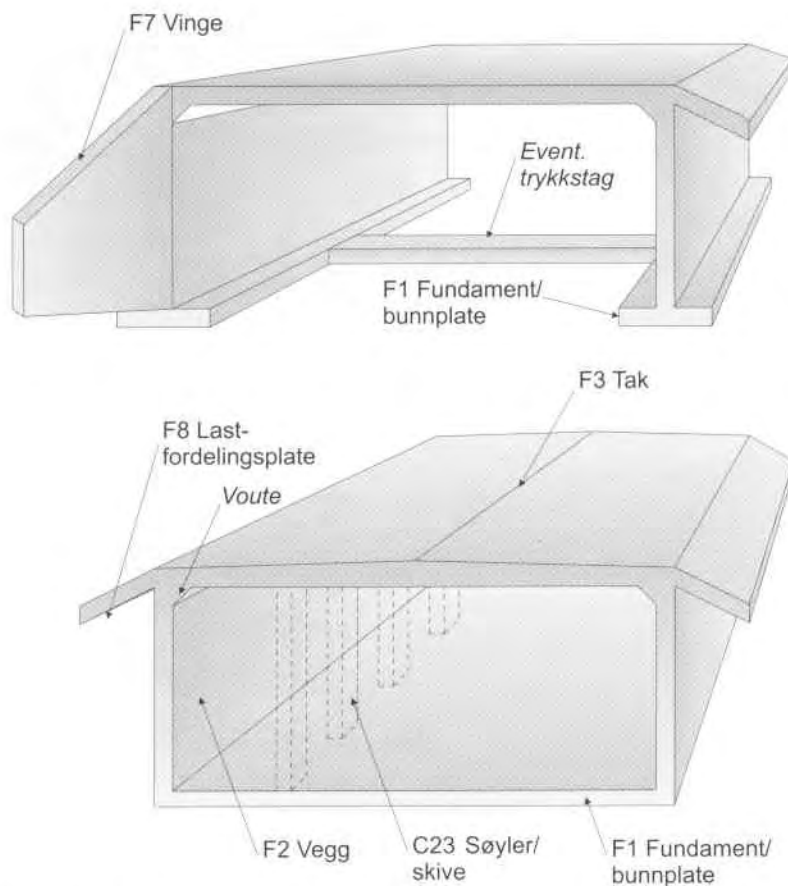
## Vanlige elementer i bruer

### 2.3.2 Elementer i forskjellige byggverkstyper

Vanlige elementer som inngår i de forskjellige byggverkstypene er vist i Figur 2.3-5 til Figur 2.3-15. Det gjøres spesielt oppmerksom på at elementet D1 Plate benyttes der platen er bruas hovedbæresystem. Elementet E1 Brudekke benyttes for dekker som fordeler lastene til hovedbæresystemet. Et eksempel på det sistnevnte er brudekket på ei stålbejelkebru.

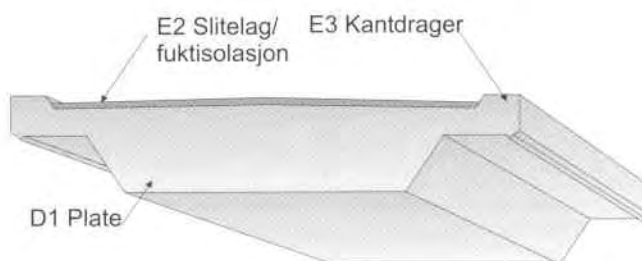


## Kulvert



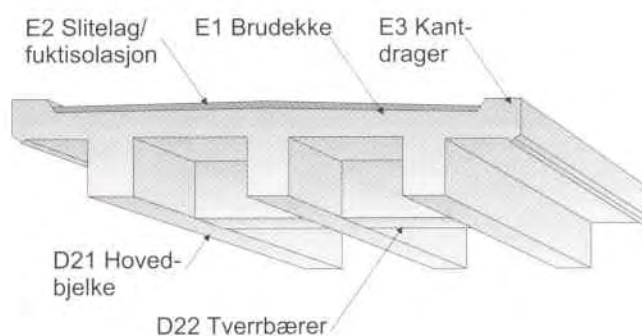
Figur 2.3-5 Elementer i kulverter

## Platebru



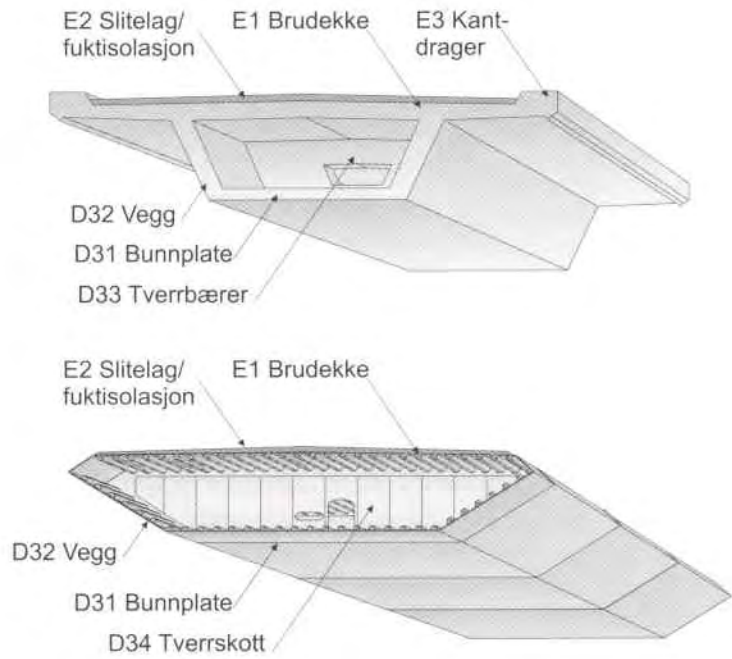
Figur 2.3-6 Elementer i platebruer

## Bjelkebru

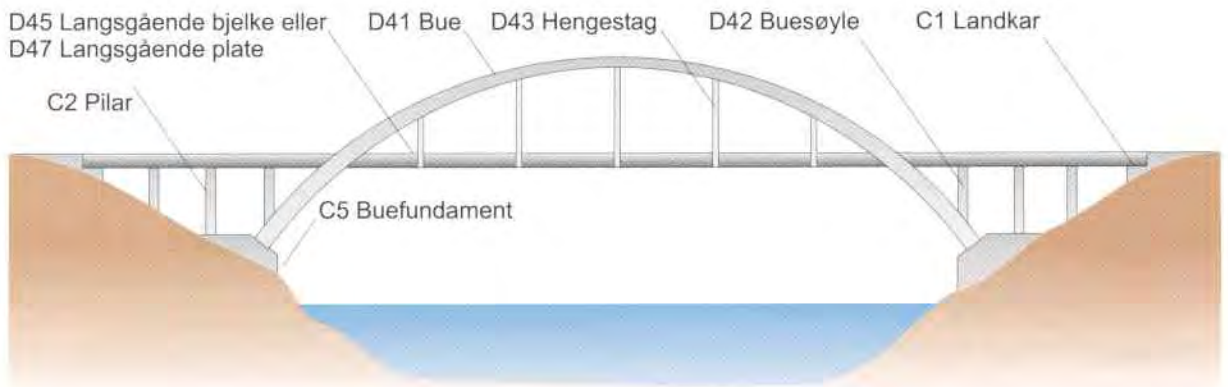


Figur 2.3-7 Elementer i bjelkebruer

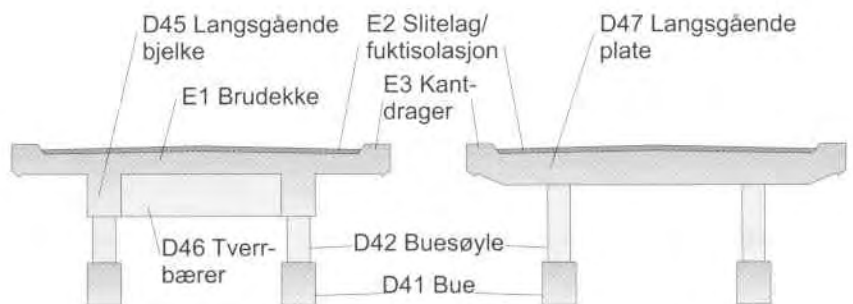
## Kassebru



Figur 2.3-8 Elementer i kassebruer av betong og stål



## Buebru



Tverrsnitt med langsgående bjelker.

Tverrsnitt med langsgående plate.

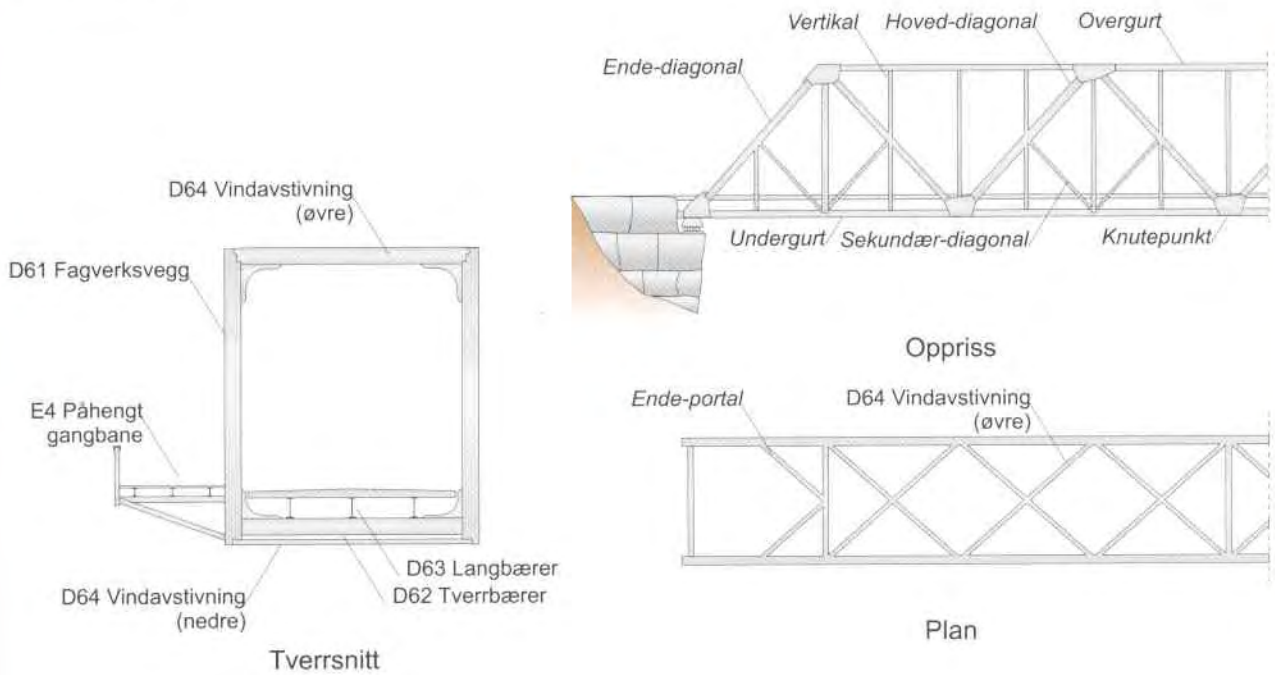
Figur 2.3-9 Elementer i buebruer

## Hvelvbru



Figur 2.3-10 Elementer i hvelvbruer

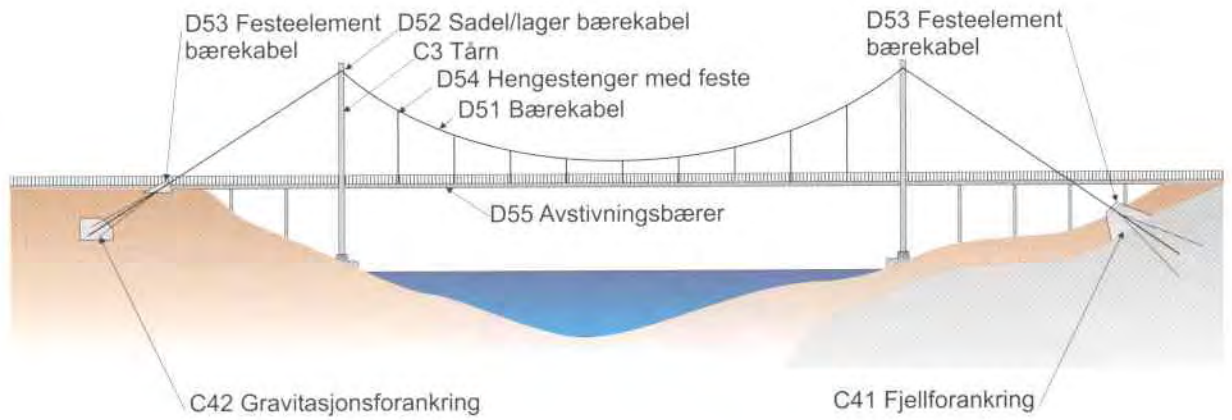
## Fagverksbru



Figur 2.3-11 Elementer i fagverksbru

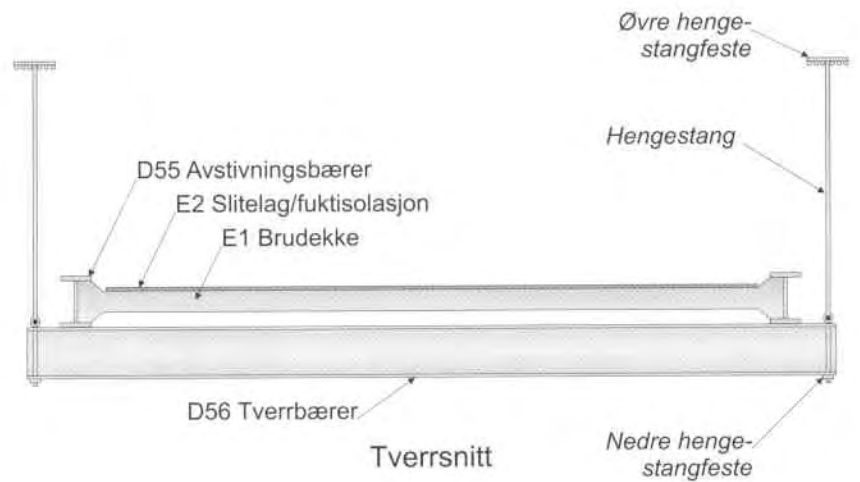


## Hengebru – oppriss



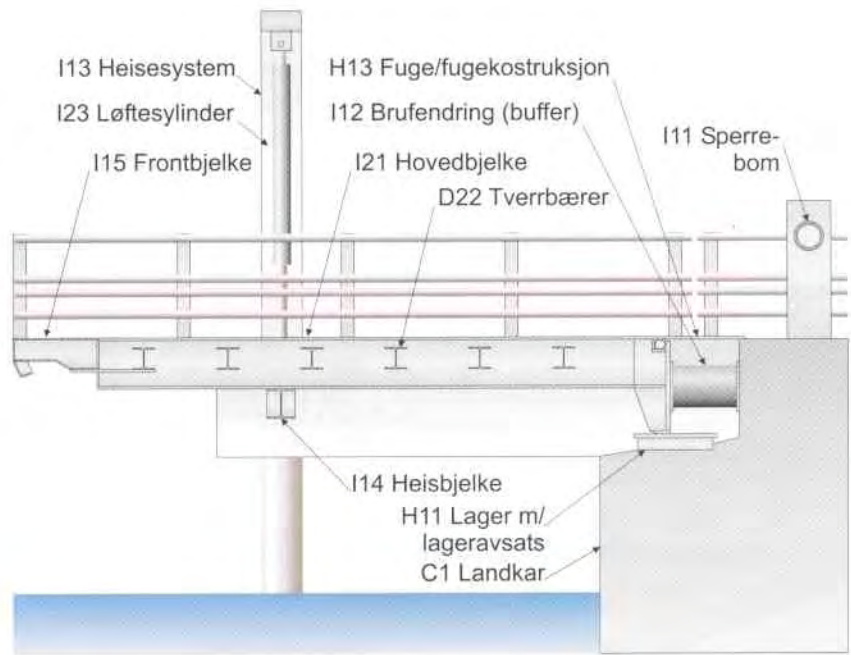
Oppriss

## Hengebru – tverrsnitt

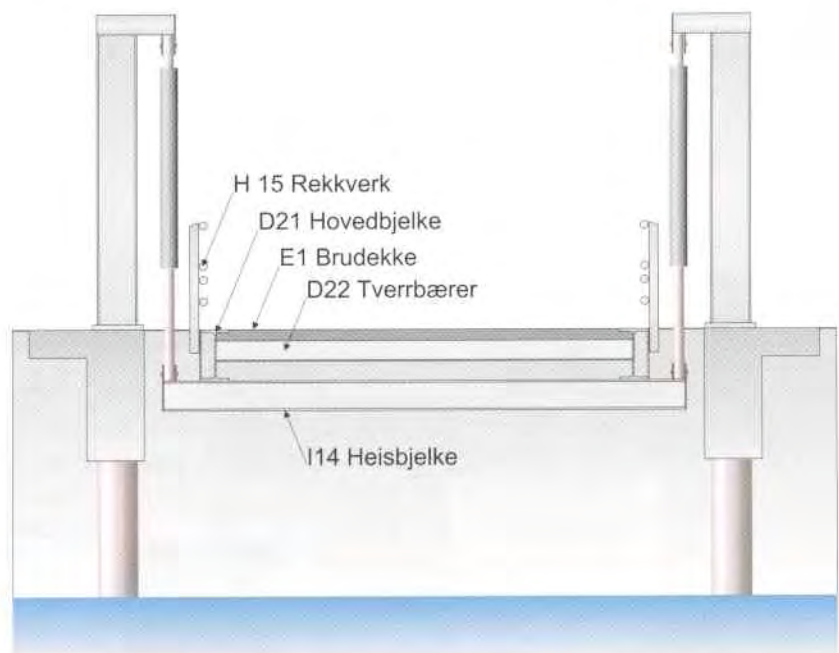


Figur 2.3-12 Elementer i hengebru

Ferjekaibru



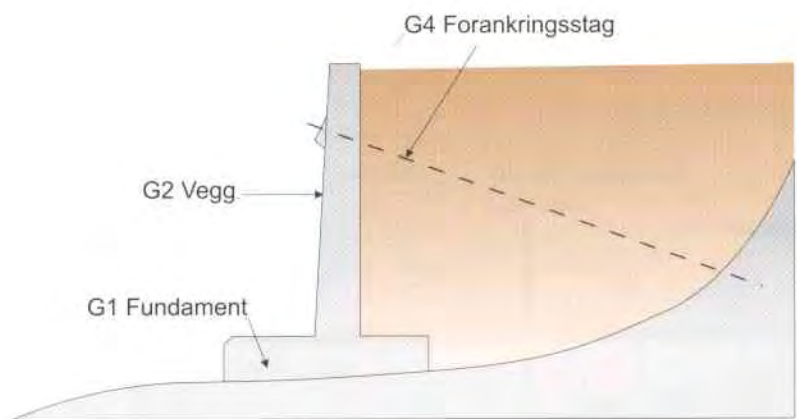
Lengdesnitt



Tverrsnitt

Figur 2.3-13 Elementer i ferjekaibru

## Støttemur

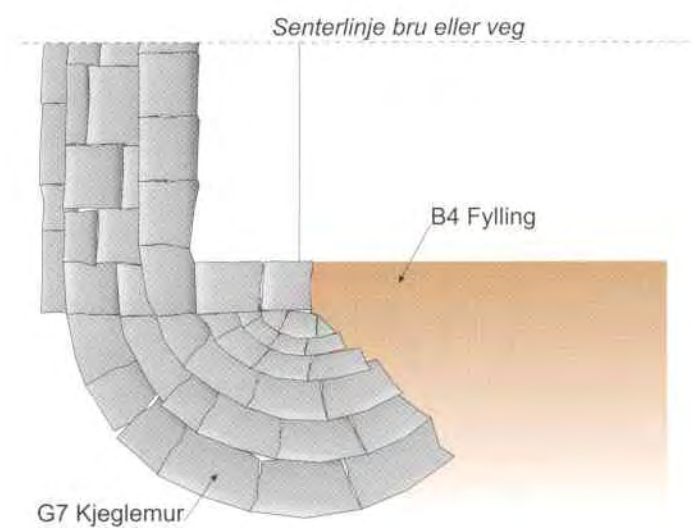


Figur 2.3-14 Elementer i støttemur

## Kjeglemur



Oppriss



Plan

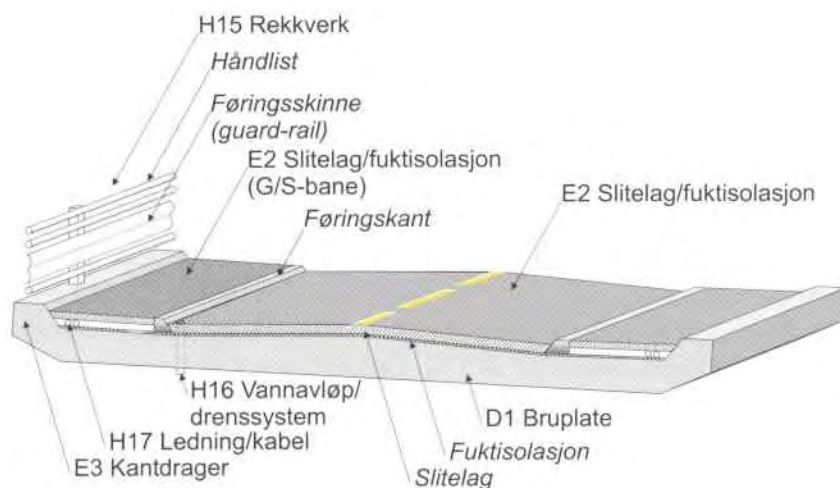
Figur 2.3-15 Kjeglemurelement



### 2.3.3 Brudekke og utstyrselementer

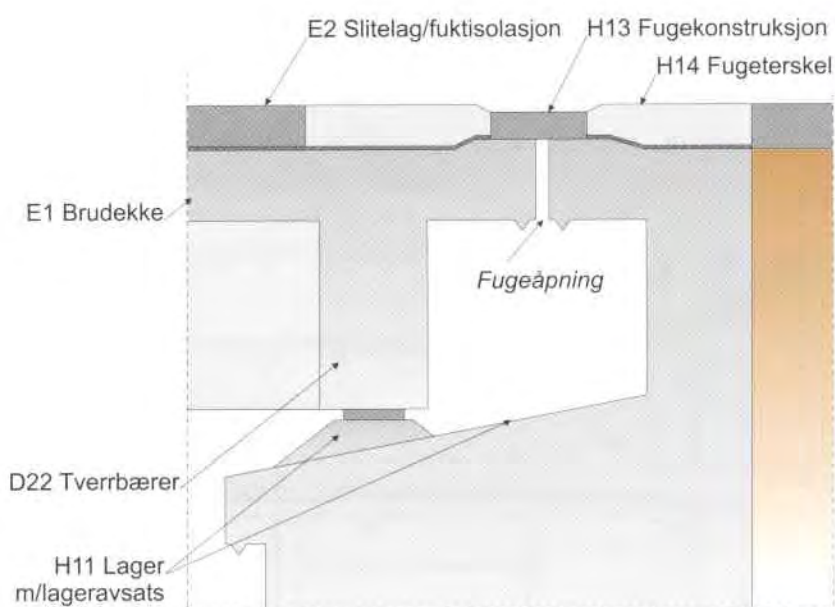
Elementer som inngår i brudekke, slitelag og utstyr på bruer er vist i Figur 2.3-16 og Figur 2.3-17.

Brudekke



Figur 2.3-16 Elementer i tilknytning til brudekke

Fuger



Figur 2.3-17 Elementer ved fuger

## 2.4 Lokaliseringssystem

### 2.4.1 Generelt

#### Lokaliseringssystem

Det er viktig at alle benytter samme måte for å beskrive hvor en skade befinner seg på ei bru og hvor oppmålinger og materialundersøkelser er utført. For alle bruer skal det derfor etableres et lokaliseringssystem som gjør dette mulig.

I det etterfølgende er det vist hvordan et slikt system skal bygges opp med akser, nummerering av bjelker og utbretting av søyler, overbygning etc.

Dersom det ved tidligere undersøkelser er etablert et slikt system for brua, skal dette videreføres eller integreres i det nye systemet.

### 2.4.2 Akseinndeling generelt

#### Akseinndeling

Alle bruer skal deles inn i akser for hvert landkar og hver pilar. Akseinndelingen skal legges inn BRUTUS og vil da komme ut på inspeksjonsskjemaene.

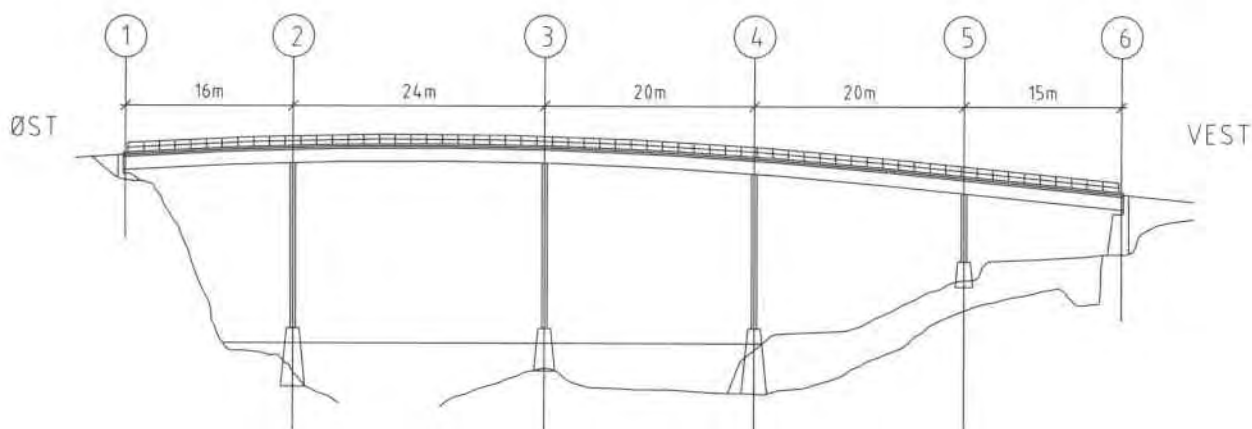
Hovedregelen er at akseinndelingen som er benyttet på konstruksjonstegninger eller ferdigbrutegningen skal benyttes.

#### Aksenummerering

Dersom det ikke er lagt inn akser på disse tegningene, skal akse 1 (evt. akse 0) være ved landkar med laveste kilometer i forhold til kilometreringsretningen på veien. På tegninger av brua skal akse 1 være til venstre. Som referanse skal det brukes betegnelser som pilar akse 2, overbygning akse 2-3 osv.

#### Akseretning

Ved landkarene benyttes himmelretning og/eller nærmeste tettsted for å fastlegge akseretningen entydig. Akseinndelingen kan med fordel merkes med f. eks. merkespray på større bruer. Dette må imidlertid gjøres med forsiktighet slik at det ikke blir skjemmende.



Figur 2.4-1 Eksempel på aksenummerering.

### 2.4.3 Akseinndeling store/spesielle bruer

For buebru, fagverksbru, hengebru og skråstagbru kan det ofte være behov for å foreta en finere inndeling av hovedspennet enn det akseinndelingen gir. Denne inndelingen bør benyttes ved lokalisering av skader og undersøkelser, men vil bare kunne legges inn i BRUTUS som klartekst.

#### Buebru

Buebru kan ha buesøyler og/eller hengestenger som overfører lastene til buene. Nummereringen anbefales utført som vist i Figur 2.4-2.

#### Fagverksbru

For knutepunktene i fagverk bør nummersystemet på originaltegningene brukes der disse er tilgjengelige. Hvis ikke kan systemet vist i Figur 2.4-3 benyttes.

#### Hengebru

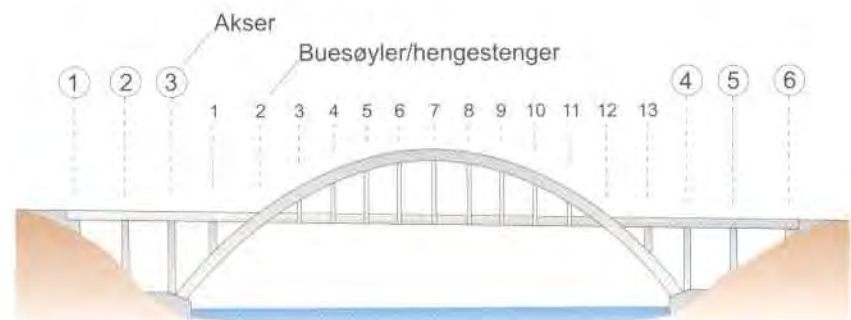
Hengebru bør på samme måte som buebru ha en inndeling av hengestenger i tillegg til aksene. Det anbefales at denne utføres som vist på Figur 2.4-4. Nummerering av kabelbunter kan gjøres som vist i Figur 2.4-5.

#### Skråstagbru

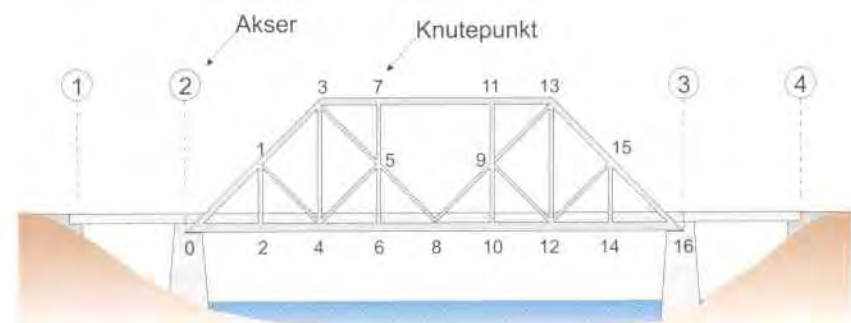
På skråstagbru kan det også være aktuelt med en nummerering av kablens innfestingspunkter i overbygningen. Eksempel på dette er vist i Figur 2.4-6.

#### Bærevegger

For alle disse bruene kan bæreveggene angis enten som høyre / venstre i forhold til akseretningen, oppstrøms / nedstrøms eller med himmelretninger.



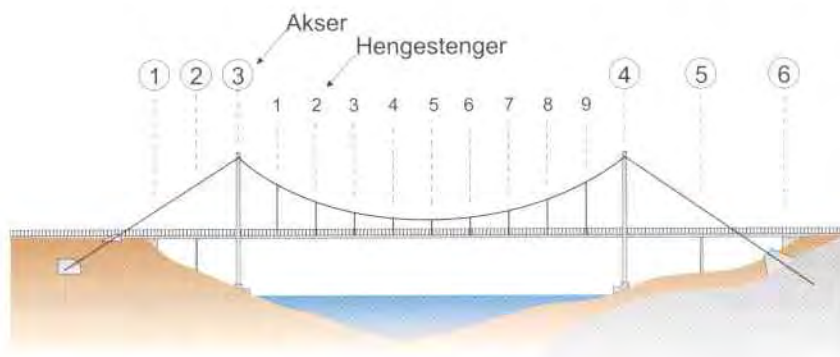
Figur 2.4-2 Akseinndeling buebru



Figur 2.4-3 Akse-/knutepunktinndeling fagverk



## Hengebru



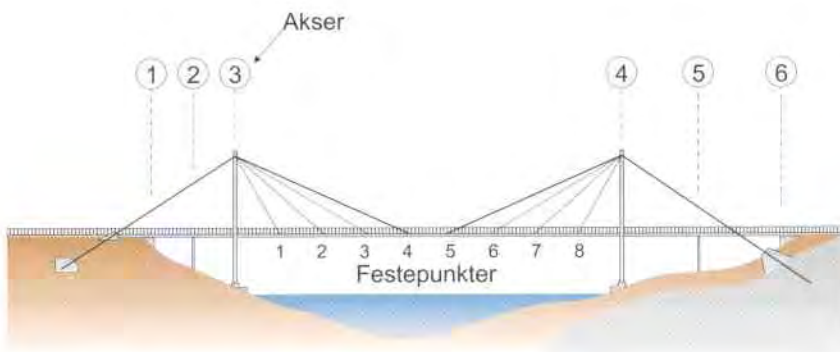
Figur 2.4-4 Akse-/hengestanginndeling hengebru

## Kabelbunt



Figur 2.4-5 Nummerering av kabelbunt på hengebru

## Skråstagbru



Figur 2.4-6 Akseinndeling skråstagbru

## Tverrsnitt

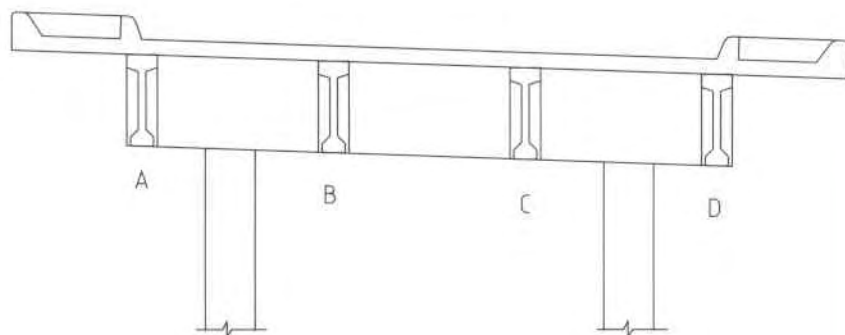
### 2.4.4 Tverrsnitt – bjelkenummerering

Alle tverrsnitt skal tegnes slik at en ser i stigende akseretning. Angivelse av hvor tverrsnittet er plassert kan f.eks. være akse 3 + 5 m, se Figur 2.4-7.

Venstre side eller høyre side kan benyttes for å angi entydig lokalisering i et tverrsnitt. Alternativt kan oppstrøms/nedstrøms eller himmelretninger benyttes.

Ved bjelketverrsnitt angis bjelkene med bokstaver, alternativt tall, fra venstre mot høyre.

## Bjelkenummerering



TVERRSNITT VED AKSE 3 + 5 m

Figur 2.4-7 Eksempel på bjelketverrsnitt.

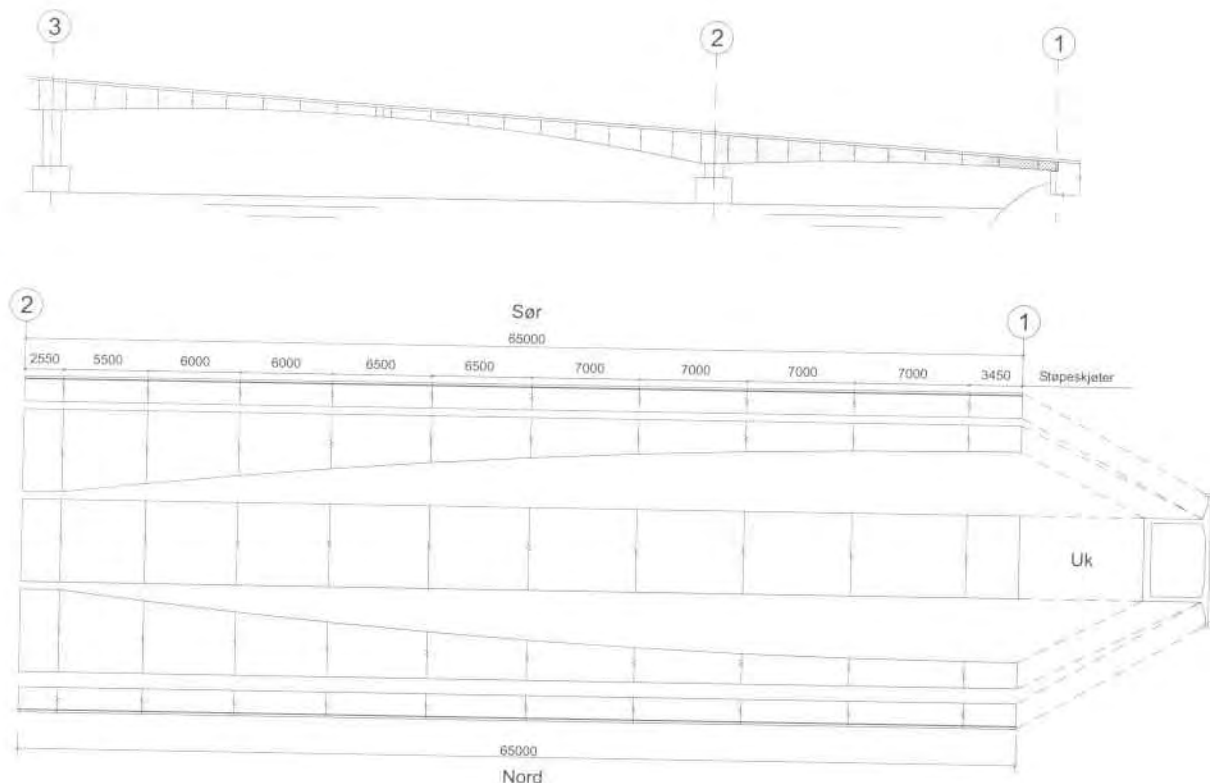
## Utbretting, overbygning

### 2.4.5 Utbretting av overbygning

I noen tilfeller kan det være aktuelt å brette ut overbygningens underside for å tegne inn hvor skader og prøver er lokalisert. Eksempel på utbretting av ei bjelkebru er vist i Figur 2.4-8 og ei kassebru i Figur 2.4-9.



Figur 2.4-8 Eksempel på utbretting av bjelkebru

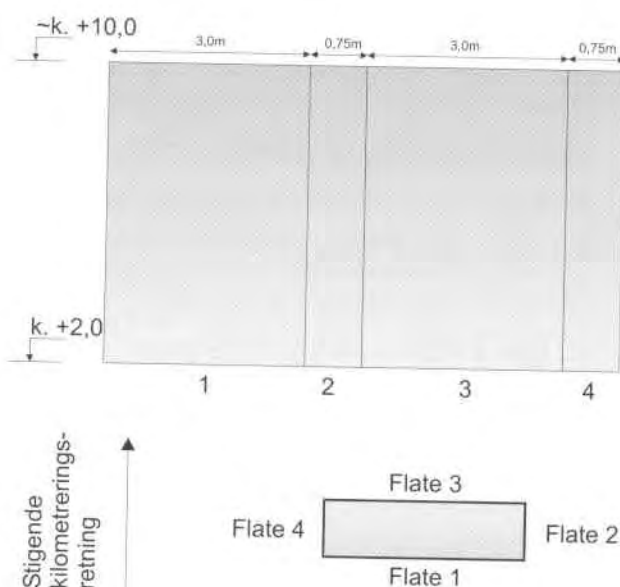


Figur 2.4-9 Eksempel på utbretting av kassebru

### 2.4.6 Utbretting av søyler og fundamenter

For rektangulære søyler skal sideflate 1 være **mot laveste** akse- nummer. De øvrige flater nummereres **mot** urviseren. Utbrettingen skal være slik at man ser inn på hver flate og slik at sider med felles hjørner naturlig henger sammen. Søylene åpnes i hjørnet mellom sideflate 1 og 4 slik at sideflatene på en utbrettet søyle tegnes i stigende rekkefølge fra venstre mot høyre. Se Figur 2.4-10.

Utbretting  
rektangulær søyle

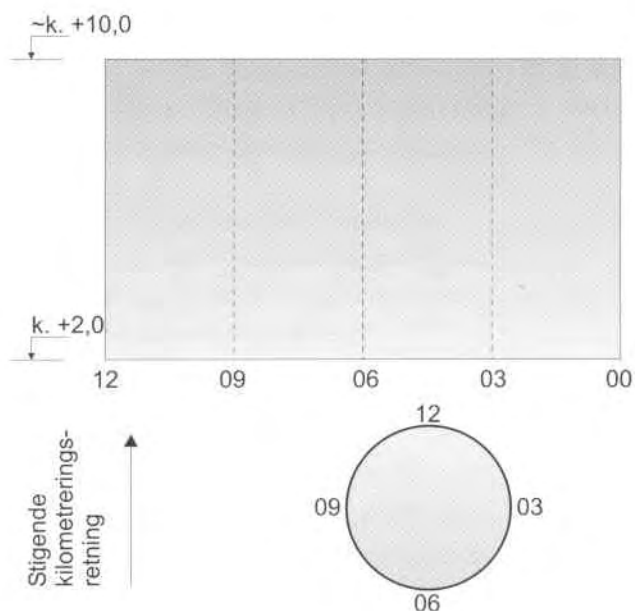


Figur 2.4-10 Eksempel på sidenummerering og utbretting av en rektangulær søyle.



Sirkulære søyler deles inn etter klokka som vist i Figur 2.4-11. Utbrettingen skjer ved at søylen «åpnes» klokka 12 og brettes til begge sider. Den utbrettede søylen starter med kl. 12 til venstre og slutter med kl. 00 til høyre.

### Utbretting sirkulær søyle



Figur 2.4-11 Eksempel på utbretting av sirkulær søyle.

# 3. Planlegging av inspeksjoner

Planlegging av inspeksjoner omfatter alle arbeidsoppgaver fra å bestemme hvilke bruer som skal inspiseres og fram til gjennomføring av inspeksjonene. Det er forutsatt at de fleste av disse arbeidsoppgavene skal utføres ved hjelp av BRUTUS.

I planleggingsarbeidet inngår dermed:

## Planleggingsoppgaver

- Innlegging av inspeksjonsplaner
- Bearbeiding av inspeksjonsprogram
- Utskriving av inspeksjonsskjemaer
- Valg av inspeksjonsutstyr
- Valg av tilkomstutstyr
- Planlegging av arbeidsvarsling
- Ivaretagelse av HMS-krav.

Eksempler på inspeksjons- og tilkomstutstyr er beskrevet i kapittel 4. De øvrige punktene er nærmere behandlet i dette kapitlet.

Det vises også til kapittel 6 Gjennomføring av inspeksjoner og kapittel 7 Oppmålinger, materialundersøkelser og instrumentering.

Det er mest hensiktsmessig å utføre inspeksjonene i sommerhalvåret. Da er vær, lys, temperatur og tilgjengeligheten til bruene gunstig.

Ved hovedinspeksjoner under vann bør inspeksjonstidspunktet velges slik at det er gunstig vannføring, vannstand, sikt, strøm- og vindforhold. Om sommeren vil det ofte være grønnalger i sjøen og dårlig sikt.

## 3.1 Inspeksjonsplan

Alle bruer skal ha en inspeksjonsplan i BRUTUS.

Av inspeksjonsplanen skal følgende fremgå:

## Inspeksjonsplan

- Hvilke inspeksjonstyper som skal utføres
- Når de ulike inspeksjonene skal utføres, dvs. tidspunkt og intervaller
- Hvilke elementer som skal inspiseres ved de forskjellige inspeksjonene
- Hvilke oppmålinger, materialundersøkelser og avlesninger av instrumentering som eventuelt skal utføres samt omfang og tidspunkt for disse
- Om det er skader/punkter som må holdes under spesielt oppsyn
- Hva slags tilkomstutstyr som trengs for å utføre de ulike inspeksjonstypene.

Eksempel på hvordan en inspeksjonsplan utarbeides er vist i Statens vegvesen håndbok 203: «BRUTUS - Rutinehåndbok».

#### Nye bru

For nye bru skal inspeksjonsplanen starte med ferdigbefaring. Praksis tilsier imidlertid at i de fleste tilfellene vil den første inspeksjonsplanen bli utarbeidet etter overleveringen og da på grunnlag av rapport fra ferdigbefaringen. Ferdigbefaring skal likevel legges inn i inspeksjonsplanen og resultatene fra befaringen registreres.

#### Eksisterende bru

For eksisterende bru skal hovedinspeksjoner danne grunnlag for å utarbeide inspeksjonsplaner dersom disse ikke eksisterer og eventuelt for å supplere eller justere disse.

#### Større/spesielle bru

Ved bygging av større bru og spesielle bru som bevegelige bru, hengebru, flytebru etc. lages det ofte detaljerte inspeksjonsplaner som inngår i bruas totale forvaltning, drift og vedlikeholdsdokumentasjon (FDV-dokumentasjon), det vises til Statens vegvesen håndbok 129: «Definisjoner og dokumentasjon av bru». Dersom det finnes slike detaljerte planer skal det fremgå av inspeksjonsplanen i BRUTUS.

Kontroll/service av elektrisk, maskinelt og hydraulisk utstyr på f. eks. bevegelige bru er regnet som driftstiltak og inngår i vedlikeholdsplanen for brua.

## 3.2 Inspeksjonsprogram

#### Inspeksjonsprogram

Et inspeksjonsprogram er en liste over alle inspeksjoner og tilhørende oppmålinger og materialundersøkelser som skal utføres et bestemt år. Bruvedlikeholdsansvarlig skal bruke inspeksjonsprogrammet til å planlegge årets inspeksjoner.

#### Delprogrammer

På grunnlag av inspeksjonsplanene vil BRUTUS hvert år lage et forslag til inspeksjonsprogram. Her vil det også bli tatt med bru hvor tidligere inspeksjoner ikke er utført i henhold til inspeksjonsplanen.

Inspeksjonsprogrammet kan deles opp i flere delprogrammer slik at bruene kan grupperes etter f.eks. hva slags inspeksjonstype som skal utføres, beliggenhet, nødvendig tilkomstutstyr etc. Det vises til Statens vegvesen håndbok 203: «BRUTUS - Rutinehåndbok».

## 3.3 Skjemaer fra BRUTUS

#### Inspeksjonsskjemaer

På grunnlag av inspeksjonsprogrammet kan det skrives ut inspeksjonsskjemaer for de bruene som skal inspiseres fra BRUTUS tilknyttet den aktuelle inspeksjonstypen.



Ved utskrift av inspeksjonsskjemaene kan en velge om en vil ha med inspeksjonsdata fra en tidligere inspeksjon eller ikke og hvilke inspeksjonstype som skal legges til grunn.

Skjemaer og eksempler på utfylling finnes i Statens vegvesen håndbok 203: «BRUTUS - Rutinehåndbok».

## 3.4 Arbeidsvarsling

All arbeidsvarsling i forbindelse med inspeksjon er skal utføres i samsvar med siste utgave av Statens vegvesens håndbok 051 «Arbeidsvarsling».

### Varslingsplan/skiltvedtak

Dette betyr at det skal foreligge godkjent varslingsplan og være truffet nødvendig skiltvedtak. Det skal også være utpekt ansvarshavende for gjennomføringen av varslingsplanen.

Bruinspeksjon vil i de aller fleste tilfellene være å betrakte som bevegelige og/eller kortvarige arbeider. Når det utarbeides varslingsplan for denne typer arbeider er det viktig at det ikke kreves mer enn det som er praktisk mulig å gjennomføre, samtidig som en oppnår en akseptabel sikkerhet. For bevegelige og kortvarige arbeider gis det mulighet til å utarbeide standardplaner som er tilpasset den aktuelle arbeidsoperasjon og vegstrekning.

### Opplæring

Alle som utfører bruinspeksjon skal gis opplæring om arbeidsvarsling i henhold til håndbok 051. For arbeider ved/over jernbane vises det til kapittel 3.5.

### Inspeksjonstidspunkt

Det er et hovedprinsipp at bruinspeksjoner skal søkes gjennomført slik at trafikken ikke i urimelig grad blir forsinket. På sterkt trafikkerte bruer bør derfor tidspunktet på døgnet (og eventuelt året) velges slik at trafikken berøres minst mulig.

På ett-spors bruer bør inspeksjoner som krever stengning av brua ikke utføres i de mest trafikkerte tidsrommene. I slike tilfeller må arbeidet varsles til politi, brannvesen og ambulansetjeneste slik at utrykningskjøretøyer ikke hindres unødvendig. I spesielle tilfeller må en også ta rimelig hensyn til ferjeruter.

### Personlig verneutstyr

Alle som arbeider på offentlig veg som er åpen for alminnelig ferdsel skal benytte arbeidstøy som er godkjent i henhold til håndbok 051 og Arbeidstilsynets forskrift: «Bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen.», bestillingsnr. 524.

## 3.5 HMS

Generelt er arbeidet med å sikre helse, miljø og sikkerhet på arbeidsplassene lovhjemlet i Arbeidsmiljøloven, spesielt § 11

Giftige og andre helsefarlige stoffer, § 12 Tilrettelegging av arbeidet, § 14 Arbeidsgivers plikter og § 16 Arbeidstakers plikter.

«Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)» av 1. januar 1997 pålegger arbeidsgivere å utarbeide egne HMS-rutiner.

### HMS-policy i Statens vegvesen

Statens vegvesen har en egen HMS-policy: «Statens vegvesen har som arbeidsgiver og byggherre det mål, at all virksomhet i etaten skal gjennomføres uten at mennesker og miljø påføres skade.»

HMS inngår i følgende interne dokumenter i Statens vegvesen:

- Håndbok 144 Kvalitetshåndbok for Statens vegvesen (nivå A)
- Håndbok 214 Helse, miljø og sikkerhet (HMS)
- HMS-håndbok for det enkelte vegkontor og Vegdirektoratet (nivå C).

### Arbeidsgiverens plikter

I følge arbeidsmiljøloven § 14 skal arbeidsgiveren sørge for at virksomheten er innrettet og vedlikeholdt og at arbeidet blir planlagt, organisert og utført i samsvar med bestemmelsene gitt i arbeidsmiljøloven §§ 7-13.

### Arbeidstakerens plikter

Inspeksjon av bruer er et selvstendig arbeid der inspektøren i stor grad er pålagt å ivareta sin egen sikkerhet. I arbeidsmiljøloven § 16 om arbeidstakers plikter står det bl.a.:

«Arbeidstakerne skal utføre arbeidet i samsvar med påbud og instruksjoner fra overordnet eller fra Arbeidstilsynet. De skal bruke påbudt verneutstyr, vise aktsomhet og ellers medvirke til å hindre ulykker og helseskader.»

«En arbeidstaker som anser at arbeidet ikke kan fortsette uten å medføre fare for liv eller helse, skal avbryte sitt arbeid.»

En arbeidstaker som anser at arbeidet medfører fare for liv og helse skal varsle verneombudet og plikter å avbryte arbeidet etter råd med denne. Deretter må han straks varsle sin nærmeste overordnede.

### Personlig verneutstyr

Personlig verneutstyr skal brukes når tilfredsstillende vern av arbeidstakerens sikkerhet, helse og velferd ikke kan oppnås ved tekniske installasjoner på arbeidsplassen eller ved endringer av arbeidsmetoder eller arbeidsprosesser. Det vises til Statens vegvesens håndbok 051 «Arbeidsvarsling», pkt. 4.6 Personlig verneutstyr og Arbeidstilsynets forskrift: «Bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen.», bestillingsnr. 524. I kapittel 4.1.1 er det listet opp aktuelt personlig verneutstyr i forbindelse med bruinspeksjon.

Arbeidsgiver plikter å stille godkjent CE-merket utstyr til rådighet for arbeidstakerne. Arbeidsgiver plikter også å etablere rutiner for oppbevaring, kontroll og vedlikehold av personlig verneutstyr.



<b>Sikkerhetsopplæring</b>	<p>Riktig bruk og behandling av det personlige verneutstyret minsker faren for svekkelser av utstyrets verneeffekt og dermed skader på liv og helse hos arbeidstaker.</p> <p>For at arbeidstaker skal få best mulig kunnskap om bruk av personlig verneutstyr og de farer slikt utstyr skal verne mot, skal arbeidsgiver sørge for at arbeidstaker gis en grundig opplæring og informasjon om utstyrets ulike funksjonelle og vernemessige funksjoner før utstyret tas i bruk, jf Forskrift «Bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen», § 10.</p>
<b>Førstehjelpsutstyr</b>	<p>Enkelt førstehjelpsutstyr bør være med på alle inspeksjoner. De som er med på inspeksjoner bør vite hva dette utstyret består av og hvordan det brukes.</p>
<b>Beredskapsplan</b>	<p>Ved arbeidsoppgaver som kan medføre fare for arbeidstakerens liv og helse skal arbeidsgiver utarbeide planer for hva som skal gjøres dersom det inntreffer ulykker og hvordan omfanget av ulykker evt. kan reduseres.</p>
<b>Ansvarsavklaring</b>	<p>Det er viktig at det avklares hvem det er som er ansvarlig for de arbeidene som skal utføres. Dette er spesielt viktig når det utføres arbeid over fylkesgrensene. I slike tilfeller må det inngås avtaler mellom vegkontorene som er berørt, slik at det i ettertid ikke kan reises tvil om ansvaret.</p>
<b>Risikovurdering</b>	<p>Arbeidsgivere skal vurdere om det foreligger fare for arbeidstakernes liv og helse for arbeidsaktiviteter som utføres eller planlegges utført, jf Forskrift «Bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen», § 8. I forbindelse med inspeksjon av bruer kan dette være arbeid i/ved:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trafikkert veg</li> <li>• Stiger og stillas</li> <li>• Lifter</li> <li>• Elektriske ledninger</li> <li>• Jernbane</li> <li>• Høyden</li> <li>• Over vann</li> <li>• Dykking</li> <li>• Bevegelige bruer.</li> </ul> <p>For slike arbeidsoppgaver skal det utferdiges egne arbeidsinstrukser om hvordan arbeidet skal utføres og hvilke sikkerhetsforanstaltninger som skal iakttas, jf arbeidsmiljøloven § 12 pkt. 4b. I det etterfølgende er dette utdypet nærmere.</p>
<b>Trafikkert veg</b>	<p>Ved inspeksjon på trafikkert veg skal det benyttes relevant personlig verneutstyr og arbeidsvarsling skal utføres i samsvar med Statens vegvesen håndbok 051: Arbeidsvarsling. Det vises også til kapittel 3.4 Arbeidsvarsling.</p>



## Stiger og stillas

For bruk av stiger, stillaser og permanente malervogner vises det til følgende forskrifter til arbeidsmiljøloven:

- «Stillaser, stiger og arbeid på tak m.m.», bestillingsnr. 500
- «Hengestillas.», bestillingsnr. 500c
- «Stiger, arbeidsbukker, rullestillas.», bestillingsnr. 500d.

## Brulift

Utstyr beregnet for personløft kommer inn under de generelle bestemmelsene i arbeidsmiljøloven § 9.1.

Utforming og bruk av brulifter skal være i henhold til Arbeidstilsynets forskrift «Maskiner», bestillingsnr. 522 og Arbeidstilsynets forskrift «Bruk av arbeidsutstyr», bestillingsnr. 555.

Kontrollbok og sertifikat skal følge bruliften og på forlangende forevises den som skal utføre inspeksjonen.

Dersom kurv/plattform har rekkverk med høyde mindre enn 1,10 m må personer som befinner seg i/på disse fallsikres spesielt.

## Elektriske ledninger

Det henvises det til Norges Energiverkforbunds Publikasjon nr. 286-1992 «Anleggsmaskiner og luftledninger.». Publikasjonen inneholder informasjon om faremomenter og forholdsregler ved bruk av anleggsmaskiner og annet utstyr i nærheten av luftledninger og annet elektrisk anlegg. Det er viktig å merke seg at ledningseier skal kontaktes når arbeid med kran o.l. skal foregå nærmere enn 30 meter fra en høyspenningslinje og at den frie avstanden mellom kran og lavspenningslinjer skal være minst 2,5 m.

## Inspeksjon ved/over jernbane

Ved inspeksjon av bru over eller i nærheten av Jernbaneverkets (JBV) linjer skal JBV varsles og arbeidet skal utføres i samsvar med JBVs «Instruks for eksternt personale som arbeider i og nær trafikkert jernbanespor». Tilsvarende gjelder også ved inspeksjon nær andre typer baner enn de som eies av JBV.

Alle som arbeider ved linjen skal kvittere for at de kjenner denne instruksjonen.

Alle JBVs elektrisk drevne banestrekninger er utstyrt med kontaktledning for høyspenning (15.000 V) vekselstrøm. I tillegg er skinnene strømførende.

Faren ved å arbeide nær JBVs jernbanelinjer skal ikke undervurderes og det er viktig å merke seg følgende hovedpunkter i forskriftene:

- Ved bruk av flyttbare eller faste byggekraner nærmere enn 30 m fra kontaktledningsanlegg skal JBV kontaktes.
- Dersom kranen eller lasten kan komme nærmere spenningsførende deler enn 6 m må spesielle sikringstiltak iverksettes.

## Inspeksjon i høyden

Når det ved inspeksjon i høyden er fare for fall, skal det benyttes fallsikringsutstyr. Fallsikringsutstyr er personlig verneutstyr og bruk reguleres av forskriften «Bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen». Inspektøren skal ikke falle ned selv om han mister fotfeste/håndgrepet. Personlige grenser for høyder skal respekteres, både av arbeidsgiver og arbeidstaker. Inspeksjon i høyden skal unngås ved sterk vind, kraftig snøfall eller andre værforhold som medfører økt risiko for fall.

## Inspeksjon over vann

Ved inspeksjon ved eller over vann hvor det er risiko for å falle i vannet, skal det benyttes redningsvest. Ved inspeksjon fra båt skal denne være sertifisert og brukes i henhold til sertifikatet. Det skal brukes redningsvest og det bør finnes båtshake og livbøye i båten.

## Dykking

Dykking er krevende og risikofyllt. Det må derfor benyttes sertifiserte dykkere. Arbeidstilsynet stiller strenge krav til dykkere og dykkernes arbeidsgivere og oppdragsgivere. Det vises til følgende:

- Forskrifter til arbeidsmiljøloven: «Dykking.», bestillingsnr. 511
- Arbeidstilsynet: «Sikrere dykking.», bestillingsnr. 467.



Figur 3.5-1 Dykking

Forskriftene stiller krav om at et dykkerlag skal bestå av:

- 1) Dykker
- 2) Dykkerassistent
- 3) Reservedykker
- 4) Evt. dykkerleder (når 2 eller flere dykkere dykker samtidig).



Forskriftene stiller bl.a. krav til at dykker og dykkerassistent skal ha:

- Godkjent dykkersertifikat
- Arbeidstilsynets attest for helsemessig godkjennelse
- Inspeksjonsbok med verifisering av at årlig utstyrskontroll er utført
- Loggbok for hvert enkelt dykk.

**Inspeksjon på bevegelige  
bruer**

Skilt med teksten «Inspeksjon pågår. Manøvrering av brua får bare utføres etter tillatelse fra inspektøren.» skal plasseres godt synlig på kontrollpanelet. Det er viktig at det er kontakt mellom inspektør og operatør av brua ved funksjonsprøving. Inspektøren må i slike tilfeller påse at han ikke oppholder seg i soner hvor han kan komme i klem.

**Inspeksjon innvendig i bruer**

Ved inspeksjon innvendig i f.eks. kassebruer, må dette utføres slik at det ikke er fare for at inspektørene kan bli innelåst av uvedkommende.

**Antall inspektører**

Generelt bør det være to inspektører som sammen utfører hovedinspeksjon og spesialinspeksjon. Ved bruk av fallsikringsutstyr skal det være to inspektører og begge skal kunne utføre kameratredning. Ved enkel inspeksjon vil det normalt være tilstrekkelig med en inspektør. Inspektøren skal da ha mobiltelefon med seg. Dersom inspektøren skal inn i brukasser eller oppholde seg i andre områder hvor det ikke kan påregnes god kontakt med mobiltelefon skal det være to inspektører.

Ved inspeksjon i høyden hvor det er fare for fall og inspeksjon over/nær vann skal det i tillegg til inspektøren være en person med mobiltelefon til stede.



# 4. Inspeksjons- og tilkomstutstyr

Inspektøren må alltid ha med seg spesielle hjelpemidler og utstyr når bru er inspisert. Hvilke type hjelpemidler og utstyr som er nødvendig vil imidlertid avhenge av hva slags bru som skal inspisert og inspeksjonstypen. Inspektøren trenger også personlig utstyr. Nedenfor er det laget lister over aktuelle hjelpemidler og utstyr. Disse kan brukes som huskelister, men inspektøren må selv avgjøre hva slags utstyr som er nødvendig i hvert enkelt tilfelle.

## 4.1 Inspeksjonsutstyr

### 4.1.1 Personlig utstyr/verneutstyr

Det anbefales at inspektøren utstyres med følgende personlig utstyr:

#### Personlig utstyr

- Kjeledress
- Varmedress
- Regntøy
- Arbeidshansker
- Gummistøvler/vadere
- Redningsvest.



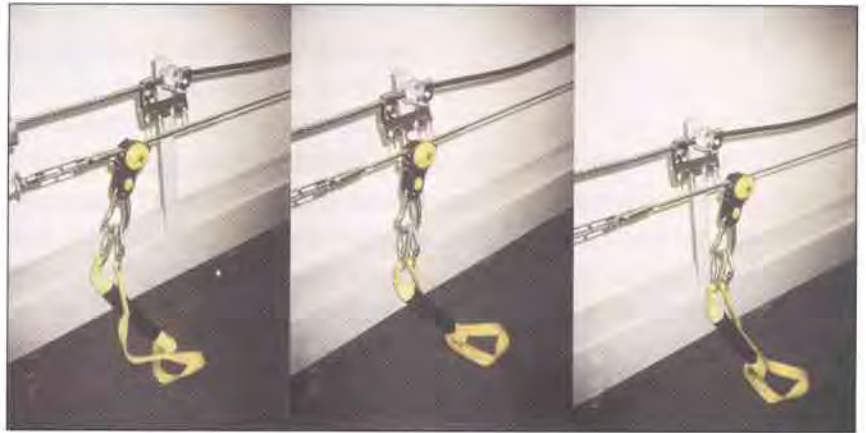
Figur 4.1-1 Personlig utstyr

I tillegg bør inspektøren disponere følgende personlig verneutstyr:

#### Personlig verneutstyr

- Hjelm
- Refleksvest
- Vernesko
- Vernebriller
- Hørselvern.

Når det ved inspeksjon i høyden er fare for fall, skal inspektøren bruke fallsikringsutstyr. I Figur 4.1-2 er det vist eksempel på fallsikringsutstyr som kan passere en stolpe uten at det må løsnes. Dette kan f.eks. være aktuelt for sikringskabel på hengebru.



Figur 4.1-2 Fallsikringsutstyr

For at inspektøren til enhver tid er tilstrekkelig sikret skal alt personlig utstyr og personlig verneutstyr være for hånden når et større antall bruer skal inspiseres. For øvrig tilpasses bruken til hver enkelt bru og formålet med inspeksjonen. Det vises forøvrig til kapittel 3.5 HMS.

### 4.1.2 Generelt inspeksjonsutstyr

En del hjelpemidler som det kan være greit å ha for hånden ved inspeksjoner er listet opp nedenfor.

#### Hjelpemidler

- Inspeksjonsskjema, evt. med resultat fra forrige inspeksjon
- Ferdigbrutegning
- Andre relevante tegninger
- Kart/lister med kilometrering
- Skrivesaker som tåler en støyt
- Skriveunderlag
- Felthåndbok
- Inspeksjonshåndbok
- Mobiltelefon.



Figur 4.1-3 Hjelpemidler ved bruinspeksjon

### 4.1.3 Utstyr ved enkel inspeksjon

Følgende utstyr kan være nødvendig for å utføre enkel inspeksjon tilfredsstillende og bør ved inspeksjon av et større antall bruer være tilgjengelig.

#### Utstyr enkel inspeksjon

- Lommelykt
- Kamera med blitz og datobakstykke
- Kikkert
- Kompass
- Tommestokk
- Målebånd
- Kniv
- Tung hammer
- Meisel
- Kritt
- Merkespray (Brukes med forsiktighet).



Figur 4.1-4 Utstyr ved enkel inspeksjon

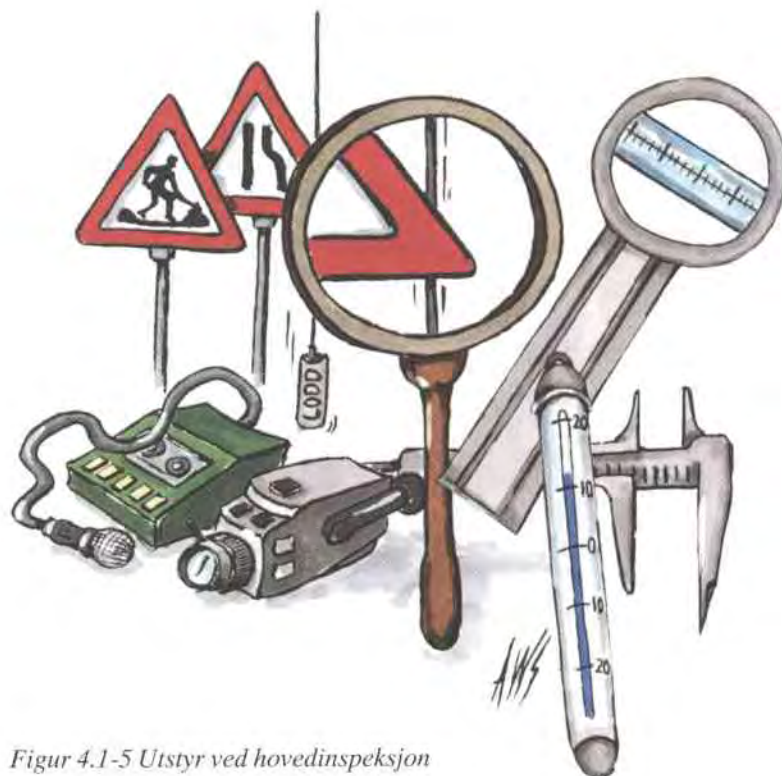
### 4.1.4 Utstyr ved hovedinspeksjon

For å kunne utføre hovedinspeksjon på en tilfredsstillende måte bør inspektøren i tillegg til det som er angitt for enkel inspeksjon ha med seg utstyret som er listet opp nedenfor.

#### Utstyr hovedinspeksjon

- Utstyr for arbeidsvarsling
- Diktafon
- Videokamera
- Lodd og loddenor
- Termometer
- Lupe
- Rissviddemåler
- Skyvelær.





Figur 4.1-5 Utstyr ved hovedinspeksjon

Ved hovedinspeksjon er det vanlig at det utføres enkelte oppmålinger og materialundersøkelser spesielt på betong. For de vanligste av disse undersøkelsene vil følgende utstyr være nødvendig:

#### Oppmåling

- Lite vater
- Nivelleringsutstyr
- Rettholt
- Målekile.

#### Materialundersøkelser betong

- Slaghammer (Prellhammer)
- Overdekningsmåler
- Fenolftaleinløsning
- Stålbørste
- Meiselmaskin
- Slagdrill, strøm- eller batteridrevet
- Plastposer til betongstøv
- Tusj til merking av prøver
- Strømaggregat
- Ferdigblandet tørrmørtel og/eller fugemasse
- Utstyr til blanding av mørtel
- Vann.

#### 4.1.5 Utstyr ved spesialinspeksjon

Ved spesialinspeksjon kan det, i tillegg til utstyr beskrevet for hovedinspeksjon, være behov for spesialutstyr for å foreta materialundersøkelser for å fastslå skademekanismer og skadeomfang.

## Spesialutstyr

Slikt utstyr kan være:

- EKP-måleutstyr
- Utstyr for kontroll av overflatebehandling (måling av tykkelse, heft etc.)
- Kjerneboringsutstyr
- Magnetpulverutstyr
- Ultralydutstyr
- Røntgenutstyr.

Bruk av dette utstyret krever ofte spesialkompetanse slik at spesialfirmaer eller kontrollinstanser må kontaktes. Se kapittel 7. Oppmålinger og materialundersøkelser.

### 4.1.6 Utstyr ved hovedinspeksjon under vann

Krav til dykkerutstyr er gitt i Arbeidstilsynet Forskrift nr. 511 «Dykking». Det vises også til kapittel 3.5 HMS.

Aktuelt utstyr ved hovedinspeksjon under vann er:

## Undervannsutstyr

- Undervannskamera
- Videoutstyr
- Stikkstenger inndelt i 10 cm felt
- 50 m målebånd, nylon
- Tommestokk
- Nivelleringsutstyr
- Tung hammer
- Meisel.



Figur 4.1-6 Utstyr hovedinspeksjon under vann

Utstyr for fjerning av forskaling

Gjenstående forskaling, marin begroing eller andre ting som hindrer inspeksjonen under vann kan kreve følgende ekstrautstyr:

- Bil med heisekran eller vinsj
- Hydraulisk verktøy
- Hydraulisk aggregat
- Høytrykksspileutstyr
- Barkespade
- Spett
- Brekkjern
- Øks.

#### 4.1.7 Utstyr ved hovedinspeksjon av kabler

Ved hovedinspeksjon av kabler vil det i de aller fleste tilfellene være tilstrekkelig med samme utstyr som ved vanlig hovedinspeksjon, det vises til kapittel 4.1.4.

## 4.2 Tilkomsutstyr

Hva slags tilkomstutstyr som velges ved en inspeksjon vil avhenge av inspeksjonstype, brutype, trafikkavvikling og totaløkonomi. Vedrørende sikkerhet og krav fra arbeidstilsynet, vises det til kapittel 3.5 HMS.

Tilkomsutstyr, enkel inspeksjon

#### 4.2.1 Enkel inspeksjon

Ved enkel inspeksjon forutsettes det ikke bruk av tilkomstutstyr som brulift, stillas osv., men noe enkelt utstyr kan være aktuelt for å få foretatt en visuell kontroll av viktige elementer:

- Nøkler til avlåste rom/porter
- Undervannskikkert
- Nødvendig tilkomstutstyr for oppfølging av spesielle bruelementer/deler av bruelementer.

Tilkomsutstyr, øvrige inspeksjoner

#### 4.2.2 Øvrige inspeksjoner

Ved ferdigbefaring, reklamasjonsbesiktigelse, hovedinspeksjon og spesialinspeksjon forutsettes det at inspektøren kan komme på armlengdes avstand til de fleste elementene på brua. Dette krever i mange tilfeller bruk av spesielt tilkomstutstyr som:

- Stige
- Vanlig lift
- Brulift
- Båt/flåte
- Hengestillas/skyclimber
- Klatreutstyr (aktivt fallsikringsutstyr).





Figur 4.2-1 Inspeksjon med stige

De stedlige forholdene kan være avgjørende for valg av tilkomstststyr. I de fleste tilfellene vil en brulift være det mest rasjonelle. Dersom det er stor trafikk på brua eller den er smal, kan en brulift skape problemer for trafikkavviklingen. Inspeksjonen kan da utføres fra båt/flåte eller lift fra terrenget/veger under brua der dette er mulig. Hengestillas og skyclimber er også en mulighet i spesielle tilfeller.

Flere typer tilkomstststyr kan kombineres, f.eks. ved å bruke en lift som settes på en flåte.

Elektriske ledninger nær brua og jernbane under brua kan også virke inn på **valg** av tilkomstststyr og har konsekvens for **bruk** av tilkomststyret.

Vinterstid kan inspeksjoner utføres fra isen, men dette betinger at en på forhånd har forsikret seg om at isen er sikker.

I de etterfølgende kapitlene er det vist eksempler på forskjellig tilkomstststyr.

### 4.2.3 Stige

På mindre bruer og bruer med lav høyde vil det i mange tilfeller være tilstrekkelig med en stige for komme til. Stige som ikke er festet i toppen bør ikke brukes i høyder over 4 m. Stige må ikke brukes når inspektøren arbeider alene.

### 4.2.4 Vanlige lifter

Med dette menes lifter hvor kurven/plattformen bare kan bevege seg fra bakkenivå og oppover. Disse liftene kan være aktuelle å bruke ved inspeksjon av f.eks. overliggende fagverk og overgangsruer, men kan også benyttes på større bruer når det er veger under. De vanligste er:

- Sakselift
- Kurvlift til å frakte med personbil
- Kurvlift montert på lastebil.

#### Lifter

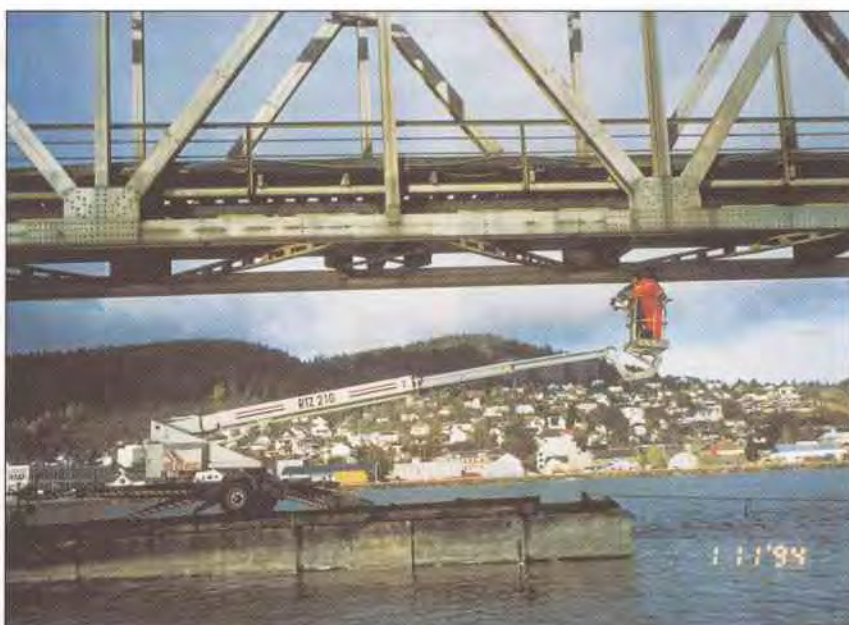
#### Sakselift

Sakseliftene har forholdsvis store arbeidsplattformer, men kan kun bevege seg vertikalt. Rekkevidden er normalt mellom 5 og 10 m.

#### Kurvlift

Kurvlfiter som kan fraktes med personbiler er mer fleksibel i bruk enn sakseliftene. Kurvene gir som oftest plass for 2 personer eller en person med en del utstyr.

Rekkevidden vertikalt varierer fra 10 m til 20 m. Den horisontale rekkevidden er avhengig av kurvens høyde og vil ligge i området 5–10 m.



Figur 4.2-2 Vanlig kurvlift satt på flåte

Kurvflifter montert på lastebil har vertikal rekkevidde fra 10 m til ca. 45 m. Horisontal rekkevidde kan være 5-20 m, men er avhengig av kurvens høyde.



Figur 4.2-3 Liten kurvlift montert på lastebil

#### 4.2.5 Brulifter

Med brulift menes lifter hvor kjøretøyet kan stå på brua og kurv/plattform kan kjøres ned under bruas overbygning. Vegdirektoratets bruavdeling har nedenfor satt opp generelle tekniske minstekrav til brulifter. Arbeidstilsynets krav for brulifter kommer i tillegg.



## Tekniske minstekrav til brulifter

- 1) Rekkevidden nedover bør være 6 m eller mer og rekkevidden inn under bruene bør være 6–7 m.
- 2) Det bør være én kurv som har lastekapasitet til 2 personer + utstyr, total last ca. 300 kg. Kurven bør ha en automatisk vertikaljustering.
- 3) Styring må kunne utføres fra kurv og førerplass med nødstopp i kurv.
- 4) Det må være fastmontert kommunikasjonsutstyr mellom førerplass og kurv.
- 5) Krana/kjøretøyet må kunne kjøres under inspeksjonen.
- 6) Maksimalt tillatt hjul/labtrykk  $0,4 \text{ N/mm}^2$ . Største aksellast 8 tonn.
- 7) Bruliften bør kunne brukes på bruer med stigning på opp mot 10 %.
- 8) Det bør være arbeidslys og strømuttak i kurven.

Det finnes to hovedtyper av brulifter på markedet som tilfredsstiller disse kravene:

- Brulift med kurv
- Brulift med plattform.

## Brulift med kurv

Den vanligste typen er brulift med kurv, se Figur 4.2-4 til Figur 4.2-6. Rekkevidde inn under bruene er normalt 8-10 m, men vil avhenge av hvor langt ned kurven er og hvor langt bilen er plassert fra kanten av brua.

De største liftene av denne typen har rekkevidde nedover på 20-25 m, men de vanligste typene ligger rundt 10 m. De fleste kan i tillegg gå opp, se Figur 4.2-7. Et typisk arbeidsdiagram for en brulift er vist i Figur 4.2-8.



Figur 4.2-4 Liten brulift med kurv



## Eksempler, brulifter



Figur 4.2-5 Middels brulift med kurv (Bronto skylift)



(Nummela brulift)

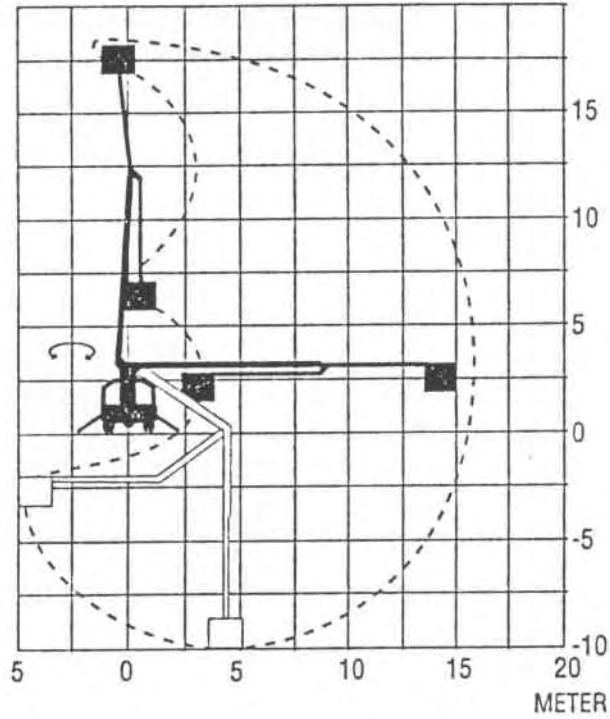
Figur 4.2-6 Stor brulift med kurv



(Putzmeister lift)

Figur 4.2-7 Stor brulift brukt fra terreng

## Arbeidsdiagram



Figur 4.2-8 Typisk arbeidsdiagram for brulift

## Brulift med plattform

Eksempel på brulift med plattform, er vist i Figur 4.2-9. Den viste typen har rekkevidde nedover på ca. 7,5 m og en plattformlengde på ca. 12 m.



Figur 4.2-9 Brulift med plattform (Moog brulift)



## Begrensninger for brulifter

Det er viktig å være klar over hvilke begrensningene de forskjellige bruliftene har i sin arbeidsmåte slik at en kan velge riktig type. Disse begrensningene relaterer seg i hovedsak til følgende forhold:

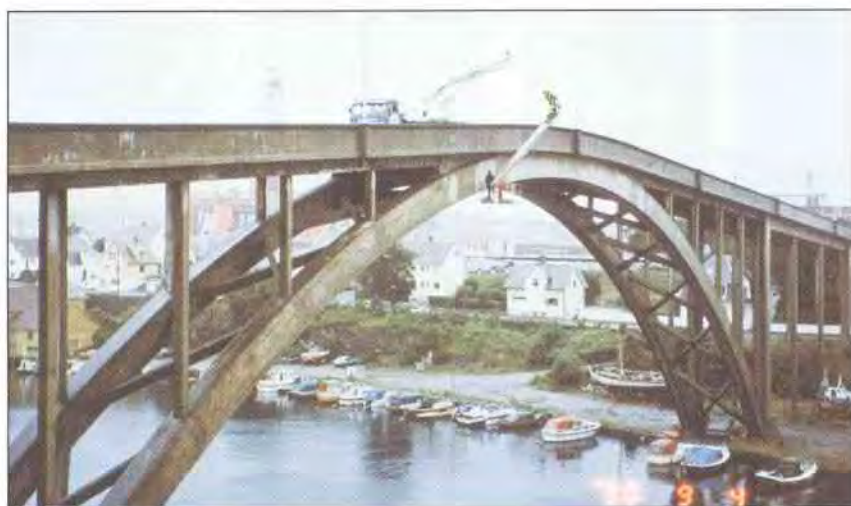
- Brutype
- Brubredde
- Rekkverk
- Lysmaster
- Høye søyler
- Bæreevne.

## Brutype

De største fritt-frambygg bruene kan ha kassehøyder på opptil 15 m ved pilarene. For å kunne inspiserer undersiden av kassen inne ved pilaren krever dette en brulift med stor rekkevidde, se Figur 4.2-10. Det samme gjelder også ved inspeksjon av buebru, se Figur 4.2-11.



Figur 4.2-10 Inspeksjon av fritt-frambygg bru (K-lift)



Figur 4.2-11 Inspeksjon av betongbuebru (Bronto skylift)



Ved inspeksjon av fagverksbruer og hengebruer er bruliftens bevegelighet og kurvens størrelse av stor betydning. Kurven skal kunne «tres» inn eller ut mellom fagverksveggene/hengestengene, se Figur 4.2-12. På små fagverksbruer med overliggende vindavstivning kan det også være et problem med å få opp bommene på liften.



Figur 4.2-12 Inspeksjon av fagverksbru (K-lift)

#### Brubredde

De forskjellige bruliftene har varierende bredde når støttebenene er ut, men vil minst stenge en kjørebane. På smale bruer er det viktig å ta hensyn til dette for ikke å skape unødige problemer for trafikken, se også kapittel 3.4.

#### Rekkverk/lysmaster/ flaggstenger

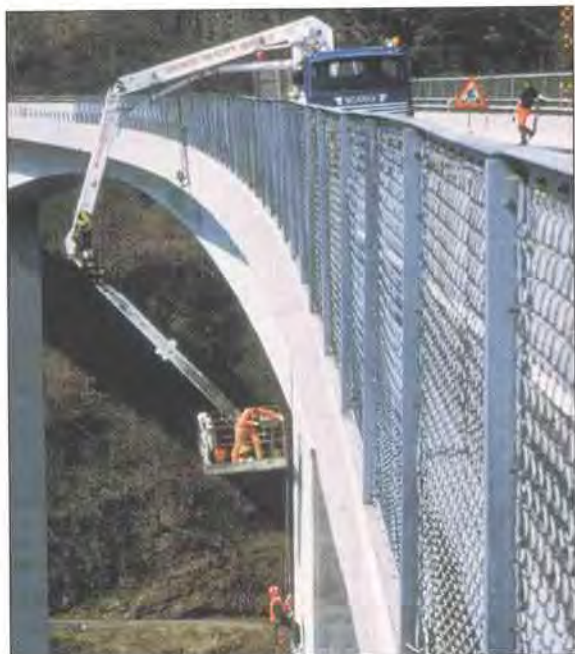
Når gangbaner er adskilt fra kjørebanen med rekkverk, vil kravet til bruliftens rekkevidde øke hvis den må plasseres i kjørebanen. Lysmaster/flaggstenger på begge sider av brua kan føre til at det går mye tid til å flytte utstyret. Noen brulifter kan passere lysmaster/flaggstenger uten særlig store problemer, se Figur 4.2-13.



Figur 4.2-13 Passering av flaggstang (Nummela brulift)

## Høye søyler

Inspeksjon av høye søyler kan være et problem. Ikke engang de største bruliftene har kapasitet til å inspisere 30-40 m høye søyler. Det finnes imidlertid noen få brulifter hvor det er mulig å montere hengestillas/skyclimber eller lignende under kurven/plattformen, se Figur 4.2-14.



Figur 4.2-14 Inspeksjon av høye søyler

## Bæreevne

Bruas bæreevne må vurderes ved valg av brulift. Spesielt gjelder dette når det er aktuelt å kjøre på gangbanen og/eller sette ned støttebena på denne. Gangbanene kan ha betydelig mindre bæreevne enn kjørebanelen.

## Malevogn

### 4.2.6 Eksempler på andre typer tilkomstutstyr

På større hengebruer og skråstagbruer er det i noen tilfeller montert malevogner under avstivningsbæreren. Disse vognene kan være godt egnet til inspeksjon, se Figur 4.2-15.



Figur 4.2-15 Inspeksjon fra malevogn



## Hengestillas/skyclimber

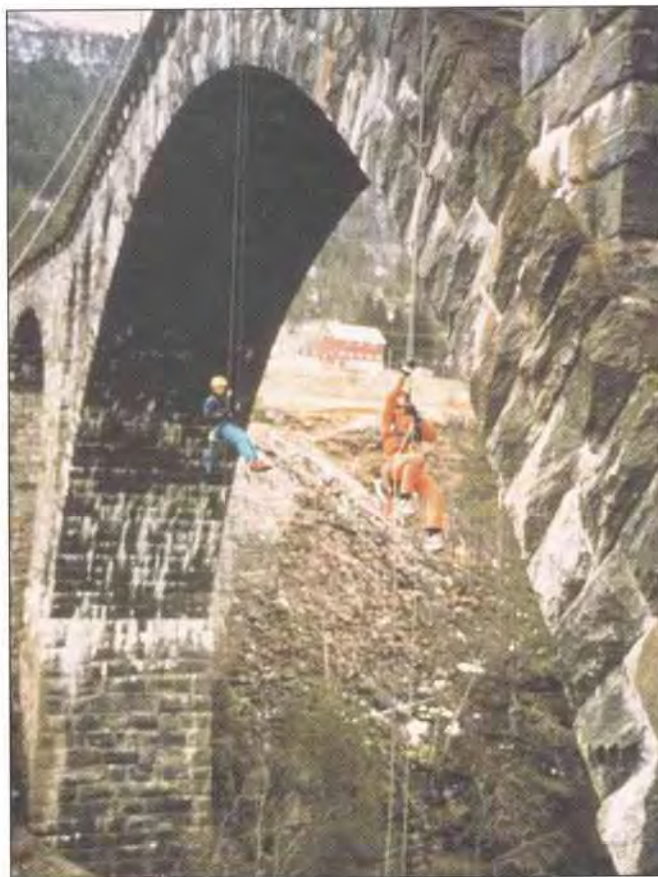
Det er også mulig å benytte hengestillas eller skyclimber til inspeksjon, se Figur 4.2-16. Inspeksjon med denne type utstyr vil ikke gå like rakst som med brulift, men kan likevel være et alternativ der det ikke kan aksepteres trafikkhindringer. Passering av søyler, lysmaster o.l. vil være tidkrevende med slikt utstyr.



Figur 4.2-16 Inspeksjon fra hengestillas

## Klatring

Klatring med aktive fallsikringssystemer kan i noen tilfeller være eneste alternativet, men anbefales forøvrig ikke. Aktive fallsikringssystemer er å regne som personlig verneutstyr.



Figur 4.2-17 Inspeksjon med aktive fallsikringssystemer



# 5. Skadevurdering

## 5.1 Generelt

Ved vurdering av skader på ei bru inngår følgende:

- Bestemme hvilke skadetyper de enkelte skader består av
- Vurdere hvor alvorlige skadene er for brua
- Vurdere årsaken(e) til at skadene har oppstått.

### Grunnlag-bedømmelse av skader

Som oftest er grunnlaget for å bedømme skader visuell kontroll, oppmålinger og materialundersøkelser. I spesielle tilfeller kan det være nødvendig med statiske beregninger, økonomiske betraktninger og/eller instrumentert overvåkning over lang tid for å få godt nok grunnlag til å vurdere skader riktig.

### Skadetype

For å ha en ensartet måte å beskrive skader, skal det brukes fastlagte **skadetyper**. Disse er gjengitt og beskrevet i kapittel 5.2.

### Skadegrad/ skadekonsekvens

I bedømmelsen av hvor alvorlig skaden er for ei bru er begrepene **skadegrad** og **skadekonsekvens** innført. Disse er beskrevet nærmere i kapittel 5.3.

### Skadeårsak

I kapittel 5.6 er det listet opp **skadeårsaker**, dvs. vanlige årsaker til at skader kan oppstå.

## 5.2 Skadetyper

De vanligste skadetyper som kan oppstå på bruer er gjengitt i det etterfølgende med en tilhørende kort forklaring. En mer utfyllende beskrivelse av skadetyperne med eksempler er gitt i kapittel 9 Skadekatalog. Hver skadetype er gitt et kodennummer. Dette for å forenkle registrering av skader i BRUTUS og muliggjøre datasøk/statistikk på skadene. Det gjøres oppmerksom på at **en** skade kan bestå av flere skadetyper.

## 10 Materialuavhengige skader

- |  |  |
|--|--|
| 11 <i>Setning</i>                      | * Vertikal bevegelse i grunnen og av elementer på grunnen.   |
| 12 <i>Bevegelse</i>                    | * Rotasjon/forskyvning av elementer i forhold til opprinnelige posisjon.                                     |
| 13 <i>Deformasjon</i>                  | * Bøyning (nedbøyning, utbøyning o.l.) av elementer.   |
| 14 <i>Riss/Sprekk</i>                  | * Alle typer riss og sprekker.   |
| 15 <i>Brudd</i>                        | * Gjennomgående skade eller brudd i elementer og forbindelsesmidler.   |
| 16 <i>Skade på overflatebehandling</i> | * Skade på overflatebehandling på stål, tre og betong.   |
| 17 <i>Lekkasje/fuktbelastning</i>      | * Lekkasje av vann i inhomogene partier i materialer, fuger o.l. Gjentatt nedfukting som kan føre til skade. |
| 18 <i>Misfarging</i>                   | * Tilsmutning av f.eks. rustvann, grafitti og annen misfarging.  |

## 20 Skade i grunnen

- 21 *Innsnevring* \* Innsnevring av vanngjennomløp på grunn av oppsamling av løsmasser, hugstavfall etc.
- 22 *Erosjon* \* Erosjon over og under vann. Erosjon av skråninger og fyllinger. Erosjon i bekker, elver og sund. Undergraving av fundamenter.

## 30 Skade på betong

- 31 *Liten/skadet overdekning* \* Overdekning som er for liten til å gi armeringen tilstrekkelig beskyttelse mot korrosjon, dvs. er karbonatisert, infisert av klorider o.l.
- 32 *Forvitring* \* Forvitring av betong på grunn av ytre påvirkninger, f.eks. frost.
- 33 *Støpesår* \* Sår i betongen som skyldes dårlig utstøping/komprimering.
- 34 *Bom* \* Heftsvikt og delaminering.
- 35 *Avskalling* \* Alle typer avskalling.
- 36 *Armeringskorrosjon* \* Korrosjon på slakkarmering og/eller spennstål.
- 37 *Utvasking* \* Utvasking av betong under vann.

## 40 Skade på stål

- 41 *Løse skruer/nagler* \* Løse skruer og nagler i stålkonstruksjoner, rekkverk o.l.
- 42 *Korrosjon* \* Korrosjon på elementer av stål.
- 43 *Slitasje/gnisning* \* Slitasje og/eller gnisning på kabler, hengestenger o.l.
- 44 *Trådbrudd* \* Brudd på tråder i bærekabler og/eller i hengestenger av kabel.

## 50 Skade på stein

- 51 *Utglidning* \* Utglidning av en eller flere steiner i landkar, pilarer, hvelv o.l.
- 52 *Utrasing* \* Utrasing av steinkjegler o.l.

## 60 Skade på tre

- 61 *Oppflising* \* Oppflising av treverk.
- 62 *Råte* \* Råte på treverk.

## 70 Skade på slitelag/fuktisolasjon

- 71 *Sporslitasje* \* Slitasje fra trafikk.
- 72 *Ujevnheter* \* Alle typer ujevnheter på slitelag unntatt sporslitasje og blærer.
- 73 *Krakelering/hull* \* Krakelering/hull i slitelag av asfalt og betong.
- 74 *Blæring (Paddehatter)* \* Kuleformede opphøyninger i slitelag av asfalt.
- 75 *Avflaking* \* Avflaking av slitelag av asfalt, epoksy o.l.



## 80 Mangel

81 *Manglende rengjøring*

82 *Manglende del*

83 *Manglende opprydding/fjerning*

- \* Manglende fjerning av sand, grus, o.l. som kan føre til at andre skadetyper utvikler seg
- \* Mangel av hele eller deler av elementer.
- \* Manglende opprydding etter bygging eller manglende fjerning av forskaling, stag, vegetasjon på/ved brua, ting som er lagret under brua, osv.

## 90 Annen skade/mangel

### Skadegrad

### 5.3 Skadegrad – skadekonsekvens

Skadegrad benyttes for å angi hvor alvorlig en skade er og eventuelt hvor raskt den må repareres. Koden for skadegrad er:

- 1 Liten skade/mangel, ingen tiltak nødvendig
- 2 Middels skade/mangel, tiltak i løpet av 4-10 år
- 3 Stor skade/mangel, tiltak i løpet av 1-3 år
- 4 Kritisk skade/mangel, tiltak straks eller senest innen 1/2 år

9 Ikke inspisert.

Skadegrad skal også benyttes ved ferdigbefaring og reklamasjonsbesiktigelse. Det må da i etterkant foretas en vurdering av hvilke skader/mangler som kan tilbakeføres til utførelsen.

Ved skader som påvirker bæreevnen kan det være nødvendig å utføre statiske beregninger før skadegrad kan fastsettes.

Når skader som påvirker vedlikeholdskostnadene har et stort omfang kan det være nødvendig med kostnadsberegninger og nåverdiberegninger før skadegrad fastsettes.

### Skadegrad – tilstand som utløser vedlikehold

Skadegrad skal sees i sammenheng med tilstand som utløser vedlikehold. Med tilstand som utløser vedlikehold menes at ei bru eller et bruelement har skader, feil eller mangler som krever at det utføres tiltak.

Denne tilstanden eller standarden er bekrevet i Statens vegvesens håndbok 111 «Vedlikeholdsstandard». Håndboken er laget for å sikre at standarden blir mest mulig lik i hele landet.

Før bruene er denne standarden noe mangelfull. I kapittel 9 Skadekatalog er det derfor satt opp delvis krav og delvis forslag til hvilken tilstand som vil kreve tiltak.



Ved inspeksjon av bruer må inspektøren ta stilling til om tilstand som utløser vedlikehold er nådd eller ikke. Dette gjøres ved at inspektøren bruke skadegrad på følgende måte:

**Skadegrad 1** vil være en tilstand som kan aksepteres uten at det gjøres tiltak.

**Skadegrad 2–4** er en tilstand hvor det kreves at det gjøres tiltak. Inspektøren skal benytte skadegradene 2, 3 og 4 sammen med et årstall for å tidfeste hvor raskt han mener tiltaket må utføres for å unngå at det påvirker bæreevnen, trafiksikkerheten, etc.

### Skadekonsekvens

Skadekonsekvens benyttes for å angi hvilken konsekvens en skade har for brua eller omgivelsene. Følgende skadekonsekvenser benyttes:

- B** Skade/mangel som truer bæreevnen
- T** Skade/mangel som truer trafiksikkerheten
- V** Skade/mangel som kan øke vedlikeholdskostnadene
- M** Skade/mangel som kan påvirke miljø/estetikk.

Vedlikeholdskostnader skal også inkludere trafikantkostnader der dette er relevant.

En skade kan ha flere konsekvenser.

### Sammenstilling av skadegrad og skadekonsekvens

Skadegrad og skadekonsekvens skal benyttes sammen for å bedømme skader. De vil da ha betydning som angitt nedenfor:

### Skade med konsekvens for bæreevnen

- 1B = Liten skade/mangel som ikke regnes å representere noen fare for bruas bæreevne. Skaden repareres ikke.
- 2B = Middels skade/mangel som kan redusere bruas bæreevne om den får stå mere enn 4-10 år. Skaden repareres i løpet av 4–10 år.
- 3B = Stor skade/mangel som kan redusere bruas bæreevne om den får stå i mer enn 1-3 år. Skaden repareres i løpet av 1–3 år.
- 4B = Kritisk skade som har redusert eller er i ferd med å redusere bruas bæreevne. Skaden sikres eller repareres straks eller senest i løpet av 1/2 år.

**Bruvedlikeholdsansvarlig skal kontaktes umiddelbart.**



Figur 5.3-1 Skade med konsekvens for bæreevnen

**Skade med konsekvens for trafiksikkerheten**

- 1T = Liten skade/mangel som ikke regnes å representere noen fare for trafiksikkerheten. Skaden repareres ikke.
- 2T = Middels skade/mangel som kan redusere trafiksikkerheten om den får stå i mer enn 4-10 år. Skaden repareres i løpet av 4-10 år.
- 3T = Stor skade/mangel som kan redusere trafiksikkerheten om den får stå i mer enn 1-3 år. Skaden repareres i løpet av 1-3 år.
- 4T = Kritisk skade som har redusert eller er i ferd med å redusere trafiksikkerheten. Skaden sikres eller repareres straks eller senest i løpet av 1/2 år.

**Bruvedlikeholdsansvarlig skal kontaktes umiddelbart.**



Figur 5.3-2 Skade med konsekvens for trafiksikkerheten

**Skade med konsekvens for vedlikeholdskostnader**

- 1V = Liten skade/mangel som ikke regnes å påvirke vedlikeholdskostnadene. Skaden repareres ikke.
- 2V = Middels skade/mangel som kan utvikle seg slik at reparasjonen blir mer omfattende, komplisert og kostbar om den får stå i mer enn 4-10 år. Skaden repareres i løpet av 4-10 år.



- 3V = Stor skade/mangel som kan utvikle seg slik at reparasjonen blir mer omfattende, komplisert og kostbar om den får stå i mer enn 1-3 år. Skaden repareres i løpet av 1-3 år.
- 4V = Kritisk skade som kan utvikle seg slik at reparasjonen blir mer omfattende, komplisert og kostbar om den ikke utføres straks eller senest i løpet av 1/2 år.



Figur 5.3-3 Skade med konsekvens for vedlikeholdskostnadene

**Skade med konsekvens for miljø/estetikk**

- 1M = Liten skade/mangel som ikke regnes å påvirke miljø/estetikk. Skaden repareres ikke.
- 2M = Middels skade/mangel som kan utvikle seg slik at miljø/estetikk vil påvirkes om den får stå i mer enn 4-10 år. Skaden repareres i løpet av 4-10 år.
- 3M = Stor skade/mangel som kan utvikle seg slik at miljø/estetikk påvirkes om den får stå i mer enn 1-3 år. Skaden repareres i løpet av 1-3 år.
- 4M = Kritisk skade som gjør at miljø/estetikk er påvirket eller vil bli påvirket om ikke reparasjon utføres straks eller senest i løpet av 1/2 år.



Figur 5.3-4 Skade med konsekvens for miljø/estetikk



Skader/mangler som påvirker miljø/estetikk omfatter f.eks. mangler ved fugekonstruksjoner som fører til støy eller skader som gjør bruene stygge å se på f. eks. tilgrising med grafitti eller omfattende skader på overflatebehandling.

Ved skader som har konsekvens for miljø/estetikk er det sjelden aktuelt å benytte skadegrad 4.

## 5.4 Bedømmelse av skader

### 5.4.1 Primærskader - følgeskader

I mange tilfeller kan en skadetype (primærskade) føre til at andre skadetyper utvikler seg (følgeskader).

I det etterfølgende er det listet opp noen eksempler på primærskader og mulig følgeskader.

- **Setning** av landkar og pilarer vil føre til **deformasjon** av overbygning for kontinuerlige bruer.
- **Riss/sprekk** i betong kan føre til **lekkasje/fuktbelastning**.
- **Lekkasje/fuktbelastning** kan i mange tilfeller føre til misfarging.
- **Liten/skadet overdekning** vil ofte føre til **armeringskorrosjon** og **avskalling**.

Det er viktig å være klar over denne sammenhengen mellom primærskader og følgeskader både ved bedømmelse av skader og ved bestemmelse av reparasjonsmetode. I de fleste tilfeller må primærskaden avdekkes for at det skal være mulig å utarbeide en egnet reparasjonsbeskrivelse. Reparasjoner rettet mot følgeskader blir sjelden vellykkede.

### 5.4.2 Skadeutvikling

Alvorlige skader som allerede har redusert bæreevnen eller trafiksikkerheten er som regel enkle å ta stilling til da tiltak må iverksettes raskt.

Skader som er under utvikling er derimot vanskeligere å bedømme. I slike tilfeller er det viktig å kartlegge følgende forhold:

1. Hvor lang tid har det tatt for å utvikle den observerte skaden
2. Hvor raskt er det sannsynlig at den vil utvikle seg i tiden framover.

Observasjoner fra tidligere inspeksjoner vil være verdifulle i forbindelse med bedømmelse av hvor raskt en skade har utviklet seg.

## Oppmålinger/materialundersøkelser

Som hjelp til å bestemme utviklingen av en skade kan det også utføres oppmålinger og materialundersøkelser. Nivellement kan f. eks. benyttes til å kartlegge utviklingen av setninger, mens måling av karboniseringsdybde og kloridinnhold over tid kan benyttes for å bedømme faren for fremtidig armeringskorrosjon.

For å stipulere hvor raskt en skade vil utvikle seg finnes det i tillegg til praktiske erfaringer også teoretiske modeller for å vurdere inntrengningshastighet for karboniseringsfront og klorider.

## Utviklingsforløp

I vurderingen av nedbrytningshastighet er det viktig å merke seg at skader kan ha forskjellig utviklingsforløp:

- Ingen utvikling
- Avtagende utvikling
- Jevn utvikling
- Akselererende utvikling.

Disse er illustrert i Figur 5.4-1. I det etterfølgende er det gitt en mer detaljert beskrivelse av de forskjellige utviklingsforløpene.

### Ingen utvikling

Eksempel på skade hvor det ikke er utvikling, kan være en avskalling pga. påkjørsel. Denne oppstår plutselig og utvikler seg som regel ikke. Enten er skaden så liten at den ikke trenger å gjøres noen med eller så er den så alvorlig at det må gjøres noe med en gang. For betong og stål må en likevel være oppmerksom på at mindre påkjørselsskader som ikke repareres på sikt kan føre til følgeskader som f.eks. korrosjon.

### Avtagende utvikling

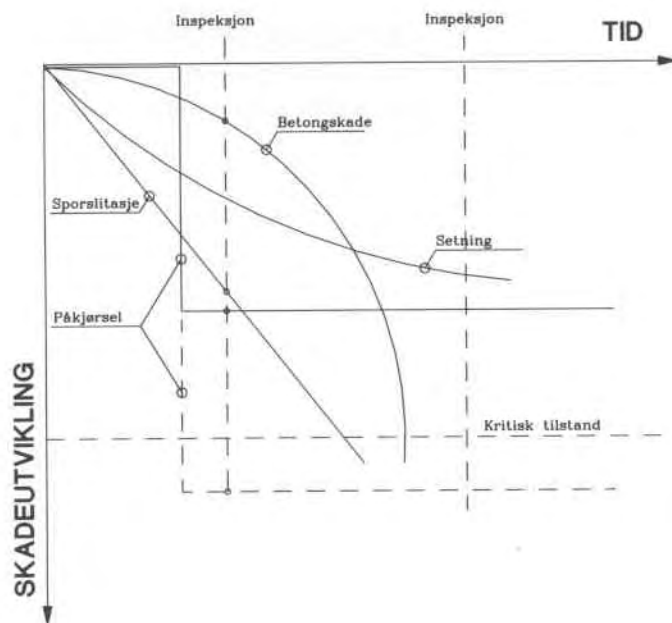
Eksempel på en skade med avtagende utvikling kan være setning. Normalt vil setning gå raskt til å begynne med for så å avta. Man skal imidlertid være oppmerksom på at setninger også kan vise jevn og i enkelte tilfeller akselererende utvikling.

### Jevn utvikling

Eksempel på en skade med jevn utvikling er sporslitasje. Utvikling av sporslitasje vil normalt være omtrent lineær, men økning av slitasjen når sporene blir dype må påregnes fordi trafikken da blir mer konsentrert.

### Akselererende utvikling

Eksempel på skader med akselererende utvikling er liten/skadet overdekning og følgeskader som armeringskorrosjon og avskalling. Etersom overdekningen blir karbonisert eller infisert av klorider vil korrosjonsprosessen starte på armeringsjernene med minst overdekning og det vil etterhvert bli avskallinger over disse jernene. Etterhvert som karboniseringsfronten eller kloridene trenger dypere inn i betongen vil korrosjonshastigheten på korroderende armering øke og korrosjon vil spre seg til nye armeringsjern. Dermed blir det en akselererende utvikling både av armeringskorrosjon og avskalling.



Figur 5.4-1 Skadeutvikling

### 5.4.3 Sammensatte skader

En skade er ofte sammensatt av flere skadetyper. Armeringskorrosjon opptrer f.eks. ofte sammen med avskalling og liten/skadet overdekning.

Skaden beskrives med de skadetyperne som observeres, men bedømmes som en helhet. Eksempel på dette er vist på Figur 5.4-2.



Figur 5.4-2 Liten/skadet overdekning, armeringskorrosjon og avskalling



### Skadevurdering, sammensatte skader

Skadene i Figur 5.4-2 består av skadetyperne liten/skadet overdekning, armeringskorrosjon og avskalling. En slik skade kan ha forskjellig skadegrad for bæreevne, vedlikeholdskostnader og miljø/estetikk, se eksempel i etterfølgende tabell.

Skadebeskrivelse	B	T	V	M
Liten/skadet overdekning, armeringskorrosjon og avskalling på undersiden av dekke.	1		2	3

Begrunnelsen for denne skadevurderingen er:

Korrosjonen foregår på konstruktiv armering, men hastigheten er så lav at den ikke vil påvirke bæreevnen de neste 10 årene. Derfor settes skadegrad = 1 for bæreevne (B). Nedfall av betongbiter representerer ingen fare for trafikksikkerheten da det ikke er trafikk under brua. Dette feltet settes derfor åpent.

Selv om korrosjonshastigheten er lav er det sannsynlig at det vil utvikle seg korrosjonen på flere armeringsjern og at omfanget av avskallinger vil øke. Dette vil igjen føre til økte reparasjonskostnader. Derfor settes skadegrad = 2 for vedlikeholdskostnader (V).

Brua ligger i et bymessig miljø og avskallinger og korrodert armering gir et svært dårlig inntrykk for brukere av brua. Derfor settes skadegrad = 3 for miljø/estetikk (M).

## 5.5 Prioritering av vedlikehold

Ved bedømmelse av skader som beskrevet i kapitlene 5.3 og 5.4 vil det i ettertid være mulig å foreta en bevisst prioritering av hvilke skader som må vedlikeholdes først da konsekvensene av eventuelt å måtte utsette vedlikehold av budsjettmessige årsaker er kjent.

For skader som påvirker bæreevne og trafikksikkerhet bør imidlertid vedlikeholdet utføres til det tidspunktet som ble angitt ved inspeksjonen. Dersom vedlikehold av slike skader utsettes av budsjettmessige årsaker, kan konsekvensen være at trafikklasten må reduseres eller det må iverksettes spesielle sikkerhetsmessige tiltak.

Ved prioritering av vedlikehold bør en også ta hensyn til at skader som er mindre alvorlige bør vedlikeholdes samtidig med alvorlige skader dersom de er lokalisert slik at de lett kan tas med samme rigg og/eller stillas.

I Tabell 5.5-1 er det vist eksempel på prioritering og gruppering av vedlikehold med bakgrunn i ovennevnte.

Tabell 5.5-1 Prioritering - gruppering av vedlikehold

Prioritet	Element - skade	Skadegrad skadekons.	Tidspunkt for vedlikehold
1	Rekkverk - endeavslutning Fugekonstruksjoner - løse skruer	4T 4T	Utføres straks eller senest innen 1/2 år.
2	Slitelag - sporslitasje	3V, 2T	Bør utføres innen 3 år, men kan utsettes noe.
3	Bjelker - malingskade Tverrbærere - armeringskorrosjon Lager - rengjøring - justering	2B, 3V 2B, 3V 3V 2V	Bør utføres innen 3 år, men kan utsettes til 4–10 år. Alle elementene bør vedlikeholdes samtidig da de alle krever stillas på undersiden.

## 5.6 Skadeårsaker

Vanlige årsaker til at skader oppstår er samlet og systematisert i den 2-sifrede koden som er gjengitt i det etterfølgende. Koden kan benyttes både på høyt nivå ved å angi f. eks. 20 Materialfeil uten å si noe om hva slags materialfeil det er eller på lavt nivå ved å angi f. eks. 22 Materialfeil, fasthet. En skade kan ha flere årsaker.

### Bestemme skadeårsak

Grunnlaget for å bestemme skadeårsak er visuell kontroll eventuelt supplert med oppmålinger og materialundersøkelser, men det er også viktig å ha god kunnskap om prosjektering, bygging og forvaltning av bruer. Ved beskrivelse av en reparasjon er det ofte nødvendig å bestemme den primære skadeårsaken riktig for at reparasjonen skal bli vellykket.

Det er ikke noe krav om at skadeårsaker skal angis ved enkel inspeksjon, men ved de øvrige inspeksjonene skal skadeårsak(er) gis når det er mulig.

## 10 Prosjekteringsfeil

- 11 Mangelfullt regelverk (f.eks. kystbruer som er bygget etter samme regelverk som innlandsbruer)
- 12 Avvik fra standard (den standard som gjaldt når brua ble bygd)
- 13 Feil materialvalg
- 14 Feil i beregninger
- 15 Feil utforming.



## 20 Materialfeil

- 21 Materialfeil, sammensetning (f.eks. feil proporsjonering av betong)
- 22 Materialfeil, fasthet
- 23 Materialfeil, laminering
- 24 Materialfeil, oppsprekking
- 25 Alkalireaktivt tilslag
- 26 Innstøpte klorider.



Figur 5.6-1 Riss/sprekker pga. 61 Alkalireaktivt tilslag

## 30 Utførelsesfeil

- 31 Stillassetning
- 32 Feilplassert armering
- 33 Feil utstøpning
- 34 Manglende bearbeiding
- 35 Manglende herdetiltak
- 36 For tidlig belastning (før betongen har fått den foreskrevne fastheten)
- 37 Monteringsfeil.



Figur 5.6-2 Armeringskorrosjon pga. 32 Feilplassert armering og 34 Manglende bearbeiding.



## 40 Manglende drift/vedlikehold

### 50 Miljøangrep

- 51 Frostangrep
- 52 Kloridangrep
- 53 Karbonatisering
- 54 Utluting (utvasking av kalken i betong, sees som kalkutfelling)
- 55 Biologisk angrep (sopp, pelemark, etc.)
- 56 Kjemisk angrep (syrer etc.).

### 60 Belastning

- 61 Trafikklast
- 62 Jordtrykk
- 63 Islast
- 64 Strømlast
- 65 Vindlast
- 66 Temperatur
- 67 Svinn/kryp
- 68 Overlast slitelag.



Figur 5.6-3 Riss/sprekker pga. 61 Belastning fra trafikk.

### 70 Ulykkeslast

- 71 Påkjørsel
- 72 Påsegling
- 73 Flom
- 74 Jord-/snøskred
- 75 Eksplosjon
- 76 Brann.



*Figur 5.6-4 Brudd pga. 71 Påkjørsel*

## **80 Bruksskade**

- 81 Normal nedbrytning/slitasje (av slitelag, overflatebehandling, etc.)
- 82 Følgeskade (f.eks. deformasjon av overbygning pga. setning, misfarging pga. lekkasje/fuktbelastning)
- 83 Brøyteskade
- 84 Hærverk.

## **90 Annen/ukjent**

# 6. Gjennomføring av inspeksjoner

## Grunnlag fra BRUTUS

Før inspeksjoner (med unntak av enkel inspeksjon) utføres skal relevante inspeksjonsrapporter og eventuelt tegninger gjennomgås.

I BRUTUS skal det være angitt hvilke tilkomstutstyr som er nødvendig for å utføre den aktuelle inspeksjonen.

For bruer som er registrert med akser i BRUTUS vil inspeksjons-skjemaene skrives ut med elementer og tilhørende akser. Inspeksjonen bør utføres med oppstart i laveste akse og mot stigende aksenummer. Dersom det ikke er foretatt en akseinndeling i BRUTUS må inspektøren vurdere om dette bør gjøres.

## Systematisk kontroll

Det er viktig at brua inspiseres slik at alle elementene blir kontrollert systematisk. På ei normalt stor bru kan inspeksjonsrekkefølgen f.eks. være som angitt nedenfor:

1. Grunnen.
2. Elementer i underbygningen som er tilgjengelig fra bakken.
3. Elementer i under- og overbygningen som må inspiseres fra brulift.
4. Elementer i overbygningen som kan inspiseres fra brua/bakken.
5. Brudekke, slitelag og utstyr.

Økonomien ved bruk av brulift må imidlertid vurderes i forhold til en slik inspeksjonsrekkefølge.

## Oppmålinger/ materialundersøkelser

Oppmålinger og materialundersøkelser kan utføres samtidig med den visuelle kontrollen eller beskrives entydig slik at de kan utføres av andre. Dersom det er beskrevet et opplegg for oppmålinger og materialundersøkelser i forkant av inspeksjonen er det viktig at dette vurderes spesielt og tilpasses det som oppdages ved den visuelle inspeksjonen.

## Hensikt, inspeksjon

Hensikten med de forskjellige inspeksjonstypene er beskrevet i kapittel 1.2. I Statens vegvesen håndbok 147 «Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer» er det gitt en generell beskrivelse av inspeksjonene, mens det i de etterfølgende kapitlene er gitt en mer detaljert beskrivelse av hvordan inspeksjonene skal gjennomføres.



## 6.1 Ferdigbefaring

Det vises til prosess 87.12.

### 6.1.1 Omfang

Ferdigbefaring omfatter en visuell kontroll av hele brua inklusive eventuelle fundamenter i vann, se kapittel 6.6. På hengebruere og skråstagbruere inngår kontroll av kabler og hengestenger, se kapittel 6.5. Ferdigbefaring skal suppleres med oppmålinger og materialundersøkelser, det vises til tabell Tabell 7.1-1 og kapittel 7.2 - 7.7.

Ved utførelse av ferdigbefaring er det viktig å være klar over pkt. 32.7.1 i NS 3430 hvor det står: «Melder ikke byggherren ved overtagelsesforretning fra om mangel som han har oppdaget, eller som han burde ha oppdaget ved vanlig aktsom besiktigelse, kan han ikke senere påberope seg den».

Skader, mangler og feil skal registreres og lokalisering av disse angis. For rapportering vises det til kapittel 8.1.

### 6.1.2 Visuell kontroll

Den visuelle kontrollen skal være av type nær visuell som beskrevet i kapittel 6.4.2. Visuell kontroll skal for de enkelte elementene minst omfatte punktene angitt i listen nedenfor. Det vises til kapittel 9 Skadekatalog for vurdering av skadene.

#### Grunnen

- Setning av grunnen rundt landkar og pilarer
- Oppfyllingsnivået rundt landkar og pilarer som beskrevet. Gjelder både over og under vann
- Fyllmassene av beskrevet type
- Skråningsbeskyttelse og/eller erosjonssikring lagt ut som beskrevet
- Grøntareal/beplantning som forutsatt
- Omkringliggende arealer satt tilbake til sin opprinnelige stand
- Opprydding tilfredsstillende.

#### Elementer av betong

- Setning eller bevegelse av landkar, pilarer, etc.
- Deformasjon. Elementets form riktig (retthet, overhøyde, nedbøyning, etc.)
- Riss/sprekker som ikke kan aksepteres
- Tilfredsstillende kvalitet (tykkelse, heft, jevnhet, struktur) og farge på evt. overflatebehandling
- Uakseptabel misfarging fra lekkasje/fuktbelastning, kalkutfelling e.l.
- Liten/skadet overdekning
- Støpesår eller bom i betongen
- Avskallinger fra mekanisk påkjenning
- Betongens overflatestruktur som beskrevet
- Forskaling fjernet (over og under vann)
- Spiker og forskalingsstag fjernet
- Tetting av staghull som beskrevet.



Figur 6.1-1 Støpesår

#### Elementer av stål

- Setning eller bevegelse av f. eks. overbygning
- Deformasjon. Elementets form riktig (retthet, overhøyde, nedbøyning, etc.)
- Sprekker
- Overflatebehandlingens kvalitet og farge tilfredsstillende
- Overflatebehandling av montasjeskjøter
- Skruer og forbindelser riktig utført
- Overganger mot betong utført som beskrevet.

#### Elementer av tre

- Som elementer av stål
- Beskyttelse av endevend
- Fuktfeller som kan føre til råte
- Tilrettelagt slik at treet tørker opp etter fuktbelastning

#### Slitelag

- Slitelaget og evt. membran av beskrevet type
- Riktig tykkelse, behov for oppmåling vurderes
- Avslutninger inn mot fuger og føringskanter riktig utført
- Svanker, behov for oppmåling vurderes
- Fall til drenerør/sluk
- Har det oppstått skader som riss, sprekker, etc.

#### Lager m/lageravsats

- Forskaling, betongsøl etc. fjernet
- Understøp riktig utført og uten skader
- Lagerets plassering riktig, f. eks. riktig bevegelsesretning
- Lagerets stilling/deformasjon riktig i forhold til aktuell temperatur
- Beskyttelsesbelg riktig montert
- Overflatebehandling som beskrevet.



## Fuge/fugekonstruksjon

- Forskaling i fugeåpninger fjernet
- Fugeåpningene størrelse riktige i forhold til den aktuelle temperaturen
- Fugekonstruksjonene riktig montert (høyde, innstøping)
- Fugekonstruksjonenes innstilling riktige i forhold til den aktuelle temperaturen
- Er forutsatte tette fugekonstruksjoner vanntette?
- Fugeterskler har riktig kvalitet og høyde.



Figur 6.1-2 For lav fugeterskel

## Rekkverk

- Rekkverkets form riktig i vertikal- og horisontalplanet
- Innfestingene forskriftsmessig utført
- Overflatebehandlings farge og jevnhet tilfredsstillende
- Overgangen til vegrekkverket forskriftsmessig utført.

## Vannavløp/drenssystem

- Nivået i overkant riktig
- Tettingen rundt drensrør/sluk tilfredsstillende
- Utstikket i underkant tilstrekkelig til å unngå nedfukning av underliggende elementer
- Drensnedføringer tilstrekkelig festet og skjøter tette
- Varmekabler virker som forutsatt.

## 6.2 Reklamasjonsbesiktigelse

Det vises til prosess 87.12.

### 6.2.1 Omfang

Reklamasjonsbesiktigelse omfatter en visuell kontroll av hele brukonstruksjonen på samme måte som ved ferdigbefaring, se kapittel 6.1.1. Normalt utføres bare de oppmålinger og materialundersøkelser som er beskrevet ved ferdigbefaring. Dersom det er oppstått skader i reklamasjonsperioden må omfanget av oppmålinger og materialundersøkelser vurderes på nytt, se tabell Tabell 7.1-1 og kapittel 7.2 - 7.7. For rapportering vises det til kapittel 8.1.



## 6.2.2 Visuell kontroll

Den visuelle kontrollen skal utføres på samme måte som hovedinspeksjon, det vises til kapittel 6.4.2. Eventuell kontroll av kabler og kontroll av fundamenter under vann utføres i henhold til kapittel 6.5.2 og 6.6.2.

## 6.3 Enkel inspeksjon

Det vises til prosess 87.13.

### 6.3.1 Omfang

Enkel inspeksjon omfatter en enkel visuell kontroll av alle elementer over vann. Fundamenter i vann skal kontrolleres i den grad det er mulig uten bruk av dykker. I tillegg skal det utføres spesielle kontroller dersom dette er angitt på inspeksjonsskjemaet. Det kreves normalt ikke at det utføres oppmålinger eller materialundersøkelser ved enkel inspeksjon, men ved store sporslitasjer kan det være nødvendig å foreta oppmålinger for å kontrollere om det er fare for gjennomhulling av fuktisolasjonen.

Ved enkel inspeksjon skal det som et minimum registreres skader som må repareres før neste inspeksjon. Det vil i praksis si skader med skadegrad 3 og 4. For rapportering vises det til kapittel 8.2.

### 6.3.2 Enkel visuell kontroll

Med enkel visuell kontroll menes en visuell kontroll uten bruk av tilkomststyr. Dvs. at på større bruer må de fleste elementene inspiseres på avstand. Det bør imidlertid brukes kikkert der det er nødvendig å se nærmere på detaljer.

Undervannskikkert kan være aktuell for kontroller under vann.

Ved den visuelle kontrollen skal det kontrolleres om de enkelte elementene har alvorlige skader, mangler og feil, se listen nedenfor. Det vises til kapittel 9 Skadekatalog for vurdering av skadene.

#### Grunnen

- Setning av grunnen i vegbanen inntil landkarene
- Erosjon av fylling rundt landkar pga. overflatevann
- Større erosjonsskader under vann som kan oppdages uten dykker
- Skade på evt. skråningsbeskyttelse
- Utsiktet fjerning eller oppfylling av løsmasser nær fundamenter
- Oppstuvning av hugstavfall etc. som reduserer vanngjennomløp
- Utsiktet vegetasjon, trær etc.
- Ansamlinger av brennbart materiale under bruer
- Skade på peler over vann
- Skade på permanent spunt over vann.



Figur 6.3-1 Ansamling av kvist og trær

#### Elementer av betong

- Større setninger, bevegelser og deformasjoner
- Avskallinger, brudd eller andre skader pga. påkjørsel
- Misfarging av betongflater fra vann eller grafitti
- Utsiktet vegetasjon
- Gjenstående forskaling, stag, etc.
- Generell rengjøring.



Figur 6.3-2 Brudd i endetverrbærer



## Elementer av stål

- Større setninger, bevegelser og deformasjoner
- Deformasjon, sprekker eller brudd pga. påkjørsel
- Misfarging pga. lekkasje/fuktbelastning eller grafitti
- Generell rengjøring.



Figur 6.3-3 Brudd i stålprofil

## Elementer av stein

- Større setninger/bevegelser av landkar eller pilarer
- Deformasjon av steinhvelv, etc.
- Utglidning, utrasing eller manglende steiner
- Steiner med sprekker
- Misfarging pga. lekkasje/fuktbelastning eller grafitti
- Utsiktet vegetasjon på elementet
- Generell rengjøring.



Figur 6.3-4 Utrasing av steiner

## Elementer av tre

- Større setninger/forskyvning av trepilarer, etc.
- Deformasjon av treoverbygning, etc.
- Manglende deler, avstivninger, etc.
- Råteskader
- Oppflising eller brudd pga. påkjørsel
- Misfarging pga. lekkasje/fuktbelastning, rust eller grafitti
- Generell rengjøring.





Figur 6.3-5 Råte

#### Slitelag

- Sporslitasje
- Riss eller spekker, spesielt inn mot fuger
- Krakelering eller hull
- Avflaking av tynne slitelag (f.eks. epoksy)
- Oppflising og råteskader (tredekker)
- Oppstikkende bordender og spiker (tredekker)
- Generell rengjøring.



Figur 6.3-6 Sporslitasje

#### Lager m/lageravsats

- Sprekker eller brudd i deler av lageret
- Rengjøring av lager og lageravsats.

## Fuger/fugekonstruksjon

- Fugekonstruksjonens innfesting, evt. manglende deler
- Mekaniske skader, sprekker, brudd på fugekonstruksjon fra brøyteutstyr eller slitasje fra trafikk
- Fugetersklens tilstand/funksjon, evt. om terskler mangler
- Rengjøring av fugekonstruksjon og fugeåpning.



Figur 6.3-7 Fugekonstruksjonens innfesting

## Rekkverk

- Deformasjonskader pga. påkjørsel
- Sprekker eller brudd
- Løse eller manglende skruer eller deler
- Tilfredsstillende innfesting av stolper
- Avslutning av rekkverk, overgang til vegrekkverk utført forskriftsmessig
- Generell rengjøring.



Figur 6.3-8 Brudd i stolpe

## Vannavløp/drenssystem

- Tilfredsstillende funksjon
- Rør og sandfang åpne/rengjort.

## Ledninger/kabler

- lekkasje/fuktbelastning (vann- og kloakkledninger).

## Annet utstyr

- Det lages spesielle lister for den aktuelle brua.



## 6.4 Hovedinspeksjon

Det vises til prosess 87.14.

### 6.4.1 Omfang

Hovedinspeksjon omfatter en visuell kontroll av hele brua over vann med unntak av hovedinspeksjon av kabler som er beskrevet i kapittel 6.5. Ved behov utføres oppmålinger og materialundersøkelser for å supplere den visuelle kontrollen og for å gi grunnlag for å vurdere den fremtidige utviklingen av skader. Det vises til tabell Tabell 7.1-1 og kapittel 7.2 - 7.7.

Når hovedinspeksjonen avdekker store reparasjonsbehov eller ikke er tilstrekkelig for å fastslå skadetype, skadegrad, skadekonsekvens, skadeomfang eller skadeårsaker, må det utføres en spesialinspeksjon, se kapittel 6.7 Spesialinspeksjon. Det vises også til Figur 6.7-1. Det skal angis hvilke oppmålinger/ materialundersøkelser som skal utføres, i hvilke omfang og hvor de skal tas.

For rapportering vises det til kapittel 8.2.

### 6.4.2 Visuell kontroll

Den visuelle kontrollen skal være nær visuell. Med nær visuell menes det at inspektøren skal kunne ta på de enkelte elementene. Dette kravet kan fravikes hvis en med sikkerhet kan oppdage forventede skader på større avstander. Dette kan være aktuelt ved store ensartede stål- eller betongflater. I slike tilfeller skal det velges ut representative områder for nær visuell kontroll, mens øvrige områder kan kontrolleres på noe større avstand. På utsatte elementer som lagre, ledd, etc. skal det alltid utføres nær visuell kontroll. Alvorlige og karakteristiske skader skal illustreres ved fotografier eller skisser.

Det må benyttes tilkomststyr som gjør det mulig å komme til på den foreskrevne avstanden. Se kapittel 4.2 Tilkomststyr.

Ved den visuelle kontrollen skal de enkelte elementene kontrolleres for skader, mangler og feil som angitt i listen nedenfor. Det vises til kapittel 9 Skadekatalog for vurdering av skadene.

#### Grunnen

- Setning av grunnen i vegbanen inntil landkarene eller rundt landkar og pilarer
- Erosjon av fylling rundt landkar eller pilarer pga. overflatevann
- Skade på skråningsbeskyttelse
- Skade på peler over vann
- Skade på permanent spunt over vann
- Utsiktet fjerning eller oppfylling av løsmasser nær fundamenter
- Oppstuvning av hugstavfall etc. som reduserer vanngjennomløp



- Utilsiktet vegetasjon, trær etc.
- Ansamlinger av brennbart materiale under bruer.



Figur 6.4-1 Erosjon av fylling

#### Elementer av betong

- Setning eller bevegelse av landkar, pilarer, overbygning etc.
- Deformasjon av overbygning eller andre elementer pga. setning av underbygning, overlast eller forskalingsdeformasjoner
- Riss, sprekker og evt. lekkasje gjennom disse. (Registrering av rissvidder og mønster vurderes). Spennkabelforankringer kontrolleres spesielt for riss og sprekker
- Skade på overflatebehandling
- Misfarging av betongflater fra vann eller grafitti
- Liten/skadet overdekning og fare for framtidig korrosjon (karbonatisering, klorider, bindtråd, armeringsstoler etc)
- Forvitring pga. frost eller annen værpåkjønning
- Støpesår eller områder med dårlig utstøping og evt. fuktgjennomslag, overflateporer etc.
- Bom og/eller avskallinger i konstruksjonsbetong, påstøp, reparasjoner, støpeskjøter, spennkabelforankringer, etc.
- Synlig armering eller avskallinger pga. korrosjon, innstøpte trebiter etc.
- Avskallinger, brudd eller andre skader pga. påkjørsel
- Armeringskorrosjon eller indikasjoner på at dette pågår f.eks. ved at det er riss/sprekker over armeringsjernene eller rustutslag
- Tilfredsstillende innstøping av spennkabelhoder
- Utilsiktet vegetasjon
- Gjenstående forskaling, stag, etc.
- Generell rengjøring.



Figur 6.4-2 Armeringskorrosjon og avskalling

### Elementer av stål

- Deformasjon av overbygning eller andre elementer pga. setning av underbygning, påkjørsel eller overlast
- Bevegelse av overbygning eller andre elementer
- Sprekker eller brudd i grunnmaterialet, sveiser eller nagler/skruer
- Malingskader og evt. korrosjon. Overgangen stål/betong er spesielt utsatt. Det samme gjelder overflenser på bjelker under tredekker
- Misfarging pga. lekkasje/fuktbelastning eller grafitti
- Løse skruer/nagler
- Slitasje/gnissing på elementer pga. bevegelse i brua
- Manglende skruer/nagler eller andre deler
- Profiler som samler på fukt og skitt
- Generell rengjøring.



Figur 6.4-3 Malingskade og korrosjon

### Elementer av stein

- Setning eller bevegelse av landkar eller pilarer
- Deformasjon av steinhvelv, etc.
- Sprekker i stein
- Lekkasje/fuktbelastning gjennom landkar, steinhvelv, etc.
- Misfarging pga. lekkasje/fuktbelastning eller grafitti
- Utglidning eller utrasing av steiner



- Manglende steiner
- Utvasking/forvitring av fugemørtel
- Utilsiktet vegetasjon på elementet
- Generell rengjøring.



Figur 6.4-4 Sprekker i stein

#### Elementer av tre

- Setning eller bevegelse av trepilarer, etc.
- Deformasjon av treoverbygning, etc.
- Sprekker
- Oppflising eller brudd pga. påkjørsel
- Skade på overflatebehandling
- Misfarging pga. lekkasje/fuktbelastning, rust eller grafitti
- Råteskader
- Manglende deler, avstivninger, etc.
- Malingskader/korrosjon på festbolter/stag i stål
- Generell rengjøring.

#### Slitelag

- Riss eller spekker, spesielt inn mot fuger
- Lekkasje/fuktbelastning pga. av utett slitelag. (Kan forårsake fuktutslag og kalkutfelling på undersiden av dekket)
- Sporslitasje, kontrollmåling vurderes
- Ujevnhet
- Krakelering, hull eller paddehatter
- Avflaking av tynne slitelag (f.eks. epoksy)
- Bom i påstøpte slitelag
- Tetting mot kantbjelker og fuger
- Fall til drenerør/sluk
- Riktig slitelagtykkelse, kontrollmåling vurderes
- Oppflising og råteskader (tredekker)
- Oppstikkende bordender og spiker (tredekker)
- Generell rengjøring.





Figur 6.4-5 Sporslitasje

### Lager m/lageravsats

- Lagerets stilling i forhold til den aktuelle temperaturen, om nødvendig foretas oppmåling
- Deformasjonskader på neoprenlager
- Sprekker eller brudd i deler av lageret
- Malingskader og/eller korrosjonsskader på lager
- Lageret har anlegg på hele flaten
- Tilstanden til beskyttelsesbelg
- Evt. festebolter er intakte
- Skader på understøp, f.eks. sprekker, avskalling, etc.
- Betongskader på lageravsats. Spesielt utsatt ved utette fuger og salting
- Rengjøring av lager og lageravsats.



Figur 6.4-6 Brudd i lager

### Fuger/fugekonstruksjon

- Fugekonstruksjonens/fugens åpningen i forhold til den aktuelle temperatur, om nødvendig foretas oppmåling
- Mekaniske skader, sprekker, brudd på fugekonstruksjon fra brøyteutstyr eller slitasje fra trafikk
- Lekkasje/fuktbelastning fra «tette fugekonstruksjoner»
- Fugetersklens tilstand/funksjon, evt. om terskler mangler
- Fugekonstruksjonens innfesting, evt. manglende deler
- Slag/støy fra fugekonstruksjon
- Rengjøring av fugekonstruksjon/fugeåpning.



Figur 6.4-7 Manglende del

#### Rekkverk

- Deformasjonsskader pga. påkjørsel
- Sprekker eller brudd
- Skade på overflatebehandling eller korrosjon. Stolper er spesielt utsatt ved overgangen til betong
- Misfarging
- Løse eller manglende skruer eller deler
- Tilfredsstillende innfesting av stolper
- Reparasjoner eller forsterkninger utført på forsvarlig måte
- Rekkverkets høyde tilfredsstillende
- Avslutning av rekkverk, overgang til vegrekkverk utført forskriftsmessig
- Generell rengjøring.



Figur 6.4-8 Maling-/korrosjonsskade

#### Vannavløp/drenssystem

- Rør og sandfang åpne
- Riktig nivå i overkant
- Tetting rundt rør
- Utstikk i underkant er tilstrekkelig til å hindre nedfukting av underliggende elementer
- Skader på rør som sprekker, korrosjon, etc.
- Feste av avløpsrør
- Tetting av skjøter.





Figur 6.4-9 Korrosjon på avløp

#### Ledninger/kabler

- Skader på opphengning
- Isolasjonsmateriale er intakt
- Lekkasje/fuktbelastning (vann- og kloakkledninger)
- Ledninger/kabler er i bruk eller kan fjernes.

#### Annet utstyr

- Det lages spesielle lister for den aktuelle brua.

## 6.5 Hovedinspeksjon kabler

Det vises til prosess 87.15.

### 6.5.1 Formål og omfang

Inspeksjonen omfatter en visuell kontroll av bærekabler, hengestenger og festelementer for å kontrollere at disse fyller sin funksjon. Ved behov utføres oppmålinger og materialundersøkelser for å supplere den visuelle kontrollen og gi grunnlag for å vurdere den framtidige skadeutviklingen. Det vises til tabell Tabell 7.1-1 og kapittel 7.2.

Der hovedinspeksjon av kabler avdekker store reparasjonsbehov eller ikke er tilstrekkelig for å fastslå skadetyper, konsekvenser, omfang eller årsaker, skal det anbefales at det utføres en spesialinspeksjon, se kapittel 6.7 Spesialinspeksjon. Det skal angis hvilke oppmålinger/ materialundersøkelser som skal utføres, i hvilke omfang og hvor de skal tas. For rapportering vises det til kapittel 8.2.



## 6.5.2 Visuell kontroll

Den visuelle kontrollen skal være at type nær visuelt som angitt for hovedinspeksjon i kapittel 6.4.2.

Dette innebærer at det skal utføres en nær visuell kontroll av alle kabler fra forankring til forankring og rundt hele tverrsnittet, øvre og nedre hengestangsfester og hengestenger. Dette kravet kan fravikes i spesielle tilfeller hvis en med sikkerhet kan oppdage forventede skader på større avstander. Dette kan være aktuelt for frie lengder av kabler eller hengestenger. I slike tilfeller skal det velges ut representative områder for nær visuell kontroll, mens øvrige områder kan kontrolleres på noe større avstand.

Alvorlige og karakteristiske skader skal illustreres ved fotografier eller skisser.

Tilkomstutstyr skal benyttes etter behov slik at det blir mulig å komme til på den foreskrevne avstanden. Se kapittel 4.2 Tilkomstutstyr.

Brua skal inspiseres slik at alle elementene blir kontrollert systematisk. Kabler, forankringer, tårn og hengestenger nummereres og merkes i samsvar med lokaliseringssystemet i kapittel 2.4.3.

Ved den visuelle kontrollen skal de enkelte elementene kontrolleres for skader, mangler og feil som angitt i listen nedenfor. Det vises til kapittel 9 Skadekatalog for vurdering av skadene.

### Bærekabler

- Trådbrudd. Kablene er mest utsatt for trådbrudd ved hengestangsfester, sadler og forankringshoder. Tegn på trådbrudd kan være langsgående riss i malingsbelegget langs kantene av den brukne tråden. Nye trådbrudd avmerkes på skisse med angivelse av kabelnummer og tilnærmet avstand fra tårn, hengestang el.
- Korrosjon. Kablene kontrolleres for utvendig korrosjon og tegn på innvendig korrosjon. Dette gjelder spesielt åpne kabler. Indikasjon på innvendig korrosjon er økning av kabeldiameteren
- Slitasje/gnissing. Kablene er ofte utsatt for slitasje/gnissing ved hengestangsfeste dersom hengestangen henger skjevt
- Kontroller om det tyter spinnemiddel ut fra det indre av kablene
- Overflatebehandlingens tilstand vurderes
- Det kontrolleres om det har foregått glidning mellom kabel og sadel
- Tettemasse ved sadler. Det skal påses at kablene er fullstendig omsluttet av tetningsmasse, der dette er benyttet, og at heften er god. Tetningsmassen skal være myk og elastisk og uten sprekker og skader.



Figur 6.5-1 Trådbrudd

#### Sadler/lager bærekabel

- Løse/manglende bolter, muttere eller klemlater
- Bevegelse
- Sprekker
- Korrosjonsskader
- Overflatebehandlingens tilstand
- Fuglereir eller annen tilsmussing inne på sadelen.

#### Forankringshoder

- Det kontrolleres at forankringshodene står riktig på stagene og at kabeltangente danner riktig vinkel
- Det kontrolleres om fugemassen mellom kabel og kabelhode er intakt. Fugemassen fjernes på et par kabelhoder i hver forankring. Hvis det oppdages korrosjon i fugen, må alle fugene tas opp for kontroll. Ny fugemasse av samme type må påføres etter grundig rengjøring
- Det kontrolleres om det er signing i utstøpt forankringskonus. Dette kan sees som uttyting av støpemasse langs kabelen ved kabelens innføring i kabelhode.

#### Kabelforankringer

- Noen kabelforankringer er utført slik at kabelhodet og deler av kablene er innstøpt. Denne betongen bør fjernes for å frigjøre kablene ned til forankringshodene
- Kabler/stag som går rett ned i løsmasser: Det vurderes om det bør utføres en delvis utgraving for å kartlegge tilstanden. Utgravingen må imidlertid ikke utføres slik at mothold for gravitasjonsforankringer svekkes.



Figur 6.5-2 Innstøpte kabelhoder



## Hengestangsfester

- Bevegelse. Det kontrolleres om hengestengene har glidd/ forskjøvet seg eller om hengestangsplatene har beveget seg slik at hengestengene tar bort i eller gnisser mot kablene
- Bevegelse. Ved hengestenger av kabel kan det oppstå signing mellom kabel og kabelhodet. Ved signing kan støpemetallet bli ekstrudert i tynne flak i fugen mellom hode og kabel
- Deformerte bolter, bøylor, etc.
- Sprekker eller brudd i bolter, bøylor etc.
- Skade på overflatebehandling
- Løse/manglende skruer, muttere, klembøylor, låsepinner, låseplater, etc.
- Korrosjon
- Slitasje/gnisning forårsaket av bevegelser i brua. Spesielt utsatt ved midten av brua der hengestengene er kortest.



Figur 6.5-3 Slitasje hengestangsfeste

## Hengestenger

- Deformasjon. F.eks. utbøyning pga. påkjørsel
- Sprekker eller brudd
- Skade på overflatebehandling
- Korrosjon. Hengestenger av kabel kontrolleres for tegn på innvendig korrosjon. Slike tegn kan være sprekker mellom trådene, rustvann som renner ut i bunnen og økt diameter. De korte hengestengene er som oftest mest utsatt da bevegelser her er størst
- Slitasje/gnisning forårsaket av bevegelser i brua
- Trådbrudd. Gjelder hengestenger av kabel. Eventuelle nye trådbrudd avmerkes på skisse med angivelse av hengestangsnummer
- Kontrollere om det tyter ut spinnemiddel fra hengestenger av kabel.



## 6.6 Hovedinspeksjon under vann

Det vises til prosess 87.16.

### 6.6.1 Omfang

Inspeksjonen omfatter en visuell kontroll av fundamenter under vann for å kontrollere at disse fyller sin funksjon. I dette inngår også kontroll av bunnforholdene. Det vurderes om det er behov for sondering av bunnen for å kontrollere eventuell pågående erosjon.

Når hovedinspeksjon under vann avdekker store reparasjonsbehov eller ikke er tilstrekkelig for å fastslå skadetyper, konsekvenser, omfang eller årsaker, kan det være aktuelt å utføre mer omfattende oppmålinger og materialundersøkelser.

Inspeksjonen skal utføres av dykker. Det kreves at dykker og utstyr har alle nødvendige sertifikater og godkjenninger i henhold til offentlig regelverk. Se kapittel 3.5 HMS.

For rapportering av hovedinspeksjon under vann vises det til kapittel 8.2.

### 6.6.2 Visuell kontroll

Den visuelle kontrollen skal være av type nær visuell. Med nær visuell kontroll menes at dykkeren skal kunne ta på de enkelte elementene.

For å kunne utføre den visuelle kontrollen må eventuell gjenstående forskaling og begroing fjernes i et slikt omfang at en får den nødvendig oversikt over fundamentflatenes tilstand. Det er ikke nødvendig å fjerne erosjonssikring for å få bort absolutt all forskaling. Ishud skal vanligvis ikke fjernes. Begroing fjernes med barkespade og/eller høytrykksspyling.

Skader skal tegnes inn på utbrett-tegninger av fundamentene i henhold til kapittel 2.4.6.

Fundamenter kontrolleres fra bunnen og opp til vannoverflaten inklusive tidevannssonen. Skader skal fotograferes og beskrives nøye.

Ved den visuelle kontrollen skal de enkelte elementene kontrolleres for skader, mangler og feil som angitt i listen nedenfor. Det vises til kapittel 9 Skadekatalog for vurdering av skadene.

#### Grunnen under vann

- Erosjon og/eller undergraving av fundamenter
- Oppstuvning av løsmasser, trær, kvist etc. som kan redusere vanngjennomløpet
- Skade på frilagte peler
- Skade på erosjonsbeskyttelse.



Figur 6.6-1 Erosjon og undergraving

#### Elementer av betong

- Setning/bevegelse av landkar, pilarer, etc.
- Riss og sprekker
- Armering med liten eller skadet overdekning
- Forvitring pga. frost, værpåkjønning etc. spesielt i tidevannssonen
- Støpesår og støpeskjøter med dårlig utstøping
- Bomskader
- Armeringskorrosjon og evt. avskallinger
- Utvaskede områder.



Figur 6.6-2 Utvaskingssoner

#### Elementer av stein

- Setning eller bevegelse
- Sprekker
- Utglidning, utrasing eller manglende steiner
- Utvasket/forvitret fugemørtel.

## Elementer av stål

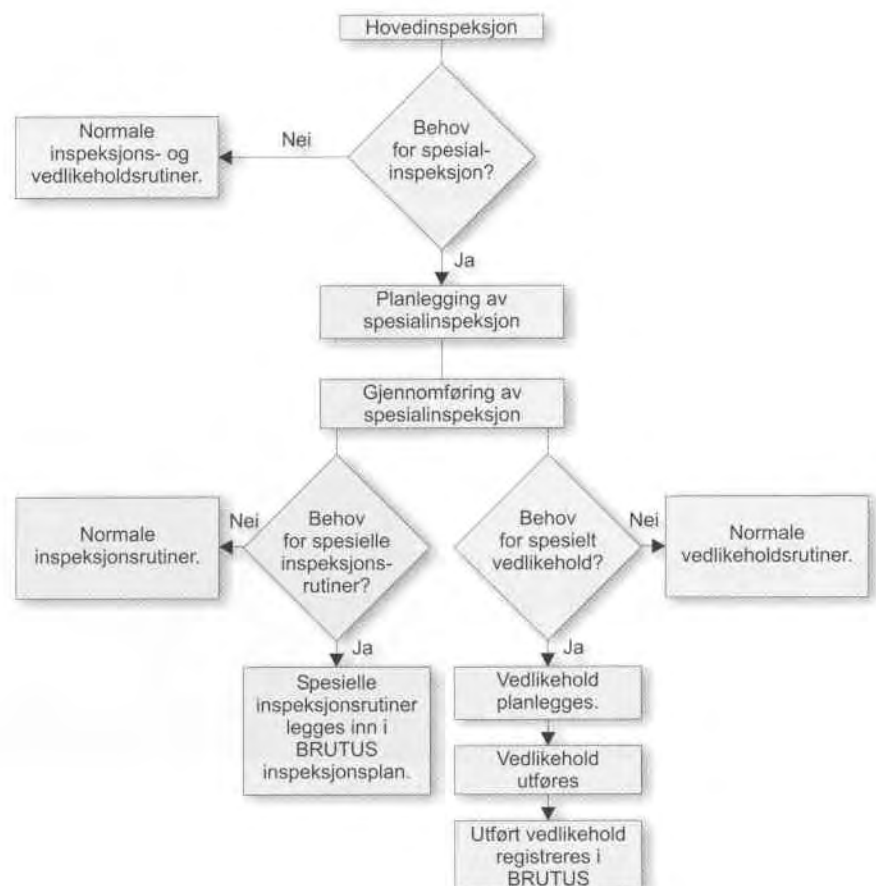
- Setning eller bevegelse
- Sprekker eller brudd
- Korrosjon
- Manglende avstivninger/deler
- Skade på katodisk beskyttelse.

## Elementer av tre

- Setning eller bevegelse
- Sprekker eller brudd
- Råteskader
- Manglende deler, avstivninger, etc.
- Korrosjon på festebolter og stag i stål
- Pelemark
- Isskuring/-slitasje.

## 6.7 Spesialinspeksjon

Det vises til prosess 87.17. I de tilfeller hvor spesialinspeksjon er initiert av en hovedinspeksjon kan gangen i inspeksjonsarbeidet være som illustrert i Figur 6.7-1.



Figur 6.7-1 Spesialinspeksjon initiert av hovedinspeksjon



### 6.7.1 Omfang

Spesialinspeksjon utføres på hele brua eller bare på spesielt utsatte eller skadede elementer. Spesialinspeksjon omfatter visuell kontroll og/eller oppmålinger/materialundersøkelser.

Type og omfang av oppmålinger og materialundersøkelser skal være som angitt ved tidligere inspeksjoner, men skal i tillegg vurderes av inspektøren. Dersom spesialinspeksjon ikke er initiert av en tidligere inspeksjon, vurderes behovet av inspektøren. Det vises til tabell Tabell 7.1-1 og kapittel 7.2 - 7.7.

Spesialinspeksjonen skal være så nøyaktig at skadetype, konsekvens, omfang og årsak kan bestemmes.

I spesialinspeksjon inngår nødvendige oppmålinger og statiske beregninger for å kontrollere bruas kapasitet.

Spesialinspeksjonen skal være grunnlaget for å bestemme vedlikeholdstiltak med kostnadsoverslag og utarbeide anbudsgrunnlag.

For rapportering vises det til kapittel 8.3.

### 6.7.2 Visuell kontroll

Den visuelle kontrollen skal være av type nær visuell på samme måte som angitt for hovedinspeksjon, det vises til kapittel 6.4.2. De enkelte elementene kontrolleres på samme måte som ved hovedinspeksjon.

## 6.8 Vedlikeholdstiltak – skadeomfang

Målsetningen med å utføre vedlikehold av bruer er at de skal ha den tilsiktede sikkerhet og standard i hele den planlagte levetiden.

#### Tidspunkt

Vedlikeholdet skal utføres på et tidspunkt hvor kostnadene er lavest mulig samtidig som bæreevnen opprettholdes og trafikantene gis nødvendig sikkerhet og framkommelighet. Videre skal det påses at bruene ikke påvirker miljøet de står i på en negativ måte.

#### Beskrivelse av tiltak

Når hovedinspeksjon avdekker skader som krever vedlikehold (skadegrad  $\geq 2$ ), skal det lages en beskrivelse av tiltaket samt et kostnadsoverslag.

#### Alternative strategier

Etter hovedinspeksjon eller spesialinspeksjon kan det være aktuelt å vurdere alternative strategier for tiltak i samsvar med Statens vegvesen håndbok 147: «Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer».

<b>Prosesskoden</b>	Beskrivelsen av tiltak skal bygges opp med prosesser i henhold til Statens vegvesen håndbok 026: «Prosesskode - 2, 1997». Mengdene som skal inn i de ulike prosessene bør i størst mulig grad bestemmes på brustedet.
<b>Tiltak på betong</b>	Omfanget av f. eks. mekaniske reparasjoner på ei betongbru bestemmes enklest ved å velge ut ett eller flere mindre, men representative områder eller prøvefelt. På disse områdene foretas en registrering/vurdering av omfanget av forskjellige skader. Dersom det planlegges å benytte spesielle reparasjonsmetoder som realkalisering, kloriduttrekk og katodisk beskyttelse bør det samtidig kontrolleres om det er forurensninger i overflaten (armeringsstoler av metall, spiker, bindtråd, etc.) som kan påvirke metodene både teknisk og økonomisk. Slike forurensninger i overflaten kan også påvirke overflatebehandling av betongen.
<b>Tiltak på stål</b>	På stålbruer hvor det er punkter med gjennomrusting kan det på samme måte som for betongbruer være aktuelt å foreta oppmålinger på et mindre, representativt område for å bestemme hvor store andeler av arealet som trenger full sandblåsing og oppbygging av nytt malingsbelegg.
<b>Overflatebehandling</b>	Flater som skal overflatebehandles beregnes imidlertid enklest fra originaltegninger. Dersom slike ikke finnes må det foretas en oppmåling. I noen tilfeller kan det være nødvendig å ta prøver for å bestemme malingstype og dermed behovet for oppsamling av støv og blåsesand utfra HMS-synspunkt. Valg av system ved overmaling vil også avhenge av eksisterende malingstype. I spesielle tilfeller kan det være fornuftig å utføre et prøveprosjekt med overflatebehandling av et begrenset område før utarbeidelse av endelig beskrivelse.
<b>Rekkverk</b>	Ved skade på rekkverk må en måle opp hvor mange løpemeter som må rettes og hvor mange som må skiftes helt ut. Antall stolper som må skiftes telles opp.
<b>Fuger</b>	Dersom det er aktuelt å skifte ut fugekonstruksjoner bør fugeåpningene kontrollmåles og temperatur registreres. Det er viktig å få avklart om fugeåpningene er tilstrekkelig store eller om de må utvides/snevres inn. I tillegg bør fugekonstruksjonenes lengde måles opp. Det bør også kontrolleres om det er rekkverksstolper som kan komme i konflikt med nye fugekonstruksjoner. Behov for jekking/justering av lagre pga. differansesetning må avklares.



# 7. Oppmålinger, materialundersøkelser og instrumentering

## 7.1 Generelt

For å få bedre grunnlag for å fastslå skadeomfang, skadeårsak, skadegrad og skadekonsekvens eller avdekke skjulte skader kan det være nødvendig å supplere den visuelle kontrollen med oppmålinger, materialundersøkelser og instrumentering.

Omfanget av disse målingene og undersøkelsene må vurderes i hvert enkelt tilfelle og vil være avhengig av:

- Inspeksjonstype
- Brutype
- Materialtype
- Klimabelastning
- Visuelle observasjoner.

Man må ha et realistisk bilde av behov og nytteverdi av målinger og undersøkelser slik at disse utføres målrettet. Dette vil være fornuftig med hensyn til kostnader og for de destruktive metodene også av utseendemessige årsaker.

I Tabell 7.1-1 er det satt opp en oversikt over hvilke oppmålinger og materialundersøkelser som er aktuelle ved de forskjellige inspeksjonstypene. Dersom oppmålinger og materialundersøkelser angitt for ferdigbefaring er dokumentert under bygging vil det ikke være nødvendig å gjenta dem ved ferdigbefaring.

For noen bruer kan det være iverksatt spesielle rutiner for oppmålinger, materialundersøkelser og/eller instrumentert overvåkning. Dette skal da fremgå av inspeksjonsplanen i BRUTUS.

Flere av oppmålingene og materialundersøkelsene krever spesielle rutiner og ekstra kvalitetssikring. Ofte kreves det også spesialkompetanse og spesialutstyr. Dette gjelder alltid for montasje av instrumentert overvåkning. Se også kapittel 8 Rapportering av inspeksjonsresultater.

Omfang

Spesielle rutiner



Aktuelle oppmålinger/ materialundersøkelser	INSPEKSJONSTYPER						
	Ferdigbetaring	Reklamasjonsbesikteligelse	Enkel inspeksjon	Hovedinspeksjon	Hovedinspeksjon kabler	Hovedinspeksjon under vann	Spesialinspeksjon
<b>Oppmålinger</b>							
· Nivellement	X	X		X			X
· Måling av horisontalavstander/forskyvninger	X	X		X	X		X
· Måling av slitelagstykkelse	X	(X)		X			X
· Måling av sporslitasje		X	X	X			X
· Jevnhetsmålinger	X						
· Måling av pilhøyder	X	(X)			X		X
· Registrering av bruer	X			X			X
· Oppmåling av frihøyde	X			X			X
<b>Materialundersøkelser, betong</b>							
· Armeringslokalisering/betongoverdekning	X			X			X
· Måling av karbonatiseringsdybde				X			X
· Måling av kloridinnhold	(X)	(X)		X			X
· Korrosjonsundersøkelse (EKP)							X
· Fasthetsbestemmelse							X
· Strukturanalyse							X
· Spennkabelkontroll							X
· Opphugning for korrosjonsbedømmelse							X
<b>Materialundersøkelser, stål</b>							
· Momentkontroll for skruer							X
· Nagle- og skruer kontroll							X
· Sveisekontroll							X
· Røntgenkontroll							X
· Ultralydkontroll							X
· Magnetpulverkontroll							X
· Fiberoptikk							X
· Godstykkelsesmåling med ultralyd							X
<b>Materialundersøkelser, stein og tre</b>							
· Fuktundersøkelser, tre							X
· Sopp/råte undersøkelse, tre							X
· Trykkfasthet, stein							X
<b>Kontroll overflatebelegg</b>							
· Tykkelse av overflatebelegg på betong	X						X
· Heft mellom overflatebelegg og betong	X						X
· Tykkelse av overflatebelegg på stål	X						X
· Heft mellom overflatebelegg og stål	X						X
· Kontroll av overflatebehandling av tre	X						X
<b>Avlesning av instrumentering</b>					X		X

Tabell 7.1-1 Vanlige oppmålinger og materialundersøkelser

Alle oppmålingene og materialundersøkelsene som er gjengitt i Tabell 7.1-1 er beskrevet i Statens vegvesen håndbok 026 «Prosesskode - 2, 1997. Standard arbeidsbeskrivelse for bruer og kaier», men i kapittel 7.2 - 7.8 er denne beskrivelsen supplert noe. Det er blant annet angitt hva hensikten med målingene/undersøkelsene er, fordeler og ulemper ved de forskjellige metodene og hva slags utstyr som er nødvendig. I tillegg er det henvist til aktuelle håndbøker for mer detaljerte beskrivelser.

## 7.2 Oppmålinger

### 7.2.1 Nivellement

Hensikt	Måle setninger, bevegelser og deformasjoner og følge opp eventuell utvikling.
Gjennomføring	<p>Det vises til prosess 87.1811. Behovet for nivellement på nye bruer er forskjellig fra eldre bruer. Dette gjenspeiler seg i krav til nivellement ved ferdigbefaring og ved øvrige inspeksjoner.</p> <p>Ved målinger på bruoverbygninger med mye tungtrafikk må vibrasjonenes innvirkning på måleresultatene vurderes. Ved store vibrasjoner bør målingene enten utføres på et tidspunkt med lite trafikk eller så må brua stenges under målearbeidet.</p>
Omfang	<p><b>Ferdigbefaring</b> Alle bruer skal nivelleres over hver akse og midt i hvert felt.</p> <p>På bruer som er fundamentert på løsmasser skal det settes inn bolter før nivellement. For bruer fundamentert på fjell er det normalt ikke behov for regelmessige målinger og det kreves ikke at det settes inn bolter.</p> <p>Det må tas stilling til om det skal foretas oppfølging i driftsfasen.</p> <p><b>Øvrige inspeksjoner</b> Dersom det ved ferdigbefaring er angitt at det skal være en oppfølging i driftsfasen må dette gjennomføres.</p> <p>Ved tegn til setninger, bevegelser eller deformasjoner skal det utføres nivellement. Det kan nivelleres direkte på elementene, men dersom utviklingen skal følges opp over tid må det monteres bolter.</p>
Utstyr	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nivelleringskikkert</li><li>• Stativ</li><li>• Nivelleringsstang</li><li>• Målebånd</li><li>• Evt. nivelleringsbolter og slagboremaskin.</li></ul>



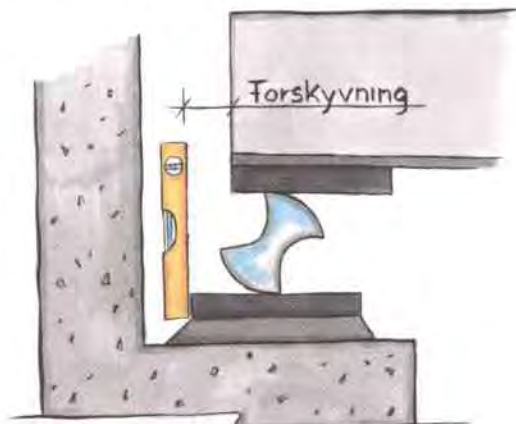
## 7.2.2 Måling av horisontalavstand/ forskyvning

Hensikt

Måle bevegelser av f.eks. landkar, pilarer, overbygning, etc.

Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1812. Bevegelser sees ofte på lagre og fugeåpninger og måles med tommestokk evt. med hjelp av et lite vater. Bevegelse av pilarer kan måles ved hjelp av lodd og loddesnor. Måling av bevegelser skal knyttes til en temperaturregistrering. Når bevegelser skal følges opp over tid skal det monteres bolter som målingene utføres mellom. For å fastslå hvilke deler som beveger seg kan det f.eks. benyttes en totalstasjon.



Figur 7.2-1 Måling av forskyvning

Omfang

### *Ferdigbefaring*

På alle bruer som har bevegelige lagre skal det foretas en kontroll av lagrenes plassering, orientering og eventuelt forskyvning. Det skal spesielt kontrolleres at lagrene er plassert og orientert i henhold til tegningene. Fugeåpninger med tilhørende temperatur i brua skal registreres.

### *Øvrige inspeksjoner*

Behovet for målinger vurderes i forbindelse med den visuelle kontrollen.

Utstyr

- Tommestokk
- Vater
- Lodd
- Loddesnor
- Termometer
- Eventuelt totalstasjon.

## 7.2.3 Måling av slitelagtykkelse

Hensikt

Måle asfaltslitelagets tykkelse på brudekker for å kontrollere at det er i samsvar med forutsetningene.

Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1813. På bruer som ligger i kurve kan slitelagtykkelsen variere i tverretningen.



## Omfang

### *Ferdigbefaring*

Det skal foretas minst 3 målinger i senterlinjen og på hver av sidene av brua pr. 100 m bru. Det skal som et minimum utføres 4 målinger pr. bru.

Måling av tykkelse på betongslitelag utføres som armeringslokalisering, se kapittel 7.3.1 Armeringslokalisering - overdekningsmålinger.

### *Øvrige inspeksjoner*

Behovet for målinger vurderes i forbindelse med den visuelle kontrollen. Måleomfanget bør være som for ferdigbefaring.

## Utstyr

- Tommestokk
- Drill
- Fyllmateriale til hull.

## Hensikt

### **7.2.4 Måling av sporslitasje**

Måle dybden av spor i slitelag pga. piggdekkslitasje.

## Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1814.



Figur 7.2-2 Måling av sporslitasje

## Omfang

### *Ferdigbefaring*

Måling av sporslitasje er ikke aktuelt.

### *Øvrige inspeksjoner*

Når sporslitasjen tilsier at det er behov for målinger skal det som et minimum utføres rettholtsmålinger i 2 snitt på brua, ett med minimumsslitasje og ett med maksimumsslitasje. For lange bruer (over 200 m) skal det utføres målinger i ett snitt for hver 100 m. Slitasjedybder skal registreres for hver 250 mm i tverretning.

Dersom sporslitasjen er så stor at fuktisolasjonen eller brudekket er synlig skal dette avmerkes spesielt.

## Utstyr

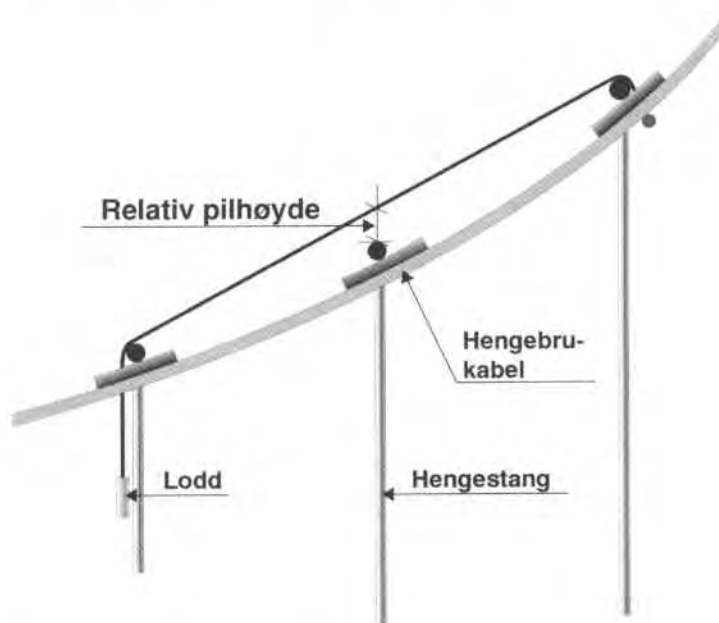
- Rettholt av aluminium
- Målekile.

## 7.2.5 Jevnhetsmålinger

Hensikt	Måle jevnhet av slitelag på nye bruer eller etter legging av nytt slitelag på eldre bruer.
Gjennomføring	Det vises til prosess 87.1815 og kravene i Statens vegvesens håndbok 145 «Brudekker - Fuktisolering og slitelag».
Omfang	<b>Ferdigbefaring</b> Jevnhetsmålingene kan utføres med rettholt eller målebil. Fugekonstruksjonenes høyde i forhold til slitelaget kontrolleres og registreres.  <b>Øvrige inspeksjoner</b> Jevnhetsmålinger utføres normalt ikke.
Utstyr	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rettholt, 1 eller 3 m med knaster</li><li>• Målekile.</li></ul>

## 7.2.6 Måling av pilhøyder

Hensikt	Måle relative pilhøyder på hengebrukabler for å kontrollere lasten i hengestengene.
Gjennomføring	Pilhøyden måles med en snor (evt. en pianotråd) som vist i Figur 7.2-3. I enden av snoren henges et lodd eller det brukes en fjærvekt. Den vertikale avstanden fra den midterste hengestangen opp til den stramme snoren (pilhøyden) måles. Prosedyren gjentas for alle hengestengene, på begge sider av brua. Pilhøyden er normalt den samme over hele brua, men kan variere noe inn mot tårnene på grunn av avstanden mellom siste hengestang og tårn og oppskruing av avstivningsbærene. Det er viktig at brua ikke er belastet med trafikk eller lift når målingene utføres.



Figur 7.2-3 Måling av relative pilhøyder

<b>Omfang</b>	<p><b>Ferdigbefaring</b> Måling av pillhøyder skal normalt utføres i forbindelse med bygging. Dersom det ikke kan dokumenteres at disse målingene er utført under bygging skal de utføres ved ferdigbefaring.</p> <p><b>Hovedinspeksjon kabler - spesialinspeksjon</b> Behovet for målinger vurderes i forbindelse med den visuelle kontrollen.</p>
<b>Utstyr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Snor (evt. pianotråd)</li> <li>• Lodd (evt. fjærvekt)</li> <li>• Tømmestokk.</li> </ul>

### 7.2.7 Registrering av bruer

<b>Hensikt</b>	<p>Registrere manglende data om bruer (elementer, elementtyper, størrelser etc.), utføre merking, skilting og opptegning av bruer (ferdigbrutegning) samt innlegging av data i arkiv og/eller data-systemer.</p>
<b>Gjennomføring</b>	<p>Det vises til prosess 87.1817. Gjennomføring og utstyrsbehov vil variere med oppgave som skal utføres.</p>

<b>Omfang</b>	<p><b>Ferdigbefaring</b> Dersom registrering av nye bruer ikke er utført i forbindelse med bygging skal det senest utføres ved ferdigbefaring.</p> <p><b>Hovedinspeksjon - spesialinspeksjon</b> Det kontrolleres at dataene i BRUTUS er riktige. Ved ombygninger, forsterkninger etc. foretas ekstra kontroll.</p>
<b>Utstyr</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trippsteller</li> <li>• Bruskilt og utstyr for innfesting</li> <li>• Tømmestokk</li> <li>• Målebånd</li> <li>• Fotoapparat</li> <li>• Landmålingsutstyr.</li> </ul>

### 7.2.8 Oppmåling av frihøyde

<b>Hensikt</b>	<p>Måle frihøyde for bruer over vegger og seilingshøyder for bruer over sjø/vann.</p>
<b>Gjennomføring</b>	<p>Det vises til prosess 87.1818. Etter asfaltering og andre endringer på vegen eller f.eks. ved spesialtransporter kan det være nødvendig å kontrollmåle frihøyder. Avhengig av bruas utforming og formålet med oppmålingen kan det være aktuelt å måle både maksimums- og minimumshøyder.</p>
<b>Omfang</b>	<p><b>Ferdigbefaring</b> Dersom oppmåling av frihøyde for nye bruer ikke er utført i forbindelse med bygging skal det senest utføres ved ferdigbefaring.</p>



### *Hovedinspeksjon - spesialinspeksjon*

Oppmåling av frihøyde utføres der det har vært utført asfaltering eller andre arbeider som hatt innvirkning på frihøyden.

#### Utstyr

- Målebånd
- Målestang (teleskopstang)
- Landmålingsutstyr.

## 7.3 Materialundersøkelser, betong

I det følgende er det gitt en beskrivelse av de materialundersøkelser som kan være aktuelle ved inspeksjon av bruer og bruelementer av betong.

Når en skal vurdere tilstanden til en betongkonstruksjon er det viktig at de forskjellige materialundersøkelsene sees i sammenheng.

Lokalisering av materialundersøkelser på kystbruer er behandlet spesielt i kapittel 7.3.9.

#### Igjenstøping

Flere av materialundersøkelsene som utføres på betong krever at det bores hull eller meisles sår i betongen. For disse undersøkelsene er det i Prosesskode-2 satt et krav om at hullene/sårene skal støpes igjen, men det er ikke angitt hvordan dette skal gjøres. Det anbefales å bruke følgende prosedyre for dette:

#### ***Borhull med diameter < 25 mm***

Hullene fylles med grå overmalbar enkomponent polyuretan fugemasse, eller egnet sementmørtel.

Hullene fylles fullstendig ved at det pumpes med fugepistol gjennom et rør som er trykket til bunns i hullet, for så å trekke røret ut etterhvert som hullet fylles.

#### ***Hull etter kjerneboring eller større utmeislede sår***

Hull/sår rengjøres for støv og løse biter, forvannes og tørkes for fritt vann. Reparasjonsmørtel blandes til passende konsistens og fylles i hullet til 2-3 cm fra overflaten. Etter at mørtelen har satt seg, mørtles det helt ut i flukt med overflaten. Overflaten påføres umiddelbart elastisk sementbasert tykkfilmsbelegg.

Mørtel som benyttes for reparasjon av hull etter kjerneboring eller større utmeislede sår skal tilfredsstille de samme krav som reparasjonsmørtel ved mekanisk reparasjon.

### 7.3.1 Armeringslokalisering - overdekningsmålinger

#### Hensikt

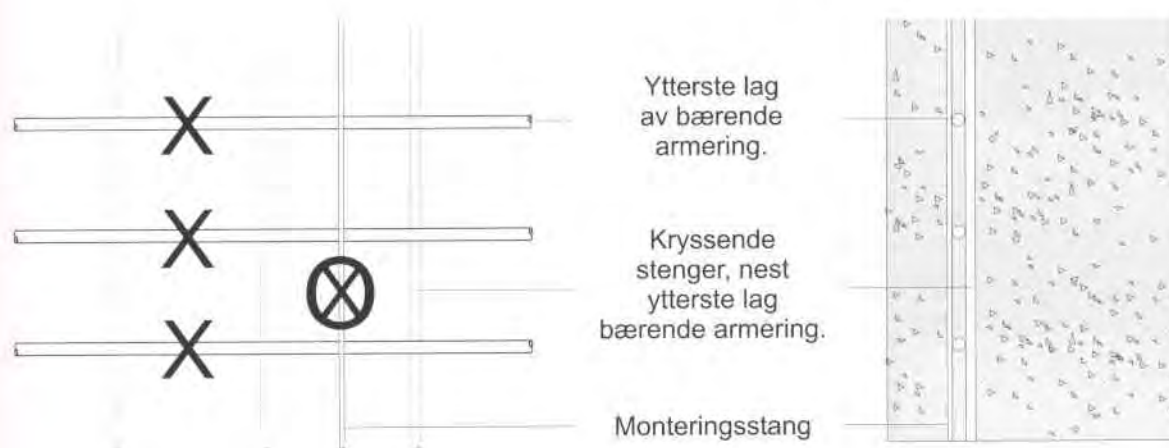
Finne armeringens beliggenhet og måle armeringens overdekning.

#### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1821 og Statens vegvesen håndbok 015 «Feltundersøkelser» metode 15.542.

Ved nøyaktige målinger benyttes Prosesskodens beskrivelse av en overdekningsmåling. Ved overdekningsmålinger av mer stikkprøvemessig karakter kan forenkles som følger:

I området hvor overdekning skal måles, lokaliseres retning og beliggenhet av bærende armering og eventuelt nærmeste monteringsstang. Overdekningen måles på minimum 3 stenger i det ytterste laget av bærende armering. Målingene utføres midt mellom kryssende stenger, se Figur 7.3-1. Overdekningen for eventuelle monteringsstenger måles i minimum ett punkt.



- X Målepunkt bærende armering  
⊗ Målepunkt monteringsstenger

Figur 7.3-1 Definisjon av en overdekningsmåling ved stikkprøvekontroll.

Overdekningsmålingene rapporteres med de tre målte verdiene for bærende armering samt gjennomsnittet av disse. I tillegg rapporteres overdekningen for monteringsstangen.

#### Omfang

#### Generelt

Måling av overdekning kan være aktuelt i følgende tilfeller:

- Elementer hvor det er sannsynlig at overdekningen er mindre enn beskrevet, f.eks. undersiden av brudekker, områder med tett armeringsføring, områder med omfarings skjøter.
- Elementer hvor det ikke er benyttet armeringsstoler/ monteringsstenger.
- Elementer hvor det er synlig korroderende armering med liten overdekning.
- Elementer med stor kloridbelastning.
- I punkter hvor det utføres andre materialundersøkelser.



### *Ferdigbefaring*

Ved ferdigbefaringer skal overdekningen kontrolleres på alle elementer av betong dersom dette ikke er utført tidligere i byggeperioden. På små bruer som kulverter og platebruer i ett spenn bør det tas minst 10 overdekningsmålinger fordelt på overbygning og underbygning. På større bruer må omfanget vurderes, men bør ligge mellom 5 og 10 målinger pr. 100 m<sup>2</sup> betongoverflate.

### *Hovedinspeksjon*

Ved mistanke om liten overdekning utføres stikkprøvekontroll av overdekning. Dersom mistanke bekreftes kan eventuelt omfanget utvides.

### *Spesialinspeksjon*

Overdekningsmålinger utføres i henhold til spesiell beskrivelse. Omfang og lokalisering tilpasses ved utførelse.



Figur 7.3-2 Overdekningsmåler

#### Utstyr

- Overdekningsmåler (covermeter)
- Evt. armeringstegninger
- Tommestokk
- Skyvelære
- Kritt
- Slagboremaskin for kontrollmåling
- Materialer og utstyr for igjenstøping av hull.

#### Fordeler og ulemper

Metoden er enkel, ikke-destruktiv og hurtig slik at en kan kontrollere store områder på kort tid. Ulempen er at noen overdekningsmålere viser feil overdekning ved tett armering. Overdekningsmålerne må derfor kalibreres for forskjellig armeringstetthet.



### 7.3.2 Måling av karbonatiseringsdybde

Hensikt Måle karbonatiseringsdybden i betong for å vurdere fare for armeringskorrosjon eller finne skadeårsak.

Karbonatisering vil føre til armeringskorrosjon dersom karbonatiseringsfronten når armeringen. Karbonatisering av betong går raskest i tørt klima (innlandsstrøk) og/eller i områder med forurensing fra trafikk og industri.

Karbonatisering er normalt ikke et problem når betongen er av god kvalitet og overdekningen er beskrevet og utført med 30 mm eller mer.

#### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1822 og Statens vegvesen håndbok 015: «Feltundersøkelser» metode 15.554.



Figur 7.3-3 Karbonisert betong

#### Omfang

##### Generelt

Måling av karbonatiseringsdybde er aktuelt i følgende tilfeller:

- Bruer bygd under eller rett etter krigen
- Eldre slakkarmerte bjelkebruer med tett armeringsføring i underkant bjelke og eventuelt utstøpt med finsats
- Elementer med liten overdekning (10-30 mm)
- Elementer hvor det er synlig korroderende armering
- Elementer med porøs og dårlig betong
- Ved opphugninger og ved uttak av kloridprofiler.

##### Ferdigbefaring

Måling av karbonatiseringsdybde utføres ikke ved ferdigbefaring.

##### Hovedinspeksjon

Når det er mistanke om at karbonatisering kan være et problem, utføres stikkprøvekontroll. Omfanget må være tilstrekkelig til å avgjøre om karbonatisering er et problem for den aktuelle brua eller ikke. Dersom mistanke bekreftes kan omfanget eventuelt utvides og det bør også utføres måling av overdekning, jf kapittel 7.3.1, slik at fordeling av overdekning og karbonatisering kan kartlegges. Alternativt beskrives spesialinspeksjon.

### *Spesialinspeksjon*

Måling av karbonatiseringsdybder utføres i henhold til spesiell beskrivelse. Omfang og lokalisering tilpasses ved utførelse.

#### Fordeler og ulemper

Metoden er svært enkel, men krever hugging eller boring i konstruksjonen.

#### Utstyr

- 1% fenolftaleinoppløsning, evt. 1g fenolftalein i 1 l 50/50 vann/etanol
- Sprayflaske
- Tømmestokk
- Skyvelære
- Hammer
- Meisel
- Rent vann
- Materialer og utstyr for igjenstøping av hull
- Evt. kjerneboringsutstyr.

#### Hensikt

### 7.3.3 Måling av kloridinnhold

Måle kloridinnholdet i herdet betong i forskjellige dybdenivåer for å vurdere fare for armeringskorrosjon eller finne skadeårsak.

Kloridinntrengning vil forårsake armeringskorrosjon dersom kloridkonsentrasjonen i nivå med armeringen blir for høy. Grense for kritisk kloridinnhold, dvs. kloridinnhold som kan føre til armeringskorrosjon, ble tidligere antatt å være ca. 0.06 % av betongvekt (0,4 % av sementvekt). Erfaring fra bruer som forvaltes av Statens vegvesen er imidlertid at kloridinnholdet kan være langt høyere uten at det pågår skadelig armeringskorrosjon.

Følgende forhold har betydning for korrosjonshastigheten og må sees i sammenheng med registrert kloridinnhold:

- Betongens tetthet mot oksygentransport (betongkvalitet, overdekningens tykkelse)
- Betongens elektrokjemiske egenskaper (variasjon i betongkvalitet, høyt fuktinnhold, variasjon i fuktinnhold, mulige makroceller).

Klorider kan komme inn i betongen fra tre ulike kilder:

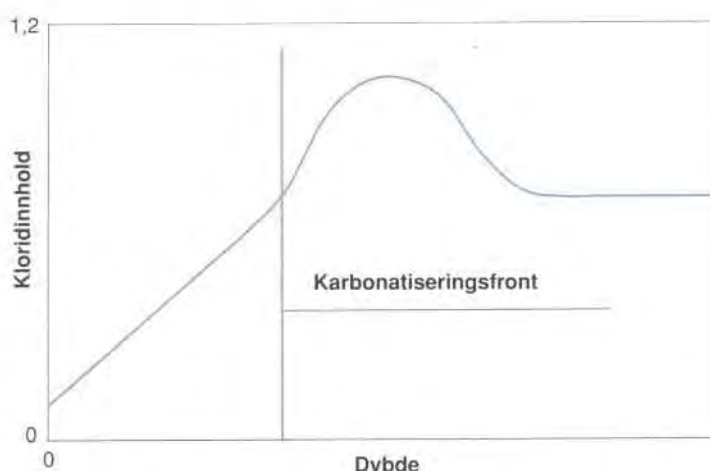
- Innstøpte klorider
- Tinesalter
- Marint klima.

#### *Innstøpte klorider*

Innstøpte klorider finnes i eldre bruer pga. bruk av sjøvann, kloridholdig tilslag eller kloridholdig akselerator. Bruk av sjøvann og sjøgrabbet tilslag ble tidligere akseptert og finnes i flere eldre bruer langs kysten.

Kalsiumklorid (CaCl) er brukt som akselerator spesielt av betong-elementindustrien for å frigjøre formene raskt for ny støp. Slike elementer kan blant annet finnes i underkant av brudekker på stålplatebærere hvor brudekket delvis er prefabrikkert.

Innstøpte klorider vil gi et flatt kloridprofil dypt inn i betongen. Kloridprofilen kan overlages av klorider som trenger inn i betongen utenfra. Det vil også påvirkes av karbonatisering ved at betongens evne til å binde klorider reduseres. Kloridprofilen får da lav verdi i karbonatisert betong og en pukkel med høyere konsentrasjon i forkant av karbonatiseringsfronten før konsentrasjonen flater ut på innstøpt nivå, se Figur 7.3-4.



Figur 7.3-4 Kloridprofil, innstøpte klorider i karbonatisert betong

### **Tinesalter**

Klorider fra tinesalter eller strøsand iblandet salt vil kunne trenge inn i brudekker fra oversiden dersom brua ikke er utstyrt med fuktisolering. Kantdragere og undersiden av brudekker langs bruas sidekanter er utsatte områder. Det samme gjelder fugekonstruksjoner, søyler på overgangsruer, landkar og kulvertvegger i avstand 0-2 m fra veg, lokale områder under vannavløp og ellers i svanker etc. hvor vann blir stående.

### **Marint klima**

Utsatte områder på kystruer i betong er beskrevet i kapittel 7.3.9.

## **Gjennomføring**

Det vises til prosess 87.1823 og Statens vegvesens håndbøker 014 «Laboratorieundersøkelser» og 015 «Feltundersøkelser».

Dybdeintervallene og antall intervaller i et profil må vurderes med bakgrunn i armeringens plassering og formålet med undersøkelsen. Intervallene i Prosesskode-2 kan i noen tilfeller være litt grove. Alternative dybdeintervaller for henholdsvis 30 mm og 50 mm prosjektert overdekning kan f. eks. være:

**30 mm** prosjektert overdekning: 2-10 mm, 10-20 mm, 20-30 mm, 30-45 mm og 45-70 mm.  
**50 mm** prosjektert overdekning: 2-15 mm, 15-30 mm, 30-50 mm, 50-75 mm og 75-100 mm.



Støv bores ut med 18 mm bor og uttak fra 4 hull pr. prøve. Hullene plasseres som hjørnene i et kvadrat 5 x 5 cm.

## Metoder

Valg av metode (felt eller laboratorium) for å analysere betongstøvet avhenger først og fremst av kravet til nøyaktighet og kostnader.

### *Feltmetoder*

De vanligste feltmetodene er **RCT (Rapid Chloride Test)** og **Quantab**, det vises til Statens vegvesen håndbok 015 «Feltundersøkelser» metode 15.552 og 15.553. Disse metodene er mindre nøyaktige enn laboratoriemetodene, men vil i de fleste tilfellene ha tilstrekkelig nøyaktighet dersom de kontrolleres mot referansestøv eller laboratoriemetoder.

## Utstyr

- Utstyr for prøveuttak (slagboremaskin)
- Plastposer til betongstøv
- Tusj for merking av prøver
- Materialer og utstyr for igjenstøping av hull
- Analyseutstyr (feltsett)
- Vekt med 1/10 grams nøyaktighet
- Referansestøv.



Figur 7.3-5 Utboring av betongstøv



Figur 7.3-6 Analyse koffert RCT

### *Laboratoriemetoder*

De vanligste laboratoriemetodene er **potensiometrisk titrering** og **Volhardts metode**. Når det er krav om stor nøyaktighet på analyseresultatene må det benyttes laboratoriemetoder.

Analysemetodene er beskrevet i Statens vegvesen håndbok 014 «Laboratorieundersøkelser». Volhardts metode er beskrevet i NS 3671.

## Omfang

### *Ferdigbefaring*

På nye store kystbru er etablert rutiner for kloridmålinger på et utvalg utsatte konstruksjonselementer. Kloridinntrengning følges opp ved gjentatte målinger ved fremtidige hovedinspeksjoner.

Forøvrig utføres ikke måling av kloridinnhold ved ferdigbefaring.

### *Hovedinspeksjon*

Ved mistanke om innstøpte klorider f.eks. ved synlig korrosjonsprodukter, avskallinger og korroderende armering på betongoverflaten, utføres måling av kloridinnhold.

På vegruter som saltes bør det foretas stikkprøvemåling av kloridinnhold i utsatte områder som søyler på overgangsbruer og kantdragere på bruer langs vegruten. Dette er mest aktuelt for bruer bygd etter eldre regelverk, dvs. før 1996/97.

Det bør gjøres gjentagne målinger av kloridinnhold ved hver hovedinspeksjon i tilnærmet samme lokalisering for å følge opp over tid. På denne måten kan tiltak iverksettes på et tidlig tidspunkt dersom det er behov.

På nye store kystbruer følges rutiner for måling av kloridinnhold opp eller etableres.

På eldre kystbruer som ikke er kontrollert med hensyn på kloridinntrengning tidligere utføres stikkprøvekontroll. Behov for spesialinspeksjon med mer omfattende materialundersøkelser vurderes.

På eldre kystbruer hvor kloridinnholdet er kontrollert tidligere utføres nye kloridmålinger etter behov.

Måling av overdekning og karbonatiseringsdybde bør utføres samtidig som det bores ut støv for kloridmåling. Alternativt utføres spesialinspeksjon med omfattende materialundersøkelser eventuelt med EKP-målinger.

### *Spesialinspeksjon*

Måling av kloridinnhold utføres i henhold til spesiell beskrivelse. Omfang og lokalisering tilpasses ved utførelse.

Feltmetodene er enkle å utføre og er billige, men de er mindre nøyaktige enn laboratoriemetodene. Analyser med laboratoriemetoder er tidkrevende og kostbart, men gir stor nøyaktighet.

## **7.3.4 Korrosjonsundersøkelse (EKP)**

Hensikt Måle armeringens elektrokjemiske potensiale (EKP) og tilhørende motstand for å vurdere sannsynligheten for at det foregår armeringskorrosjon.

Det vises til prosess 87.1824, Statens vegvesens håndbok 015 «Feltundersøkelser» metode 15.551 og Statens vegvesen, Bruavdelingen: «Anbefalinger til ElektroKjemisk Potensialmålestyr (EKP)», rapport 94-16 Bru.

### *Generelt*

EKP-målinger utføres dersom det er mistanke om skjult armeringskorrosjon.

#### **Fordeler og ulemper**

#### **Gjennomføring**

#### **Omfang**



### *Ferdigbefaring, hovedinspeksjon*

EKP-målinger utføres normalt ikke i forbindelse med ferdigbefaring og hovedinspeksjon. Behov vurderes ved hovedinspeksjoner med utgangspunkt i visuelle observasjoner og resultater fra måling av karboniseringsdybder og kloridinnhold.

### *Spesialinspeksjon*

EKP-målinger utføres i henhold til spesiell beskrivelse. EKP-målinger skal verifiseres med opphugninger, det vises til kapittel 7.3.8. Kloridinnhold, karboniseringsdybde og overdekning bør måles i opphugningspunktet.



Figur 7.3-7 EKP-måling

#### Fordeler og ulemper

Metoden er enkel, ikke-destruktiv og relativt hurtig slik at man kan kontrollere store områder. Metoden kan gi et godt bilde av armeringens tilstand i øyeblikket. Korrosjonsfare kan oppdages i en tidlig fase før det har oppstått synlige skader. Personell med spesialkompetanse må benyttes både til feltarbeid og til tolkning av resultatene. Metoden registrerer ikke korrosjonshastighet.

#### Utstyr

- EKP-utstyr:
- Måleelektrode
  - Voltmeter
  - Kabler
  - Datalogger
- Annet:
- Dusjeflaske til oppfukning av betongen
  - Overdekningsmåler
  - Meiselmaskin
  - Klyper til etablering av armeringskontakt
  - Kritt
  - Stålbørste.

### 7.3.5 Fasthetsbestemmelse

#### Hensikt

Bestemme trykkfasthet for herdet betong dersom det f. eks. er mistanke om undermåls betong.



## Metoder

Trykkfastheten kan blant annet bestemmes ved:

- Trykkprøving av utborede kjerner
- Slaghammer.

## Gjennomføring

### *Trykkprøving av utborede kjerner*

Det vises til prosess 87.1825, Statens vegvesen håndbok 015 «Feltundersøkelser» for utboring av betongkjerner og Statens vegvesen håndbok 014 «Laboratorieundersøkelser» for trykkprøving av betongkjerner.

## Fordeler og ulemper

Metoden gir en nøyaktig verdi for betongtrykkfastheten i den aktuelle kjernen. Trykkprøvingen krever kostbart utstyr og må regnes som tidkrevende. Metoden er destruktiv og man må være forsiktig ved utboring slik at ikke armering skades. Kjerneboring i spennarmerte bruelementer utføres kun i helt spesielle tilfeller.

## Utstyr

- Kjerneboringsutstyr
- Materialer og utstyr for igjenstøping av hull
- Trykkprøvemaskin.



Figur 7.3-8 Utboring av betongkjerne

### *Slaghammer*

Det vises til Statens vegvesens håndbok 015 «Feltundersøkelser» metode 15.544.

## Gjennomføring



Figur 7.3-9 Måling av betongfasthet med slaghammer

**Fordeler og ulemper**

Metoden er svært rask, enkel og billig i bruk. Resultatene fra målingene vil være svært unøyaktige på grunn av alle usikkerhetsfaktorene. Verdiene kan imidlertid brukes for å få et bilde av hvordan trykkfastheten varierer i ulike elementene. Metoden gir bare verdier for betongoverflaten.

**Utstyr**

- Schmidhammer eller pendelhammer.

**Omfang****Generelt**

Betongfasthet er sjelden lavere enn det som er lagt til grunn ved dimensjonering. Behov for fasthetsbestemmelse ved rutinemessige inspeksjoner er som regel ikke til stede.

**Ferdigbefaring, hovedinspeksjon**

Fasthetsbestemmelse utføres normalt ikke.

**Spesialinspeksjon**

Fasthetsbestemmelse kan være aktuelt dersom bæreevnen er for lav og verifikasjon av virkelig fasthet kan gi beregningsmessig gevinst.

**Hensikt****7.3.6 Strukturanalyse**

Bestemme betongens struktur ved planslipanalyser og/eller tynnslipanalyser for blant annet å finne skadeårsak (f. eks. om det er alkalireaktivt tilslag).

**Gjennomføring**

Betongstrukturen analyseres ved hjelp av planslip eller tynnslip avhengig av hva som er formålet med analysen. Begge analysene utføres på utborede borkjerner og må utføres i laboratorium.

**Planslip**

Ved en planslipanalyse blir en betongkjerne saget over langs midtaksen, polert og overflatebehandlet. Et planslip gir informasjon om:

- V/c-tall
- Homogenitet i bindemiddel
- Fordeling av tilslag (kvalitativt)
- Luftinnhold/avstandsfaktor (frostbestandighet)
- Oppsprekking.

**Tynnslip**

Et tynnslip har normalt en størrelse på 40 x 45 mm og blir slipt ned til 20-25 µm. Et tynnslip gir i tillegg til det som er angitt for planslip opplysninger om:

- Karbonatisering
- Hydratiseringsgrad (kvalitativ)
- Tilslagstype
- Kjemiske reaksjoner som f.eks. alkalireaksjoner.

**Omfang****Ferdigbefaring, hovedinspeksjon**

Strukturanalyse utføres ikke.

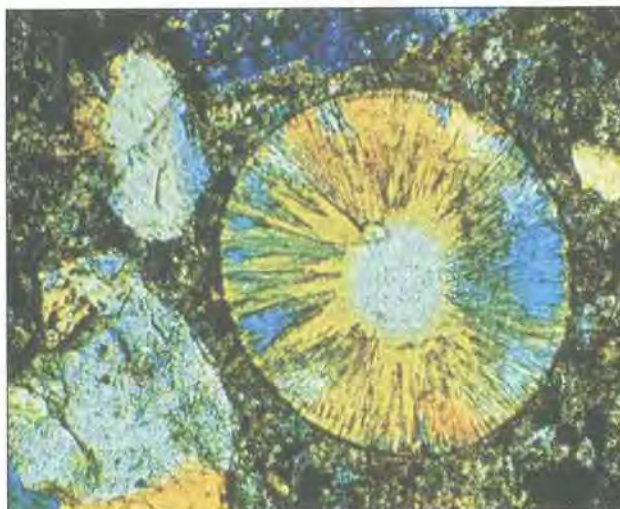


### *Spesialinspeksjon*

Strukturanalyse utføres kun ved behov, f.eks. ved mistanke om alkalireaksjoner.

#### Fordeler og ulemper

Planslip og tynnslip er gode metoder for bestemmelse av betongens kvalitet, men de er destruktive, kostbare og tidkrevende. De er bare aktuelle å bruke når eventuelle skader og skadeårsaker ikke kan fastslås på annen måte eller når det er viktig å finne betongens sammensetning. Det er bare en liten bit av hele konstruksjonen som analyseres. Det er derfor viktig å ta ut representative borkjerner og ikke trekke for omfattende konklusjoner basert på analysene.



Figur 7.3-10 Tynnslipanalyse (Foto NBI)

#### Utstyr

- Kjerneboringsutstyr
- Analyseutstyr i laboratorium.

#### Hensikt

### 7.3.7 Spennkabelkontroll

Foreta en kontroll av tilstanden til forspente og etterspente kabler i betong. Kontroll av etterspente kabler kan være aktuell dersom det er mistanke om mangelfull injisering. Mangelfull injisering kan få svært alvorlige konsekvenser for bruas bæreevne.

#### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1827. Kontroll av etterspente kabler er vanskelig og må bare gjøres av firmaer med spesialkompetanse og spesialutstyr og kun etter samråd med brukonstruktører.

For lokalisering av skader kan det være aktuelt å benytte ultralyd, røntgen eller endoskop med fiberoptikk. Bruk av endoskop med fiberoptikk krever at det bores hull inn til kabelrørene. Man bør da ha en oppfatning av hvor hulrommet/skaden er lokalisert. Det kan få alvorlige konsekvenser dersom man borer feil og skader en spennkabel.

#### Omfang

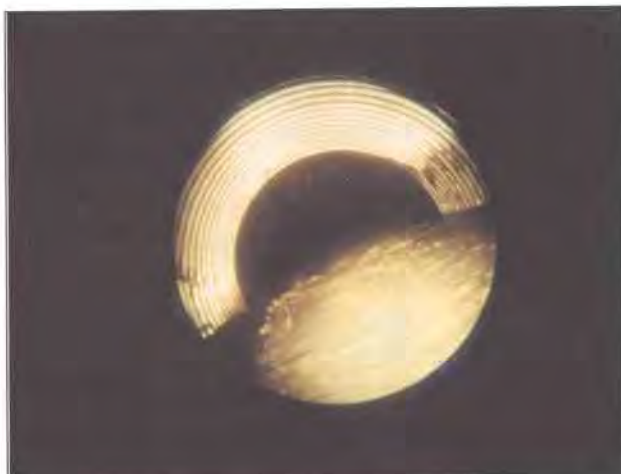
### *Ferdigbefaring, hovedinspeksjon*

Spennkabelkontroll utføres normalt ikke.



### Spesialinspeksjon

Spennkabelkontroll utføres etter behov, f.eks. ved mistanke om dårlig injiserte kabelrør.



Figur 7.3-11 Fiberoptikkundersøkelse av spennkabel.

#### Fordeler og ulemper

Metoden kan gi god oversikt over tilstanden inne i kabelrøret, men den er destruktiv og det er svært vanskelig å treffe kabelrør og hulrom. Det er også fare for å skade kabelen.

#### Utstyr

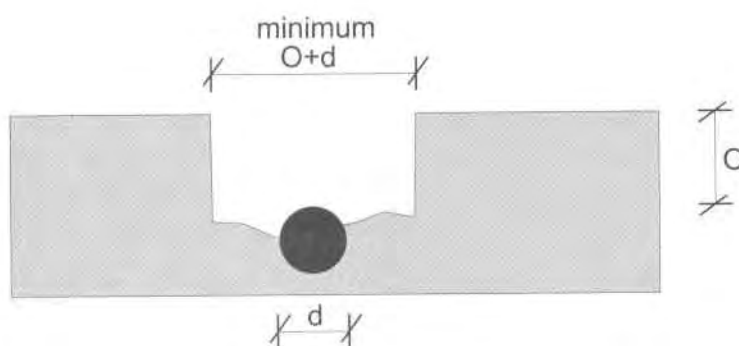
Må bestemmes i hvert enkelt tilfelle.

#### Hensikt

Foreta en visuell kontroll av armeringens korrosjonstilstand samt registrere armeringstype og diameter. I tillegg måles overdekningen.

#### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1828. I de fleste tilfeller er det tilstrekkelig at bredden av opphugningen tilpasses armeringsdimensjon og overdekning slik at minimum bredde er overdekningen pluss armeringsdiameter ( $o + d$ ), se Figur 7.3-12. Ca.  $1/3$  til  $1/2$  av armeringsjernets omkrets bør frilegges i en lengde av minimum 0,3 m.



Figur 7.3-12 Anbefalt bredde og dybde av opphugning

Armeringens rustgrad vurderes etter følgende skala:

- Rustgrad A: Helt uskadet armering med matt grå hinne.
- Rustgrad B: En kan se de første små spor av rust (må vurdere om dette er fra byggetiden).
- Rustgrad C: Jevnt fordelt overflaterust.
- Rustgrad D: Kraftig avskallende overflaterust og tydelig tverrsnittsreduksjon.
- Rustgrad E: Groptæring.

Rustgradene er illustrert i Figur 7.3-13 - Figur 7.3-17.



*Figur 7.3-13 Eksempel på rustgrad A*



*Figur 7.3-14 Eksempel på rustgrad B*





*Figur 7.3-15 Eksempel på rustgrad C*



*Figur 7.3-16 Eksempel på rustgrad D*



*Figur 7.3-17 Eksempel på rustgrad E*



## Fordeler og ulemper

Opphugning viser armeringens virkelige korrosjonstilstand og gir samtidig en kontroll på resultater fra andre materialundersøkelser. Metoden er destruktiv og bør bare benyttes i svært begrenset omfang. En må være oppmerksom på at opphugningsområdet ikke nødvendigvis er representativt for hele brua.

## Omfang

### *Ferdigbefaring, hovedinspeksjon*

Opphugning for korrosjonsbedømmelse utføres normalt ikke. Kan imidlertid være aktuelt ved synlige korrosjonsutslag for å vurdere reduksjon av armeringstverrsnitt.

### *Spesialinspeksjon*

Opphugning for korrosjonsbedømmelse utføres normalt for å verifisere EKP-målinger i områder med skjult korrosjon. I slike tilfeller skal det ikke hugges opp i områder med synlig korrosjonsutslag.

Dersom spesiell beskrivelse ikke sier noe annet, skal det i sammenhengende potensialmålte felt gjøres en opphugning ved hver av følgende lokaliseringer:

- Ved de laveste potensialene
- Ved de midlere potensialene
- Ved de høyeste potensialene.

Ved opphugninger for å verifisere EKP-målinger utføres følgende andre materialundersøkelser i opphugningen i nevnte rekkefølge:

1. EKP-målinger (registrering av potensial og motstand)
2. Måling av betongoverdekning
3. Måling av kloridinnhold med sjikt tilpasset målt overdekning slik at kloridnivået ved armeringen måles i et av sjiktene
4. Opphugning og bedømmelse av rustgrad og tverrsnittsreduksjon
5. Måling av karbonatiseringsdybde
6. Måling av virkelig overdekning for kontroll av overdekningsmåler
7. Gjenstøping.

Opphugning kan også utføres for å vurdere omfanget av armeringskorrosjon. Ved bom bør bomområdet hugges ut for å bedømme reduksjon av armeringstverrsnittet. Det samme gjelder for områder med synlige korrosjonsprodukter på betongoverflaten. Dette bør spesielt utføres dersom bom/korrosjonsprodukter opptrer i statisk påkjente områder.

## Utstyr

- Opphugningsverktøy (meiselmaskin)
- Fotoapparat
- Skyvelære
- Lupe
- Stålbørste
- Materialer og utstyr for igjenstøping.

## 7.3.9 Lokalisering av materialunder-søkelser på kystbruer i betong

### Kloridbelastning

Det har vist seg at kloridbelastningen på utsatte kystbruer hovedsakelig er karakterisert av tre forhold:

1. **Høyde over sjø.** For overbygninger avtar klorid-belastningen med høyde over sjøen, se Figur 7.3-18 og Figur 7.3-19. Det samme gjelder også for søyler, se Figur 7.3-20, men kloridinnholdet har i noen tilfeller vist lavere verdier nederst på søylene enn litt opp på disse.
2. **Lo/le-effekten.** Kloridbelastningen er markert større på flater som ligger i le for vind og nedbør. Effekten kan bero på regnbelastning/-ikke-regnbelastning og undertrykk på le-siden som gjør at sjørøkk legger seg på betongoverflaten, se Figur 7.3-18 og Figur 7.3-19.

Le-flater vil opptre på underbygning og overbygning. Typiske le-flater er:

- Vertikale flater som er i le for vind og nedbør (søylesider, steg på kasser og bjelker).
- Horisontalt nedadvendte flater (undersiden av rigler, bjelker, bruplater/-vinger og bunnplater i kassebruer).

3. **Geometrieffekten.** Påkjeningen er større på store tverrsnitt og tverrsnitt med uheldig geometrisk utforming, se Figur 7.3-18.

I tillegg kan det også være lokale effekter i forbindelse med terrenget rundt brua eller sjødybden rundt pilarene (skjær og grunner kan gi mye sjøsprøyt) som påvirker kloridbelastningen.

Alle disse faktorene virker samtidig, og gir til sammen mønstret for kloridbelastningen.

I det etterfølgende er det laget en grov oversikt over hvilke flater som er mest og minst påkjent av klorider på underbygning og overbygning.

### *Underbygning*

#### Mest påkjente flater

Le-siden på søyler med grovt tverrsnitt i området 0-20 m over vann (f.eks. hovedsøyler på fritt-frambygg bruer). Undersiden av rigler lavt over vann.

#### Minst påkjente flater

Lo-sider på slanke søyler høyt over vann.

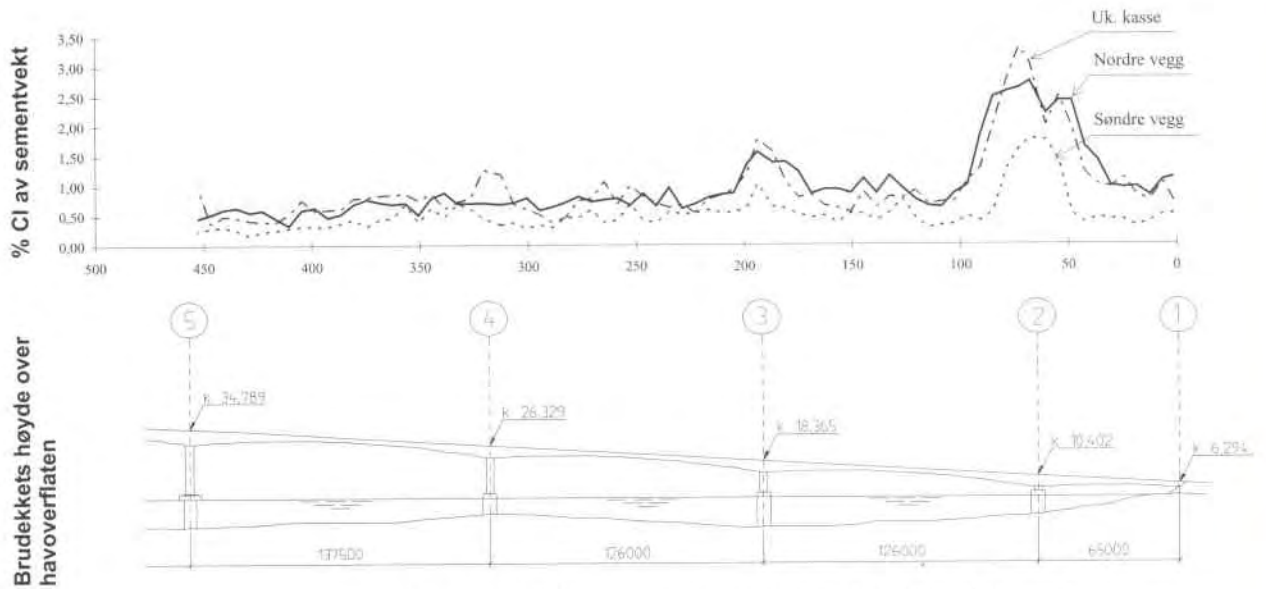
### *Overbygning*

#### Mest påkjente flater

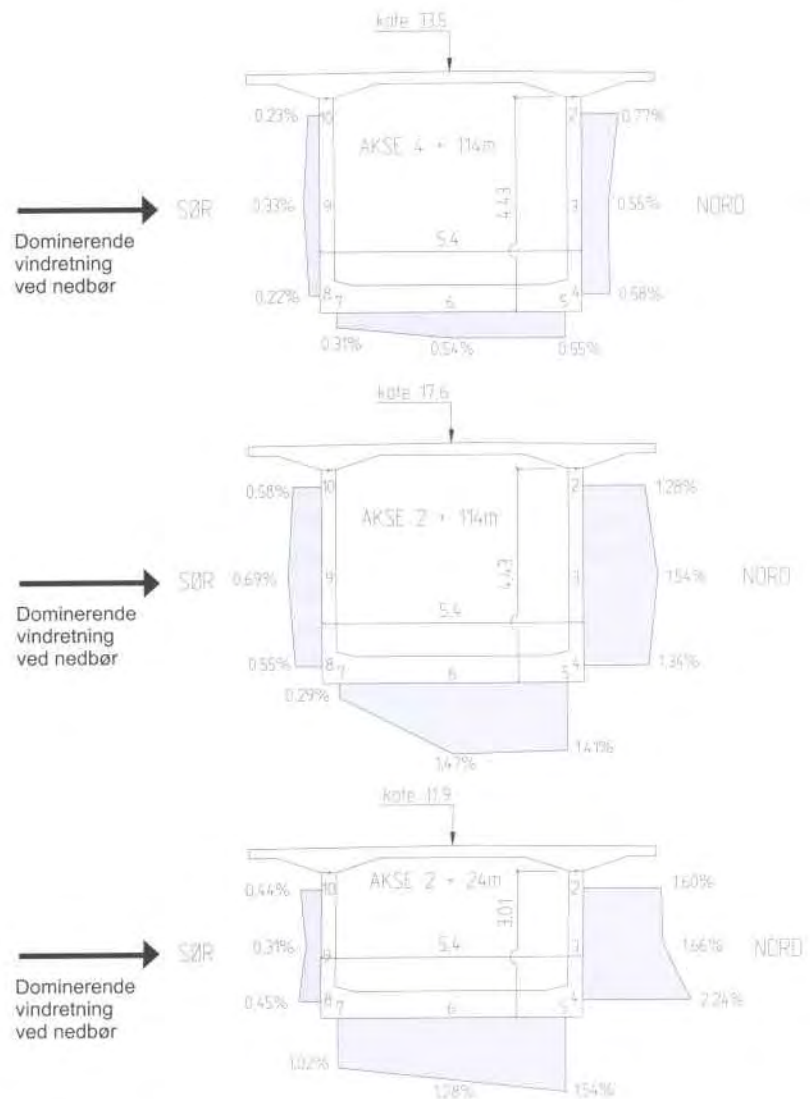
Le-sider i liten høyde over vann, spesielt når det er grove tverrsnitt som f.eks. ved pilarer på fritt-frambygg bruer. Undersiden av bunnplater, tverrbærere og bjelker.

#### Minst påkjente flater

Lo-side på slanke overbygninger høyt over vann.



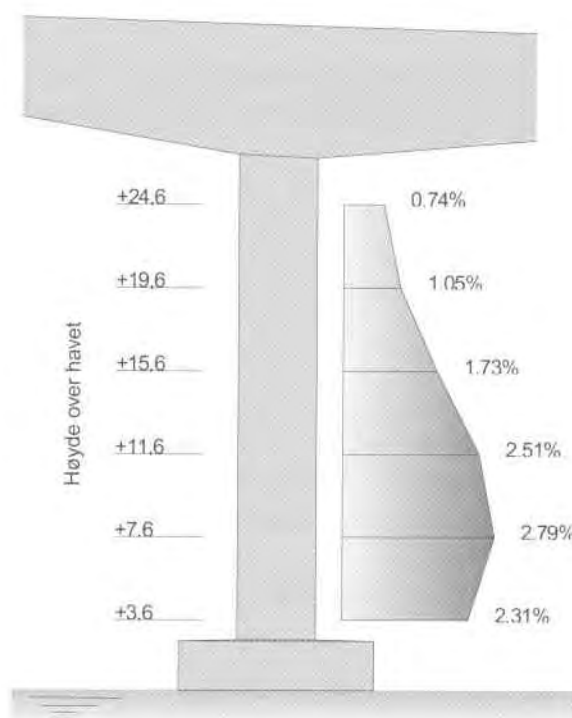
Figur 7.3-18 Gjenomsnittlig kloridinnhold i dybde 0-10 mm, brukassen Gimsøystraumen bru



Kloridinnhold i % av sementvekt, dybde 0-10mm

Figur 7.3-19 Variasjon av kloridinnhold i brukassen med høyde over havet,





*Gimsøystraumen bru.*

*Figur 7.3-20 Variasjon av kloridinnhold i søyler med høyde over havet, Gimsøystraumen bru.*

## Klorider og fukt

Betongflater med et høyt kloridinnhold vil holde på fukten lengre ved uttørring og derfor ha en mørkere farge enn flater med lavt saltinnhold. I fuktig kystklima kan en derfor ofte med det blotte øye "se" hvilke flater som er mest kloridbelastet. Flater som er sterkt utsatt for vind og regn (lo-flater) vil etterhvert få en sandig karakter fordi betongens overflatehud vil bli vasket bort.

Denne kunnskapen om kloridbelastningen på kystbruer skal brukes ved lokalisering av materialundersøkelser.

## Kombinasjon av materialundersøkelser

Det er viktig at det utføres flere typer materialundersøkelser (f.eks. overdekningsmålinger, kloridanalyser, EKP-målinger og opphugninger) slik at disse kan sammenholdes før tilstanden bestemmes. Materialundersøkelsene må også sees i sammenheng med de visuelle undersøkelsene.

For å kunne sammenholde resultatene fra materialundersøkelser som f. eks. overdekningsmålinger, måling av karbonatiseringsdybde og kloridinnhold, EKP-målinger og opphugninger må de utføres i de samme punktene. Det vises til kapittel 8.5 for presentasjon av materialundersøkelser for betong.

## 7.4 Materialundersøkelser, stål

I det følgende er det gitt en beskrivelse av de materialundersøkelser som kan være aktuelle ved inspeksjon av bruer og bruelementer av stål.

### 7.4.1 Momentkontroll for skruer

#### Hensikt

Kontrollere tiltrekningsmomentet for skruer i friksjonsforbindelser.

#### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1831.

Momentkontroll av skruer kan være aktuelt å utføre i forbindelse med ferdigbefaring dersom det ikke er utført i byggefasen. Det vises til Statens vegvesens håndbok 150 «Bruer. Sikkerhet og teknisk standard», pkt. 7.

Kontrollen kan også være aktuell å utføre ved spesialinspeksjon dersom det er mistanke om at skruene har mistet forspenningen.

#### Utstyr

- Momentnøkkel.

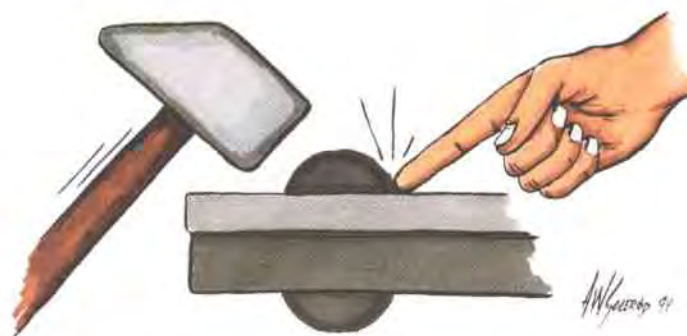
### 7.4.2 Nagle- og skruekontroll

#### Hensikt

Kontrollere om nagler/skruer er løse og eventuelt har falt ut.

#### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1832. Sprekker i overflatebehandlingen i overgangen mellom skrue-/naglehodet og grunnmaterialet kan skyldes løse skruer/nagler. Ved å banke lett på den ene siden av naglehodet med en hammer mens man holder en finger på motsatt side av naglehodet i overgangen mot grunnmaterialet, kan man kjenne om naglen er løs.



Figur 7.4-1 Kontroll av nagle

#### Utstyr

- Lupe
- Lykt
- Hammer.

### 7.4.3 Sveisekontroll

Hensikt	Kontrollere visuelt om det er sveisefeil eller har oppstått skader på sveiser i stål.
Gjennomføring	Det vises til prosess 87.1833.  Dersom det er mistanke om materialdefekter bør det i tillegg utføres en røntgen- eller ultralydkontroll, se pkt. 7.4.4 og 7.4.5.
Utstyr	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lupe</li><li>• Lykt</li><li>• Rissviddemåler.</li></ul>

### 7.4.4 Røntgenkontroll

Hensikt	Foreta røntgenkontroll av sveiser eller andre ståldetaljer for å avdekke materialdefekter.
Gjennomføring	Det vises til prosess 87.1834. Røntgenfilmen benyttes som dokumentasjon av resultatene.
Utstyr/kompetanse	Kontrollen utføres av personer med spesialutstyr og -kompetanse.

### 7.4.5 Ultralydkontroll

Hensikt	Kontrollere med ultralyd om det er materialdefekter i sveiser eller sprekker i skruer og nagler.
Gjennomføring	Det vises til prosess 87.1835.  Målingene utføres med et prøvehode som sender og mottar ultralydbølger. Ultralydbølger har en frekvens som overstiger høregrensen (ca. 16.000 Hz). Lydbølgene forplanter seg i faste stoffer, men ikke i luft. Prøvehodet plasseres på overflaten og lydbølgene reflekteres fra prøveområdets motsatte flate.  Resultatene av målingene registreres ved hjelp av et oscilloskop. Tolkingen av resultatene stiller store krav til operatøren. Operatøren skal inneha de nødvendige kvalifikasjoner og erfaring for å registrere og tolke måleresultatene.  Ultralydkontroll og røntgenkontroll kompletterer hverandre. Ved bindefeil og visse sprekketyper er ultralydkontroll å foretrekke.
Utstyr/kompetanse	Kontrollen utføres av firmaer med spesialutstyr og -kompetanse.



## 7.4.6 Magnetpulverkontroll

### Hensikt

Kontrollere om det er sprekker i stål som man ikke kan oppdage ved en visuell kontroll.

### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1836. Sprekkbildet bør dokumenteres ved hjelp av skisser eller fotografier. Både gjennomgående sprekker og sprekker i overflaten avtegnes. Kontrollen gir ikke noe mål på hvor dype sprekken er.



Figur 7.4-2 Magnetpulverkontroll

### Utstyr/kompetanse

Kontrollen utføres av firmaer med spesialutstyr og -kompetanse.

## 7.4.7 Fiberoptikk

### Hensikt

Kontrollere om det er skader (korrosjon, sprekker o.l.) i lukkede eller vanskelig tilgjengelige elementer av stål ved hjelp av endoskop med fiberoptikk.

### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1837.



Figur 7.4-3 Fiberoptikkundersøkelse av hulrom

### Utstyr/kompetanse

Kontrollen utføres av firmaer med spesialutstyr og -kompetanse.

## 7.4.8 Godstykkelsesmåling med ultralyd

### Hensikt

Måle godstykkelser på stål når direkte måling ikke er mulig, f. eks. når bare den ene siden av stålet er tilgjengelig. Metoden kan være aktuell f.eks. på korrugerte stålrør og spuntvegger.

### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1838 og kapittel 7.4.5. Eventuelle korrosjonsprodukter på motsatt side reflekterer ikke lydimpulsene. Det er derfor effektiv tykkelse som måles.

### Utstyr/kompetanse

Kontrollen utføres av firmaer med spesialutstyr og -kompetanse.

## 7.5 Materialundersøkelser, tre

I det følgende er det gitt en beskrivelse av de materialundersøkelser som kan være aktuelle ved inspeksjon av bruer og bruelementer av tre.

### 7.5.1 Fuktundersøkelse, tre

### Hensikt

Måle fuktinnholdet i elementer av tre. Registrert fuktnivå i trevirke vil avdekke om det blant annet er fare for angrep av råtesopper. Da man må regne med et høyt fuktnivå i trevirke i bruer vil denne undersøkelsen bare være aktuell i spesielle tilfeller og bare på bærende elementer.

### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1841.



Figur 7.5-1 Fuktmåling på tre

### Utstyr

- Elektrisk fuktmåler
- Måleelektroder.

## 7.5.2 Sopp/råte undersøkelse, tre

Hensikt	Analysere trevirke for å bestemme type sopp som har forårsaket råteskade. Kan være aktuelt når omfanget er stort og eventuelle utskiftninger vil få store konsekvenser.
Gjennomføring	Det vises til prosess 87.1842. Det tas ut prøver med synlig sopp. Prøvene sendes til et laboratorium som analyserer skadesopper.  Det kan også være aktuelt å ta ut en borkjerne som viser hvordan trevirket er i hele tverrsnittet. Kjernen bør ha så liten diameter som mulig slik at ikke tverrsnittet svekkes. Hullet bør fylles igjen.
Utstyr/kompetanse	Prøven(e) tas ut med en kniv eller med utstyr for å bore ut kjerner. Analysene må utføres av laboratorium med spesialutstyr og spesialkompetanse.

## 7.6 Materialundersøkelser, stein

I det følgende er det gitt en beskrivelse av de materialundersøkelser som kan være aktuelle ved inspeksjon av bruer og bruelementer av stein.

### 7.6.1 Trykkfasthet, stein

Hensikt	Bestemme trykkfastheten av stein ved trykkprøving. Kan være aktuelt ved kontroll av bæreevnen for steinbruer.
Gjennomføring	Det vises til prosess 87.1843. Trykkfasthet for stein bestemmes ved å ta ut kjerner som trykkprøves. Steinkjernen som benyttes må være fri for sprekker og riss og være representativ. Metoden kan også benyttes til å finne elastisitetsmodul for stein.  Kontrollen utføres av personer med spesialutstyr og -kompetanse og er aktuell å benytte ved spesialinspeksjoner.
Utstyr	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kjerneboreutstyr</li><li>• Trykkprøvemaskin.</li></ul>

## 7.7 Kontroll overflatebelegg

I det følgende er det gitt en beskrivelse av de undersøkelser som kan være aktuelle ved inspeksjon av overflatebelegg på betong, stål og tre.

Kontroll av overflatebelegg er først og fremst aktuelt å gjennomføre ved ferdigbefaring dersom det ikke kan dokumenteres at slike kontroller er utført tidligere. For øvrig er dette undersøkelser som utføres ved spesialinspeksjoner.



Ved spesialinspeksjon av overflatebelegg på stål kan FROSIO-inspektør med fordel benyttes. Dette gjelder spesielt dersom det skal vurderes omfattende vedlikeholdsarbeider.

### 7.7.1 Tykkelse av overflatebelegg på betong

#### Hensikt

Måle om tykkelsen av overflatebelegg på betong er som beskrevet.

#### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1851. Kontrollen kan tas på utborede prøver hvor tykkelsen måles direkte med f.eks. en rissviddemåler eller lupe. Tykkelsen kan også måles på flak av belegget som skrapes av betongen.

#### Utstyr

- Kjerneboreutstyr
- Rissviddemåler eller lupe.

### 7.7.2 Heft mellom overflatebelegg og betong

#### Hensikt

Måle overflatebeleggets heft til betong ved hjelp av avtrekksapparat.

#### Gjennomføring

Det vises til prosess 87.1852 og Statens vegvesen håndbok 015 «Feltundersøkelser» metode 15.541.

Områder hvor avtrekk har funnet sted skal overflatebehandles på nytt.



Figur 7.7-1 Avtrekksinstrument

#### Utstyr

- Avtrekksutstyr
- Prøvekopper
- Kjernebor
- Hurtigherdende lim
- Stålbørste/kost.

### 7.7.3 Inntrengningsdybde vannavvisende impregnering

<b>Hensikt</b>	Måle inntrengningsdybden av vannavvisende impregnering på betong.
<b>Gjennomføring</b>	Inntrengningsdybde måles ved å bore ut kjerneprøver med minimum 60 mm diameter, splitte kjernene, tørke dem i 50-60 °C og bruke vann som indikator. En prøve består av 3 kjerner. Inntrengningsdybde avleses med risslupe på alle 6 kjernehalvdeler.
<b>Utstyr</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kjerneboreutstyr</li><li>• Risslupe.</li></ul>

### 7.7.4 Tykkelse av overflatebelegg på stål

<b>Hensikt</b>	Måle om tykkelsen av tørr malingsfilm/-belegg på stål er som beskrevet.
<b>Gjennomføring</b>	Det vises til prosess 87.1853 og Statens vegvesen Rapport 94-08 BRU: «Vedlikehold av korrosjonsbeskyttende belegg på bruer.»



Figur 7.7-2 Tykkelse av overflatebelegg på stål

Ved ferdigbefaringer skal overflatebehandlings tykkelse kontrolleres i henhold til Statens vegvesens håndbok 150 «Bruer. Sikkerhet og teknisk standard», pkt. 7, dersom det ikke har vært utført under bygging. For øvrig vil denne undersøkelsen være mest aktuell ved spesialinspeksjoner.

<b>Utstyr</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elektromagnetisk tykkelsesmåler</li><li>• Folier for kalibrering.</li></ul>
---------------	---

### 7.7.5 Heft mellom overflatebelegg og stål

<b>Hensikt</b>	Måle overflatebeleggets heft til stål ved hjelp av avtrekksapparat.
<b>Gjennomføring</b>	Det vises til prosess 87.1854. Ved ferdigbefaringer skal overflatebehandlings heft kontrolleres i henhold til Statens vegvesens



håndbok 150 «Bruer. Sikkerhet og teknisk standard», pkt. 7, dersom det ikke har vært utført under bygging. For øvrig vil denne undersøkelsen kun være aktuell ved spesialinspeksjoner.

Metoden er destruktiv og skal ikke brukes unødvendig. Områder hvor avtrekk har vært utført skal overflatebehandles på nytt.

#### Utstyr

- Avtrekksutstyr
- Rund aluminiumsskive
- Magnetholder
- Hurtigherdende lim
- Sandpapir
- Kniv e.l.

### 7.7.6 Øvrige undersøkelser, overflatebelegg på stål

I forbindelse med en spesialinspeksjon før vedlikeholdsmaling kan det, i tillegg til visuell kontroll av skader på gammelt belegg, være aktuelt med følgende undersøkelser:

#### Snittmåling

Ved snittmåling registreres tykkelse av malingsfilmen, antall strøk og tykkelse på hvert strøk (forutsetter forskjellig farge på strøkene).

#### Gittersnitt

Gittersnitt gir et mål på heft til underlaget. Kan ikke brukes på termisk sprøytet belegg.

#### Overmalbarhet

Overmalbarhet for gammelt overflatebelegg og heft mellom nytt og gammelt belegg bør kontrolleres.

#### Analyse av gammel maling

Det kan være lurt å analysere prøver av gammelt overflatebelegg for sikkert å bestemme hva dette består av.

## 7.8 Avlesning av instrumentering

Som supplement til visuell kontroll, oppmålinger og materialundersøkelser kan det monteres instrumentering på brua for å følge utvikling av tilstanden over tid. I noen tilfeller monteres det også instrumentering for å verifisere belastningene brua utsettes for. Den type instrumentering det er snakk om er:

#### Instrumentering

- Referanseelektroder
- Instrumentering for å måle korrosjonshastighet
- Vindmåler
- Bølgemåler
- Streklapper.

Avlesning av instrumentering kan utføres i forbindelse med hovedinspeksjon og spesialinspeksjon eller uavhengig av disse.



# 8. Rapportering av inspeksjonsresultater

## 8.1 Ferdigbefaring – reklamasjonsbesiktigelse

Ferdigbefaring og reklamasjonsbesiktigelse skal fortrinnsvis rapporteres på inspeksjonsskjemaer som skrives ut fra BRUTUS. Disse inspeksjonsskjemaene er tilpasset hver enkelt bru avhengig av data i byggverksmodulen i BRUTUS.

Dersom data om bruene ikke er lagt inn i BRUTUS må det utarbeides egne rapporter. Rapportene kan da ha følgende oppbygging:

1. Sammendrag med oversikt over skader, feil og mangler som må repareres.
2. Beskrivelse av bru og lokaliseringssystem.
3. Resultater fra visuell kontroll.
4. Resultater fra oppmålinger og materialundersøkelser.
5. Vurdering av registrerte skader, feil og mangler. Det må angis hvilke av disse som må utbedres og om noen av disse kan være kilder til mulig fremtidig nedbrytning.

## 8.2 Rutinemessige inspeksjoner

Alle rutinemessige inspeksjoner skal rapporteres på inspeksjonsskjemaer som skrives ut fra BRUTUS. Disse inspeksjonsskjemaene er tilpasset hver enkelt bru og inspeksjonstype.

Inspeksjonsskjemaene skal tas med og fylles ut under inspeksjonen. Den etterfølgende rutinen kan da være til hjelp.

Ved enkel inspeksjon er det kun krav om at punktene 1-6 og 12 gjennomføres.

1. Inspektøren kontrollerer om data for kategori, beliggenhet, byggverkstype og tilkomststyr mangler eller er ufullstendig.
2. Navn (initialer) på inspektør og dato når inspeksjonen ble utført fylles ut.
3. Inspektøren skriver inn eventuelle generelle merknader fra inspeksjonen.

4. Erfaringer, hendelser, spesielle skader o.l. som også kan være viktig for andre å kjenne til skrives inn i eget punkt.
5. Kun elementer som skal inspiseres ved den aktuelle inspeksjonen er angitt på inspeksjonsskjemaet. Elementer over vann vil ikke fremkomme på et inspeksjonsskjema for hovedinspeksjon under vann. Dersom brua har andre elementer enn det som er angitt, kan disse tilføyes. Eventuelle feil/mangler bør kommenteres slik at de kan rettes opp til neste inspeksjon. Det kontrolleres om elementene er ført opp med riktig materiale, typebeskrivelse og eventuelt akser.
6. Alle elementene som inngår i inspeksjonen skal kontrolleres for eventuelle skader. Skader beskrives for det aktuelle elementet ved bruk av skadetyper. Skadegrad og skadekonsekvens vurderes for hver skade. Skader illustreres med foto der dette er relevant.
7. Der det er mulig å angi skadeårsak(er) skal dette gjøres.
8. For skade med skadegrad  $\geq 2$  skal det beskrives vedlikeholdstiltak og angis tidspunkt for gjennomføring av disse. Tiltak beskrives ved hjelp av prosessene 87 og 88 i Statens vegvesens håndbok 026: «Prosesskode - 2. 1997».
9. Det utarbeides kostnadsoverslag for hvert av de foreslåtte vedlikeholdstiltakene basert på skadeomfang og enhetspris. Skadeomfang, dvs. størrelser og mengder, bør noteres i skjemaet under inspeksjonen.
10. Resultater fra oppmålinger og materialundersøkelser presenteres som vist i kapittel 8.4 Oppmålinger og 8.5 Materialundersøkelser.
11. Dersom de rutinemessige inspeksjonene avdekker store reparasjonsbehov eller ikke er tilstrekkelig for å fastslå skadetyper, skadekonsekvenser, omfang eller årsaker, bør det anbefales å utføre en spesialinspeksjon, se kapittel 6.7 Spesialinspeksjon. Det skal angis hvilke oppmålinger/ materialundersøkelser som skal utføres, i hvilket omfang og hvor de skal tas.
12. Etter endt inspeksjon registreres inspeksjonsresultatene i BRUTUS.
13. Ved behov justeres inspeksjonsplanen og vedlikeholdsplanen.

Ved hovedinspeksjon av større bruer kan det være aktuelt å lage en utvidet rapport hvor inspeksjonsskjemaet inngår som en del av rapporten. En slik rapport bør inneholde en mer detaljert beskrivelse av skader og drifts- og vedlikeholdstiltak samt

kostnadsoverslag. Rapporten kan bygges opp med relevante punkter fra forslag til redigering av rapport fra spesialinspeksjon, se kapittel 8.3 Spesialinspeksjon.

## 8.3 Spesialinspeksjon

En spesialinspeksjon skal som oftest gi et godt grunnlag for å velge riktig vedlikeholdsstrategi, beskrive tilhørende tiltak med angivelse av omfang, tidspunkt for gjennomføring og kostnader.

Det er derfor viktig at rapporten får en struktur og et innhold som danner et entydig grunnlag for prioritering og evaluering av forslagene til tiltak. I det følgende er det derfor gjengitt et forslag til innhold i rapport fra spesialinspeksjon. Det må i hvert enkelt tilfelle vurderes hvilke punkter som er aktuelle å ha med og hvor omfattende hvert punkt skal være. Ved bruk av eksterne inspektører skal det avtales på forhånd hvor omfattende rapporteringen skal være.

### 1. Sammendrag

- Sammendrag av undersøkelses- og skadeomfang
- Angivelse av skadeårsaker og involverte skademekanismer
- Behov for tiltak, tiltaksbeskrivelse, tidsperspektiv og økonomi
- anbefaling for det videre arbeidet.

### 2. Innledning

- Navn på byggherre/oppdragsgiver angis
- Brunummer og -navn angis
- Navn på konsulenter angis
- Formål med inspeksjonen beskrives med referanse til eventuelle opplysninger om skader
- Undersøkelsesomfanget beskrives samt hvilke elementer som inngår i undersøkelsen.

### 3. Grunnlagsdata for brua

#### 3.1 Beskrivelse av brua/elementer

- Bruas beliggenhet
- Byggeår og evt. angivelse av entreprenør og rådgivende ingeniør
- Bruas konstruktive utforming og overordnede geometriske mål
- Spesielle elementer
- Anvendte materialer
- Lastklasse og bruksklasse.

Brukort fra BRUTUS inneholder de fleste av disse dataene og kan eventuelt benyttes som vedlegg til rapporten.

#### 3.2 Tilgjengelig dokumentasjon

Aktuell dokumentasjon kan være:

- Tegninger
- Beskrivelser



- Beregninger
- Tidligere inspeksjonsrapporter
  - Det bør angis hvem som har utført inspeksjonen, når den er utført samt evt. fremheve konklusjonen.
- Dokumentasjon av utførelse
  - Spesielle forhold vedrørende bygging av brua
  - Belastningsforhold i bruas byggefase
  - Evt. relevante opplysninger fra byggemøter, tegninger m.v., herunder spesielle opplysninger som kan være relevante for vurdering av skadeutviklingen
  - Peleprotokoller
  - Dokumentasjon av overflatebehandling
  - Værforhold i byggeperioden
    - Stål:
      - Materialsertifikater
      - Dokumentasjon av sveisekontroller
    - Betong:
      - Betongsammensetning
      - Utstøpingsforhold
      - Herdebetingelser
      - v/c-tall
      - Sementtype og -mengde
      - Tilslagsmaterialer
      - Tilsetningsstoffer
      - Forskalingssystem.

### 3.3 Lokaliseringssystem

- Beskrivelse av aksenummereringen med henvisning til tegning i vedlegg.

## 4. Tilstandsbeskrivelse

### 4.1 Innledning

- Tidsperiode for inspeksjonen
- Værforholdene
- Tilkomstutstyr
- Kort om omfang og gjennomføring
- Bruk av konsulenter, omfang.

### 4.2 Visuelle registreringer

- Registreringene inndeles på relevante elementer
- De visuelle registreringer beskrives med henvisning til fotografier/skisser i vedlegg
- Skadekonsekvens og skadegrad vurderes i henhold til kodene i kapittel 5. Skadevurderinger.

### 4.3 Oppmålinger

- For hver type oppmåling som er utført lages det et sammendrag av resultatene med henvisning til vedlegg. Sammendraget skal være redigert etter lokalisering.

### 4.4 Materialundersøkelser

- For hver materialundersøkelse som er utført lages det et sammendrag av resultatene med henvisning til vedlegg. Sammendraget skal være redigert etter lokalisering.

### 4.5 Statiske forhold

- Dersom det er behov for spesielle beregninger beskrives omfang og resultater

- Evt. beregningsforutsetninger angis
- Resultater av evt. statiske beregninger presenteres. Fullstendige beregninger i eget vedlegg.

#### 4.6 Rapportering til BRUTUS

- Omfatter et ferdig utfyllt inspeksjonsskjema til BRUTUS
- Skjemaer for evt. oppmålinger og materialundersøkelser skal også være med.

### 5. Vurdering av skader og behov for tiltak

- På grunnlag av de innsamlede registreringer og undersøkelser vurderes skadeomfang, skadeårsak og behov for tiltak
- Ved behov for tiltak anbefales et utførelsestidspunkt som reflekterer skadegraden
- Beskrivelsen inndeles i relevante avsnitt svarende til elementer
- Sammenstilling av skader med behov for tiltak med tilhørende skadekonsekvens og skadegrad settes opp etter anbefalt tidspunkt for gjennomføring av tiltak.

### 6. Tiltaksbeskrivelse og kostnader

- For hvert element utarbeides det en eller flere beskrivelser av tiltak
- Hvert forslag til tiltak skal inneholde en kortfattet teknisk beskrivelse, eventuelt en skisse, et kostnadsoverslag og anbefalt tidspunkt for gjennomføring
- Sammenstilling av forslag til tiltak med kostnader og anbefalt gjennomføringstidspunkt.

### 7. Alternative strategier for tiltak

- På grunnlag av tiltaksbeskrivelsene med tilhørende kostnader skal det utredes alternative strategier for tiltak, jfr. Statens vegvesens håndbok 147 «Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer»
- Strategiene skal omfatte trafikantkostnader og evt. andre samfunnskostnader dersom det er relevant
- Vurdering av restlevetid, levetid ved gjennomføring av tiltak og evt. riving/nybygging skal inngå
- For de forskjellige strategiene skal det gjennomføres nåverdiberegninger (diskonteres over 25 år med gjeldende realrente)
- Sammenstilling av strategier.

### Vedlegg

- A Oversiktstegninger og evt. detaljtegninger for relevante elementer.
- B Oppmålinger. For presentasjon og resultater se kapittel 8.4.
- C Materialundersøkelser. For presentasjon og resultater se kapittel 8.5.
- D Fotografier med kommentarer fra visuelle registreringer.
- E Evt. statiske analyser.
- F Evt. tegninger i forbindelse med tiltaksbeskrivelse.



## 8.4 Oppmålinger

I BRUTUS er det utarbeidet egne skjemaer for registrering av følgende oppmålinger:

- Nivellering
- Måling av horisontalavstander/forskyvninger

For andre oppmålinger finnes det et generelt skjema.

Skjemaene er Microsoft Excel regneark som er tilknyttet inspeksjonsmodulen i BRUTUS. Bruident overføres direkte fra BRUTUS når et nytt oppmålings-skjema opprettes. Hvis det allerede eksisterer et Excel-skjema fra tidligere oppmålinger av samme type, bør en fortsette registreringen på dette.

### Registrering/rapportering

Følgende data må registreres og rapporteres:

- Dato for oppmålingen
- Hvilken inspeksjon oppmålingen er knyttet til
- Med hvilket intervall oppmålingen gjøres, spesielt hvis det avviker fra inspeksjonsintervallet
- Hvem som utførte oppmålingen, evt. hvem som var ansvarlig
- Klokkeslett/temperatur/værforhold (Ved nivellering, måling av horisontalavstander/forskyvninger, pilhøyder og vertikalavstander/frihøyder)
- Hva slags måleutstyr som ble benyttet
- Eventuelle merknader som f.eks. spesielle værforhold, avvik og andre opplysninger som kan være viktig for å tolke resultatene
- Det skal registreres hvor på brua oppmålingene er gjort.  
Se kapittel 2.4 Lokaliseringssystem
- Resultatene fra oppmålingen.

Ved utvidet rapportering, f.eks. ved spesialinspeksjon, kan det være aktuelt å fremstille resultatene i egne tabeller og å visualisere dem. F.eks. kan det etter et nivellement tegnes opp profiler, både lengde- og tverretning. Resultatene kan tegnes inn sammen med tidligere oppmålinger og eventuelt teoretiske verdier.

Resultatene fra oppmålinger skal diskuteres og vurderes og inngå i fastsettelsen av skadegrad, skadekonsekvens og skadeårsak.

## 8.5 Materialundersøkelser

På samme måte som for oppmålinger er det i BRUTUS laget egne skjemaer i Excel for registrering av resultater fra følgende materialundersøkelser:

- Armeringslokalisering/betongoverdekning
- Måling av karbonatiseringsdybde
- Måling av kloridinnhold.



For andre materialundersøkelser finnes det et generelt skjema.

Følgende data må registreres og rapporteres:

#### Registrering/rapportering

- Dato for materialundersøkelsen
- Hvilken inspeksjon materialundersøkelsen er knyttet til
- Hvem som utførte materialundersøkelsen, evt. hvem som var ansvarlig
- Temperatur og værforhold ved undersøkelsen
- Hva slags metode og utstyr som ble benyttet, evt. referanse til Statens vegvesens håndbok 014 «Laboratorieundersøkelser» og 015 «Feltundersøkelser»
- Eventuelle merknader som f.eks. overflatebehandling, avvik og andre opplysninger av betydning for bedømmelse av prøveresultatene
- Hvor på brua materialundersøkelsene er utført (element, akse). Se kapittel 2.4 Lokaliseringssystem
- Resultatene fra materialundersøkelsene.

I Figur 8.5-1 er det vist eksempler på betegnelser som kan benyttes for å illustrere de forskjellige prøvetyper på tegninger og skisser.

#### Betegnelser, prøvetyper

⊗	Prøvested (Bk, Kp, Kd, Oh)
③	Foto nr. 3
⑩	Område med overdekning under 10 mm
Kd3=5	Karbonatiseringsdybde = 5 mm i prøvested 3
Od2	Overdekning prøvested 2
Kp2	Kloridprofil prøvested 2
Oh2	Opphugning prøvested 2
Bk6	Borkjerne nr. 6

Figur 8.5-1 Eksempler på betegnelser for forskjellige prøvetyper.

Ved en spesialinspeksjon skal prøvestedene for materialundersøkelser presenteres samlet på tegninger/skisser, slik det er det vist på Figur 8.5-2.

#### Nummerering av prøver

Prøvene skal nummereres for hvert element, f.eks. for hver pilar. For pilarer bør prøve nr. 1 være nederst på pilaren og nummereringen være fortløpende oppover.

#### Prenetasjon av resultater

Dersom f.eks. måling av overdekning, karbonatiseringsdybde og kloridinnhold gjøres samtidig, skal resultatene presenteres samlet

i en tabell slik at resultatene fra samme prøvested kan sammenlignes.

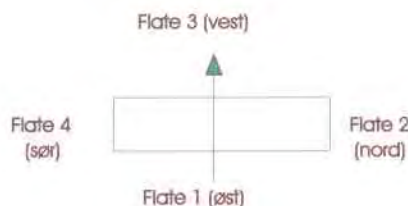
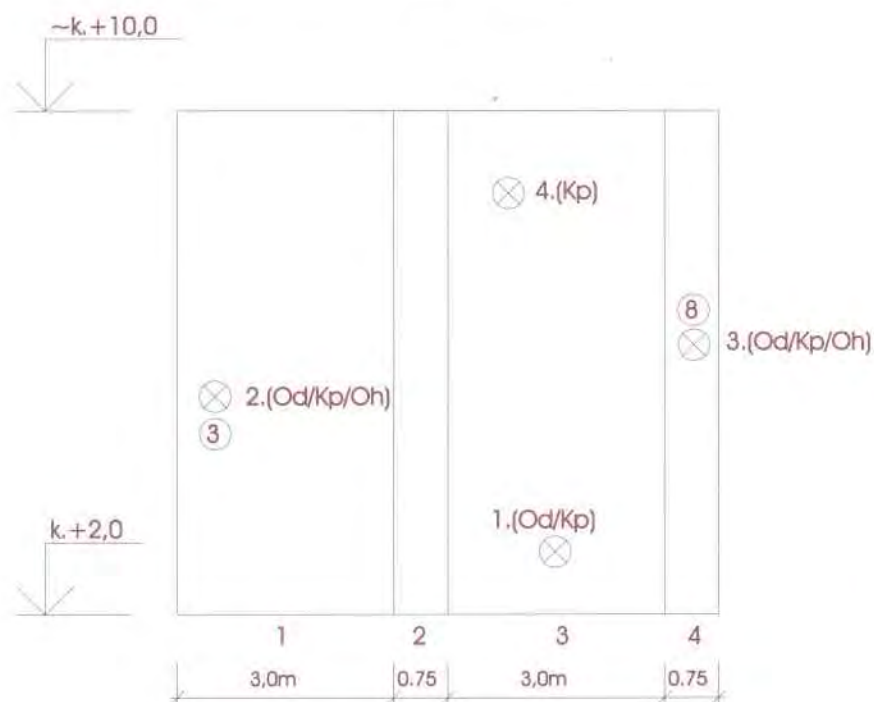
Under tabellen skal antatt sementinnhold ( $\text{kg/m}^3$  betong) oppgis. Omregningsfaktoren for å kunne regne om kloridinnhold av betongvekt til kloridinnhold av sementvekt skal også angis. I denne beregningen skal det benyttes en egenvekt for betong på  $2300 \text{ kg/m}^3$ .

## Borkjerner

For borkjerner kan det gjøres unntak fra nummereringen beskrevet ovenfor. Borkjerner kan f. eks. nummereres fortløpende for hele brua. Numrene skal følges av en identifikasjon for å tilkjennegi hvor prøven er tatt, f.eks.:

Bk1 (A3+10): Borkjerne nr. 1. Tatt i overbygning i akse 3 + 10 m.

Bk2 (P5): Borkjerne nr. 2. Tatt i pilar 5.



Prøve nr	Overdekning (Od) i mm		Kloridinnhold i % av betongvekt			Potensiale	Opphugn.	Korr. grad	Foto nr.
	Min.	Gj. snitt	0-25 mm	25-50 mm	50-75 mm				
4	-	-	0,190	0,120	0,076	-	Nei	-	-
3	50	60	0,200	0,135	0,060	-192	Ja	B	8
2	38	40	0,130	0,074	0,026	-75	Ja	A	3
1	34	40	0,160	0,120	0,056	-126	Nei	-	-

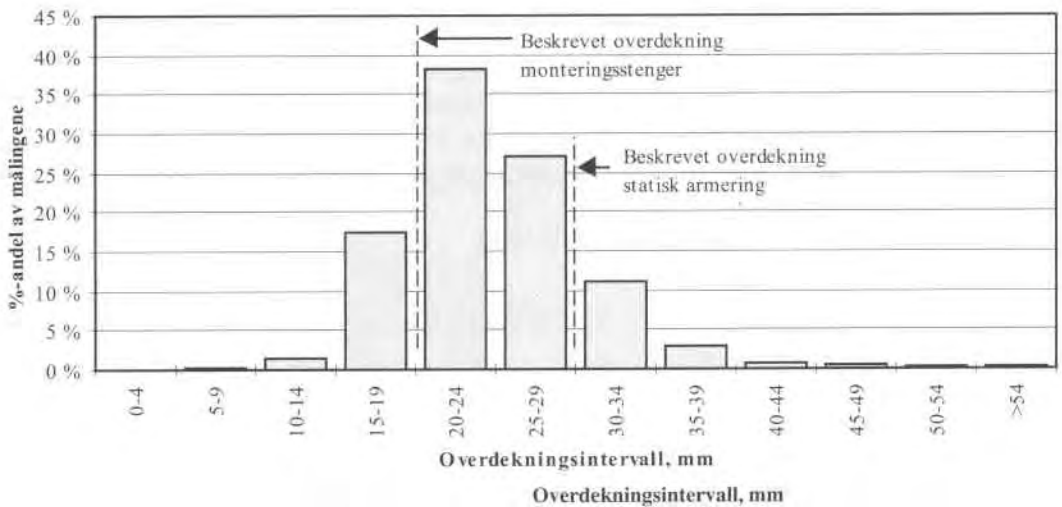
Antatt sementmengde:  $300 \text{ kg/m}^3$   
Omregningsfaktor: 7,67

Figur 8.5-2 Presentasjon av prøvepunkter og resultater på søyle.

Det er viktig at resultater fra materialundersøkelser presenteres slik at de er lett å forstå. I det etterfølgende er det vist eksempler på presentasjon av resultatene fra vanlig materialundersøkelser for betong.

### Fordeling, armerings-overdekning

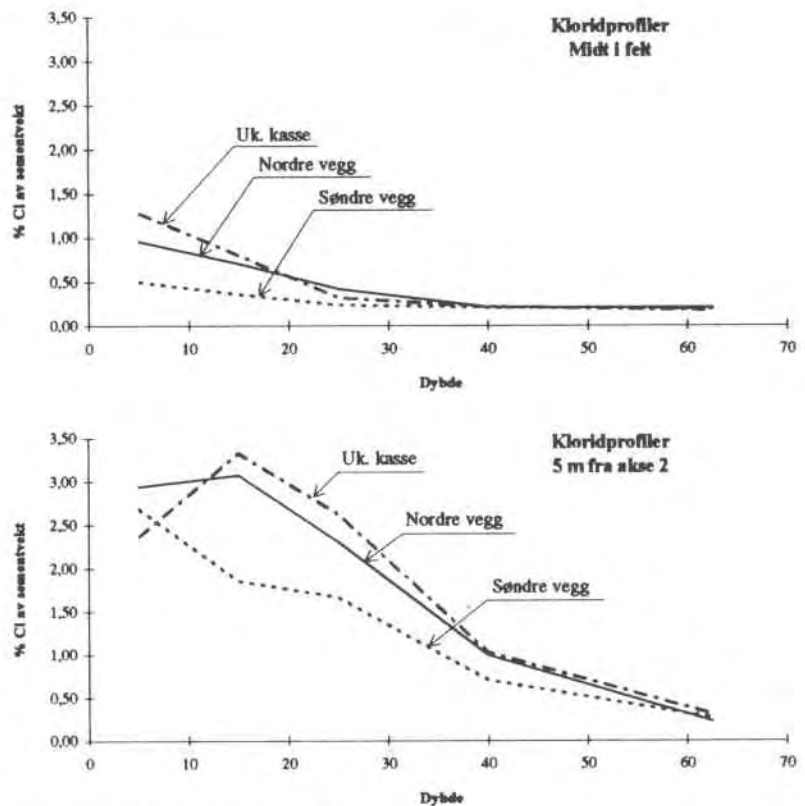
Figur 8.5-3 viser fordelingen av armeringsoverdekningen i overbygningen i felt 1 på Gimsøystraumen bru. Fordelingen bygger på 2029 enkeltmålinger.



Figur 8.5-3 Fordeling av armeringsoverdekning.

Figur 8.5-4 viser eksempler på presentasjon av kloridprofiler midt i felt 1 og 5 m fra akse 2 for overbygningen på Gimsøystraumen bru.

### Presentasjon - kloridprofiler



Figur 8.5-4 Kloridprofiler i felt 1.



## EKP-målinger

Ved presentasjon av potensialmålinger (EKP), skal det gå klart fram av tegninger/skisser hvor på de enkelte elementene målingen er utført og hvor jordingspunkt er plassert.

Tolking av EKP-målingene skal utføres i henhold til rapport 94-16 fra Vegdirektoratet Bruavdelingen: «Anbefalinger for bruk av Elektrokjemisk Potensialmåleutstyr». Tolkingen omfatter blant annet at det skal lages tre utskrifter med forskjellig fargesetting.

- Utskrift med mindre kritisk fargesetting enn b)
- Utskrift med fargevalg som anses å være den beste
- Utskrift med mer kritisk fargesetting enn b).

Eksempler på slike utskrifter er vist i Figur 8.5-5.

	potential readings (mV CSE)									
	25	125	225	325	425	525	625	725	825	925
0 :	12	-135	-131	-140	-74	-21	-8	-32	-120	-101
100 :	-83	-84	-84	-85	-71	-30	7	-68	-31	-111
200 :	-94	-114	-83	-58	-51	-23	-15	-34	-101	-79
300 :	-75	-158	-99	-68	-101	-100	-35	-68	-105	-87
400 :	-44	-110	-75	-60	-42	-100	-32	-38	-92	-102
500 :	-130	-215	-163	-117	-119	-56	-23	-64	-75	-42
600 :	-91	-209	-57	-97	-112	-112	-65	-71	-96	-77
700 :	-90	-170	-74	-114	-71	-67	-60	-40	-67	-147
800 :	-134	-182	-156	-114	-80	-33	-45	-44	-72	-47
900 :	-40	-122	-121	-82	-43	-40	-45	-89	-88	-55

a) Mindre kritisk fargesetting

	potential readings (mV CSE)									
	25	125	225	325	425	525	625	725	825	925
0 :	12	-135	-131	-140	-74	-21	-8	-32	-120	-101
100 :	-83	-84	-84	-85	-71	-30	7	-68	-31	-111
200 :	-94	-114	-83	-58	-51	-23	-15	-34	-101	-79
300 :	-75	-158	-99	-68	-101	-100	-35	-68	-105	-87
400 :	-44	-110	-75	-60	-42	-100	-32	-38	-92	-102
500 :	-130	-215	-163	-117	-119	-56	-23	-64	-75	-42
600 :	-91	-209	-57	-97	-112	-112	-65	-71	-96	-77
700 :	-90	-170	-74	-114	-71	-67	-60	-40	-67	-147
800 :	-134	-182	-156	-114	-80	-33	-45	-44	-72	-47
900 :	-40	-122	-121	-82	-43	-40	-45	-89	-88	-55

b) Mest sannsynlig fargesetting

	potential readings (mV CSE)									
	25	125	225	325	425	525	625	725	825	925
0 :	12	-135	-131	-140	-74	-21	-8	-32	-120	-101
100 :	-83	-84	-84	-85	-71	-30	7	-68	-31	-111
200 :	-94	-114	-83	-58	-51	-23	-15	-34	-101	-79
300 :	-75	-158	-99	-68	-101	-100	-35	-68	-105	-87
400 :	-44	-110	-75	-60	-42	-100	-32	-38	-92	-102
500 :	-130	-215	-163	-117	-119	-56	-23	-64	-75	-42
600 :	-91	-209	-57	-97	-112	-112	-65	-71	-96	-77
700 :	-90	-170	-74	-114	-71	-67	-60	-40	-67	-147
800 :	-134	-182	-156	-114	-80	-33	-45	-44	-72	-47
900 :	-40	-122	-121	-82	-43	-40	-45	-89	-88	-55

c) Mer kritisk fargesetting






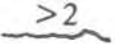


Figur 8.5-5 Eksempel på presentasjon av resultater fra potensialmålinger

## 8.6 Presentasjon av skader

Ved rapportering av visuelle kontroller kan det lages tegninger/skisser som viser plasseringen og omfanget av de forskjellige skadetyper som forekommer. Dette kan være et omfattende og tidkrevende arbeid og er bare aktuelt i svært spesielle tilfeller.

Et unntak er alvorlige og spesielle riss og sprekker som skal avfotograferes og/eller tegnes inn på skisser med angivelse av antall, avstand og lengde. Maksimal og gjennomsnittlig åpning av riss og sprekker angis.

Symboler som kan benyttes på tegningene for de enkelte skadetyper er vist i Figur 8.6-1

	Støpeskjøt
	Bom, avskallinger
	Porøs og dårlig betong
	Måleområde
	Riss < 0,2 mm
	Riss > 0,2 mm, < 2,0 mm
	Riss > 2,0 mm
	Krakelering
	Synlig korroderende armering

Figur 8.6-1 Eksempler på symboler som kan benyttes dersom visuelle observasjoner angis på tegninger.

# 9. SKADEKATALOG

Skadekatalogen skal være hjelpemiddel for å vurdere betydningen av skader for den enkelte bru på en forsvarlig og ensartet måte.

Skadekatalogen er inndelt i følgende 11 underkapitler som tar for seg skader på forskjellige materialer og vanlige utstyrselementer på bruer.

## Underkapitler

- 9.1 Elementer i grunnen
- 9.2 Elementer av betong
- 9.3 Elementer av stål
- 9.4 Elementer av stein
- 9.5 Elementer av tre
- 9.6 Slitelag/fuktisolasjon
- 9.7 Lager m/lageravsats
- 9.8 Fuge/fugeterskel
- 9.9 Rekkverk
- 9.10 Vannavløp/drenssystem
- 9.11 Andre utstyrselementer.

Hvert element er underinndelt i aktuelle skadetyper, se kapittel 5.2 Skadetyper. For hver av skadetyperne benyttes følgende redigering:

## Beskrivelse

Hva som menes med den aktuelle skadetyperen.

## Skadeårsak

Mulige årsaker til at skadetyperen har oppstått.

## Aktuelle oppmålinger/ materialundersøkelser

Oppmålinger/materialundersøkelser som bør utføres for å avdekke skjulte skader, konstatere omfanget, anta fremtidig utvikling og/eller skadeårsak.

## Skadegrad/-konsekvens

Beskrivelse av hvordan skadetyperens alvorlighet og konsekvens skal bedømmes.

## Tilstand som utløser vedlikehold

Krav og anbefalinger om hvilke tilstand som gjør det nødvendig å iverksette tiltak. Dette betyr at det må benyttes skadegrad  $\geq 2$ .

## Tiltak

Forslag til tiltak for å følge opp en skade eller for å rette opp skaden.

## Eksempler

De fleste skadetyperne er illustrert med typiske eksempler.



# 9.1 Elementer i grunnen

De elementene som finnes i grunnen er gjengitt i kapittel 2.2 Elementtype. For disse elementene kan følgende skadetyper forekomme:

		side:
11	Setning	145
21	Innsnevring	147
22	Erosjon	149
83	Manglende opprydding/fjerning	155
90	Annen skade/mangel	157

I det etterfølgende er disse beskrevet nærmere.

## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN

# 11 Setning



### Bekrivelse

Vertikal bevegelse av grunnen bak landkar, under vingemurer, i fyllinger etc. uten at brua påvirkes. For setninger i grunnen som påvirker brua, se skadetype 11 – Setning i kapitlene 9.2 - 9.5.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert.
- Materialfeil. Feil masser i tilbakefylling.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet.
- Belastning. Overbelastning fra trafikk.
- Ulykkeslast, f.eks. flom.
- Bruksskade. f.eks. følgeskade av erosjon.

### Aktuelle oppmålinger

- Nivellement
- Jevnhetsmålinger.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må velges ut fra skadens omfang og sannsynlige utvikling.

Setninger i grunnen kan ha betydning for trafiksikkerheten, vedlikeholdskostnadene og miljøet. Setninger i grunnen bak landkar kan føre til en høydeforskjell i kjørebanelen i overgangen mellom fylling og dekke. Dette får betydning for trafiksikkerheten. Høydeforskjellen kan også føre til slag i fuger og dermed støyplager for eventuelle beboere nær brua.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Må vurderes i hvert enkelt tilfelle av inspektøren. Dersom nivåforskjellen i kjørebanelens lengderetning for stamveger blir på mer enn 20 mm målt med 2 m rettholt (30 mm for øvrige riksveger), skal tiltak iverksettes, det vises til faste dekker (hovedprosess 6) i håndbok 111.

### Tiltak

- Oppfylling med egnede masser
- Ved små høydeforskjeller i kjørebanelen repareres skaden ved å utjevne forskjellen med asfalt
- Dersom setningene utvikler seg må utskifting av masser bak landkaret vurderes.



## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN



### Eksempel 9.1-1

Setninger i masser bak landkar har ført til en høydeforskjell i kjørebanelen på 27 mm. Det går mye tungtrafikk på brua som ligger på en stamveg og spranget fører til mye slag og støy for beboerne nær brua. Skaden påvirker trafikksikkerheten og miljøet.

Skadetype: 11 Setning  
Skadegrad/-konsekvens: **3T, M3**  
Skadeårsak: 61 Trafikklast

**Tiltak:**  
Oppfylling med asfalt innen 1 år.



### Eksempel 9.1-2

Stor setning av fylling som er bygget opp av bark. Høydeforskjell mellom bru og fylling er stor. Skaden vurderes som trafikkarfarlig. Setningene påvirker også utseendet fra vegen som går under brua. Forskyvning av betongsøylene indikerer at de er påført ekstra store belastninger fra jordtrykket. Skade på elementer av betong beskrives i hht. kapittel 9.2.

Skadetype: 11 Setning  
Skadegrad/-konsekvens: **3T, 2M**  
Skadeårsak: 13 Feil materialvalg

**Tiltak:**  
Utskifting av masser med f.eks. EPS. Tilstanden til betongsøylene må kontrolleres nøye når massene er fjernet.



### Eksempel 9.1-3

Eksempel på setning i grunnen under en liten del av en vingemur. Kan påvirke bæreevnen dersom setningen utvikler seg.

Skadetype: 11 Setning  
Skadegrad/-konsekvens: **2B**  
Skadeårsak: 90 Annen/ukjent

**Tiltak:**  
Oppfylling med egnede masser innen 5 år.



# 21 Innsnevring



### Beskrivelse

Innsnevring av vanngjennomløp på grunn av opphopning av løsmasser, kvist, drivtømmer e.l. Innsnevring vil øke vannhastigheten og endre strømningsforholdene, noe som videre kan føre til erosjon og undergraving.

### Skadeårsak

- Manglende drift/vedlikehold. Manglende opprensning av gjennomløp.
- Ulykkeslast. F. eks. flom.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Da erosjon og undergraving kan oppstå svært raskt når gjennomløpet er innsnevret, bør det normalt benyttes høye skadegrader.

Innsnevring kan påvirke bæreevnen, trafiksikkerheten og vedlikeholdskostnadene:

- Økt risiko for erosjon og undergraving som kan føre til redusert bæreevne og dermed økte kostnader for vedlikehold
- Oppstuvning av vann spesielt i kombinasjon med isgang kan føre til at vannet renner over vegen og dermed påvirker trafiksikkerheten.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for opprensning av elveløp. Når innsnevring har oppstått må behovet for tiltak vurderes i hvert enkelt tilfelle. Det vil blant annet være avhengig av graden av innsnevring, om gjennomløpet har overkapasitet eller ikke. Tiltak må gjennomføres før følgeskader oppstår.

### Tiltak

- Opprensning i vannløpet
- Reetablering av opprinnelig vannløp
- Spesielle tiltak ved oppdemming.

## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN



Eksempel 9.1-4

Hele gjennomløpet er fylt opp av busker og trær. Brua er over et typisk flomløp, men den er godt fundamentert slik at det ikke er fare for at fundamentet undergraves. Innsnevringen kan få konsekvenser for vedlikeholdskostnadene ved at vannet renner over veien og massene bak landkarene graves ut.

Skadetype:	21 Innsnevring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Opprensning innen 1 år.



Eksempel 9.1-5

Søppel i gjennomløp. Det er fare for at massene rundt røret kan bli utgravd i forbindelse med flom. Dette kan få konsekvenser både for bæreevne og vedlikeholdskostnader.

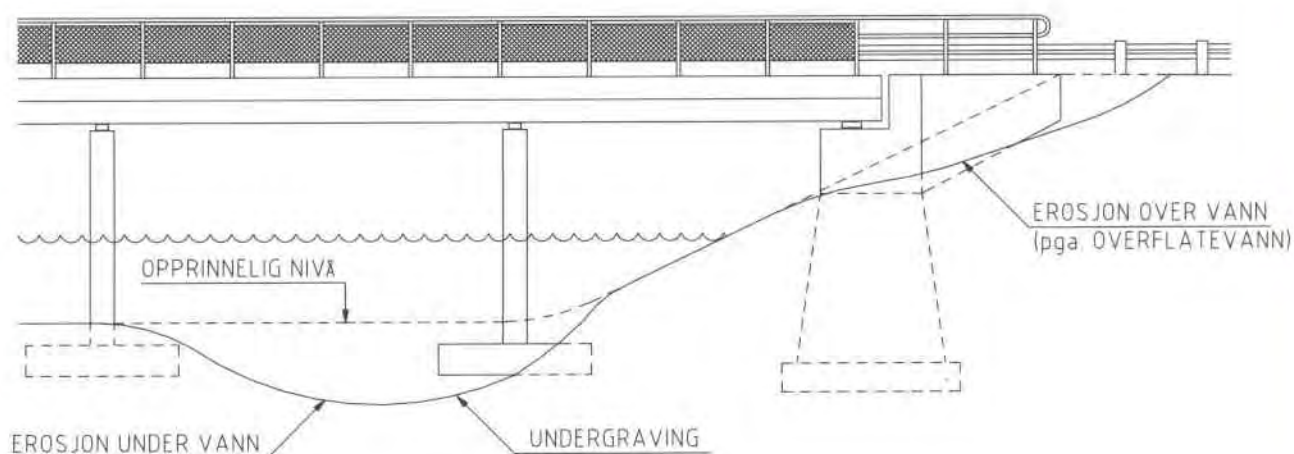
Skadetype:	21 Innsnevring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2B, 3V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Opprensning innen 1 år.



# 22 Erosjon



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter erosjon av grunnen over og under vann. Under vann kan det f.eks. være erosjon av naturlig bunnivå eller erosjonsbeskyttelse. Dersom erosjon ikke stoppes i tide vil fundamentene bli undergravd. Over vann omfatter skadetypen erosjon av fyllinger og skråninger inntil landkar og pilarer.

### Skadeårsak

Mulige skadeårsaker er:

- Prosjekteringsfeil. Feil utforming eller manglende hensyn til bortledning av overflatevann i planleggingen. Feil utforming av brua ved at den gir innsnevring av gjennomløpet og dermed større vannhastighet. Manglende erosjonsbeskyttelse.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet.
- Manglende drift/vedlikehold. Oppdemming av vannløpet på grunn av kvist o.l.
- Ulykkeslast. Erosjon/undergraving forårsaket av stor vannføring ved flom etc.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade pga. endringer i vannløpet etter grunnarbeider i nærheten.

### Skadegrad/skadekonsekvens

For erosjon under vann bør normalt høye skadegrader benyttes da utvikling kan skje svært raskt og selv små masseforflytninger fra et fundament påvirker bæreevnen. Erosjon kan raskt utvikle seg slik at det blir undergraving. Over vann må skadegraden må vurderes ut fra stedlige forhold og sannsynlig utvikling.

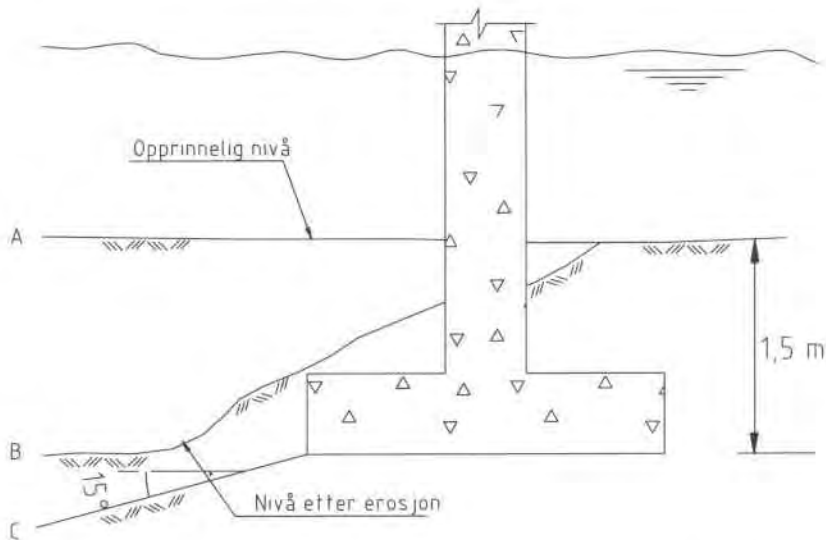
Erosjon **under** vann kan påvirke både bæreevnen og vedlikeholdskostnadene:

#### Bæreevne:

- Erosjon i et gjennomløp kan redusere bæreevnen til et fundament fordi massene rundt det fjernes. Fundamenter uten pelers er spesielt utsatt. Se figur. Faren for undergraving er stor.
- Sålefundamenter vil alltid få redusert bæreevne om de undergraves, setninger kan oppstå.
- Setninger av fundamenter vil gi deformasjoner i overbygningen og kan føre til sammenbrudd av deler av eller hele brua.
- Fundamenter på pelers har normalt bæreevne uten masser under fundamentet, men frilagte pelers vil være sårbare for f. eks. is, drivtømmer, råte og bør derfor beskyttes.



## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN



Figuren ovenfor er basert på bæreevneformlene i Bruhåndboka og viser at dersom erosjonen gjør at bunnivået senkes fra opprinnelig nivå A (bæreevnen er 100 %) til nivå B, reduseres bæreevnen til 50 %. Dersom erosjonen får fortsette slik at bunnivået senkes til nivå C, reduseres bæreevnen til 25 % av den opprinnelige.

### Vedlikeholdskostnader:

Selv mindre skader på en erosjonsbeskyttelse har en tendens til å akselerere og bli kostbare å utbedre. Spesielt ved en flomsituasjon er det viktig at erosjonsbeskyttelsen er i orden. Hvis ikke kan det oppstå undergraving som kan få store konsekvenser for bæreevnen.

Erosjon **over** vann kan påvirke bæreevnen, trafikksikkerheten, vedlikeholdskostnadene og miljøet. Når stabiliserende masser rundt et landkar fjernes kan bæreevnen reduseres. Erosjon kan føre til hull og skader på kjørebane og dermed fare for trafikantene. Omfanget av skader kan øke betydelig dersom det ikke utføres tiltak for å stoppe erosjonen. Eroderte skråninger kan påvirke det visuelle inntrykket av brua.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Ved erosjon under vann og spesielt undergraving av fundamenter må tiltak utføres med en gang. Erosjon over vann må vurderes av inspektøren i hvert enkelt tilfelle.

### Tiltak

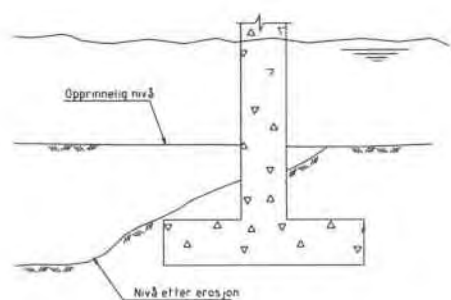
#### Under vann:

- Opprensning av vannløpet
- Vannløpet bringes tilbake til normalt
- Skadet erosjonsbeskyttelse repareres
- Erosjonsbeskyttelse etableres
- Tilbakefylling under og inntil fundamentet med egnede løsmasser
- Understøp av fundamenter dersom det er forsvarlig ut fra fundamentets bæreevne. Pelefundamenter må vurderes spesielt.

#### Over vann:

- Oppfylling med nye egnede masser
- Steinsetting av skråninger
- Forbedring av dreneringssystem for bortledning av overflatevann
- Tilsåing/beplantning for å binde massene.

## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN



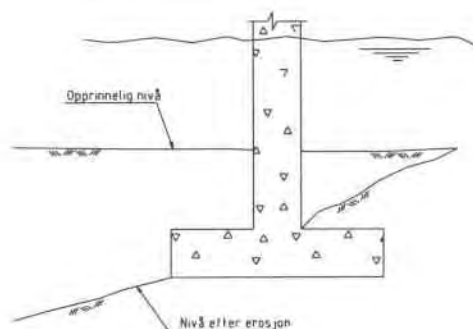
### Eksempel 9.1-6

Opprinnelig terrengnivå under vann er blitt erodert til nivå med underkant såle pga. manglende erosjonsbeskyttelse.

Skadetype: 22 Erosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **3B**  
Skadeårsak: 10 Prosjekteringsfeil

#### Tiltak:

Oppfylling med egnede masser og etablering av erosjonsbeskyttelse i løpet av 1 år.



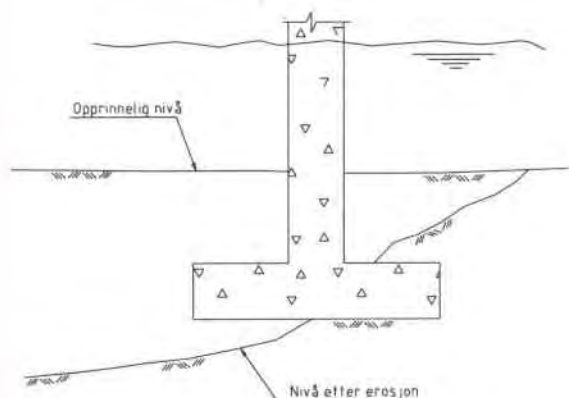
### Eksempel 9.1-7

Opprinnelig terrengnivå under vann er endret vesentlig på grunn av erosjon. Dette har stor konsekvens for bæreevnen. Det er benyttet for fingraderte masser i tilbake-fyllingen.

Skadetype: 22 Erosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Oppfylling med egnede masser og etablering av erosjonsbeskyttelse i løpet av 1/2 år.



### Eksempel 9.1-8

Sålefundamentet er undergravd etter kraftig flom. Dette gir stor reduksjon i bæreevnen.

Skadetype: 22 Erosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 73 Flom

#### Tiltak:

Trafikken stanses inntil tiltak er utført. Understøpning med betong, oppfylling med egnede masser og etablering av erosjonsbeskyttelse i nivå med gammel elvebunn umiddelbart.



## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN



**Eksempel 9.1-9**

Undergraving av fundament med vertikale peler pga. manglende erosjonsbeskyttelse. Vertikale laster kan tas opp, men ikke horisontale. Pelene kan også bli utsatt for uforutsette påkjenninger. Dette har alvorlige konsekvenser for bæreevnen.

Skadetype: 22 Erosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 10 Prosjekteringsfeil

**Tiltak:**

Understøpning av fundamentet eller oppfylling med egnede masser og etablering av erosjons-beskyttelse. Utføres i løpet av 1/2 år.



**Eksempel 9.1-10**

Erosjon i fylling da vannavrenning fra brudekket ikke er utført som beskrevet. Dersom utviklingen får fortsette vil vedlikeholdskostnadene påvirkes. Da det er mye offentlig ferdsel under brua har dette også konsekvenser for utseendet.

Skadetype: 22 Erosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **3V, 3M**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Oppfylling med løsmasser, forbedring av avrenning og beskyttelse mot erosjon. Utføres i løpet av året.



**Eksempel 9.1-11**

Kombinasjon av erosjon i fyllingen bak vingene og mangelfull innfesting har ført til at kant-elementene har kommet ut av posisjon og det er fare for at de faller ned på gangvegen under brua. De vi derfor påvirke sikkerheten for de som ferdes der.

Skadetype: 22 Erosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Elementene rettes opp og sikres i løpet av 1/2 år.



## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN



### Eksempel 9.1-12

Som følge av erosjon har betongblokker foran landkaret begynt å rase ut og det har oppstått setninger og hull i massene bak landkaret. Dette har konsekvenser for trafiksikkerheten.

Skadetype:	22 Erosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4T</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Repareres midlertidig ved påfylling av masser i bakkant umiddelbart og senere permanent ved etablering av avlastingsplate mot bakkanten.



### Eksempel 9.1-13

Liten erosjon under landkar på grunn av at det ikke er tatt tilstrekkelig hensyn til vannavrenning i prosjekteringen.

Skadetype:	22 Erosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1V</b>
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil

#### Tiltak:

Ingen.



### Eksempel 9.1-14

Begynnende erosjon under landkar på grunn av at det ikke ble tatt tilstrekkelig hensyn til vannavrenning fra kjørebane under bygging. Dette kan få konsekvenser for vedlikeholdskostnadene dersom erosjonen får utvikle seg over tid.

Skadetype:	22 Erosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Utskifting av masser, forbedring av avrenning og beskyttelse mot erosjon i overflaten i løpet av 5 år.

## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN



### Eksempel 9.1-15

Erosjon foran landkar har ført til at betongheller har kommet ut av stilling.

Skadetype:	22 Erosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

### Tiltak:

Forbedring av vannavrenning, oppfylling under betongheller og legging av heller på nytt. Utføres i løpet av 5 år.



# 83 Manglende opprydding/fjerning



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter manglende opprydding etter bygging, manglende fjerning av vegetasjon under/inntil brua, manglende fjerning av materialer/utstyr som er lagret under brua.

### Skadeårsak

- Utførelsesfeil. Manglende opprydding etter bygging.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Skadegraden vil avhenge av skadens art og omfang og hvor raskt andre skadetyper kan utvikle seg. På nye bruer bør det benyttes høye skadegrader.

Manglende opprydding/fjerning kan være årsak til følgeskader som kan påvirke vedlikeholdskostnadene eller miljøet. Kostnadene for opprydding/fjerning er ofte vesentlig lavere enn for reparasjon av følgeskader.

### Tilstand som utløser vedlikehold

På nye bruer skal opprydding/fjerning utføres umiddelbart etter bygging. På eksisterende bruer skal det utføres tiltak dersom manglende opprydding/fjerning kan føre til skader som påvirker vedlikeholdskostnader eller miljøet.

### Tiltak

- Opprydding/fjerning.



## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN



### Eksempel 9.1-16

Tett vegetasjon ved landkar.

Skadetype:	83 Manglende opprydding/fjerning
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Vegetasjon fjernes innen 1 år.



### Eksempel 9.1-17

Kulvert benyttet som lager for halmballer.

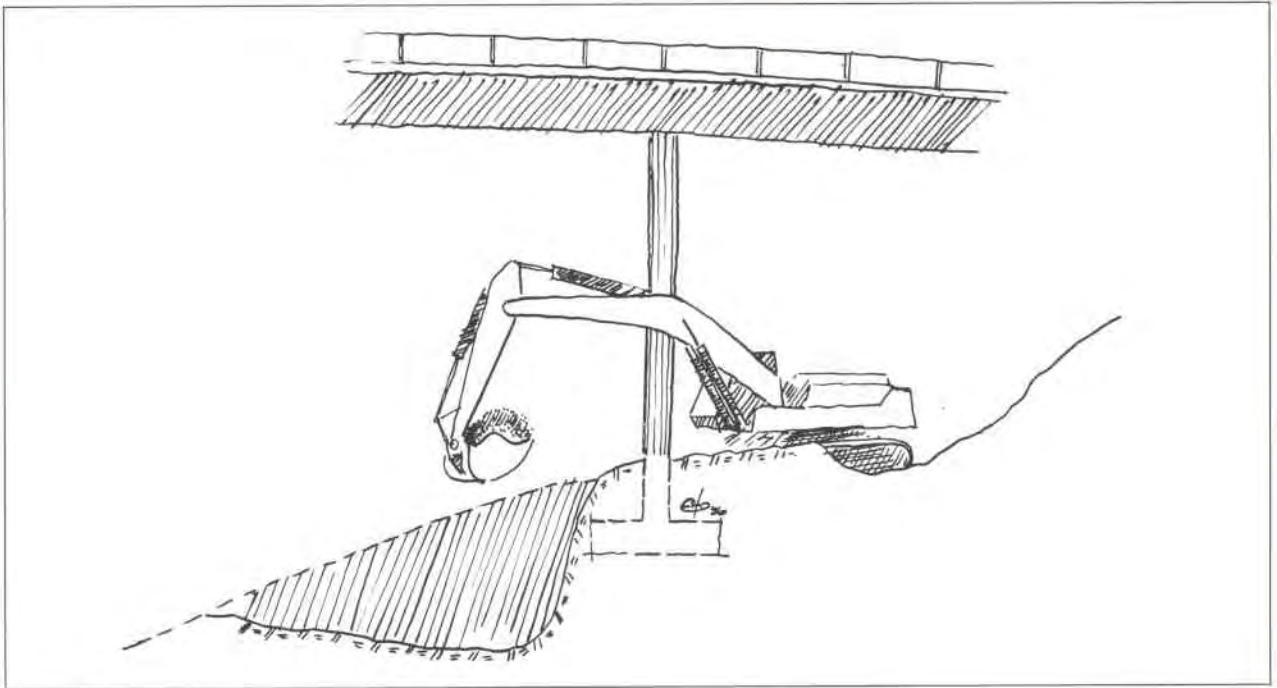
Skadetype:	83 Manglende opprydding/fjerning
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Kulverten ryddes innen 1 år.

## 9.1 ELEMENTER I GRUNNEN

# 90 Annen skade/mangel



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter skader/mangler i grunnen som ikke dekkes av de skadetyperne som er beskrevet tidligere i kapittel 9.1. Et eksempel er at belastningene på fundamentene vil øke dersom det legges opp fyllinger inntil disse. Utgraving inntil fundamentene kan redusere bæreevnen. Graving i vannløp kan føre til at elven eroderer på en annen måte, noe som igjen kan være en fare for fundamentene.

Skadetypen omfatter også mangler i grunnen som kan føre til at skader oppstår. Eksempel på dette kan være manglende ledemurer for vann eller vanngjennomløpet som har for dårlig kapasitet. Andre eksempler er mangler fra byggeperioden som f.eks. at skråninger ikke er tilsådd eller at erosjonsbeskyttelse ikke er etablert.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil
- Utførelsesfeil
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra stedlige forhold og sannsynlig utvikling.

Skadekonsekvens må vurderes av inspektøren.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Når mangler kan føre til utvikling av skader som kan påvirke bæreevnen eller vedlikeholdskostnadene vesentlig skal tiltak utføres.

### Tiltak

Tiltak må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

## 9.2 Elementer av betong

Følgende skadetyper kan forekomme på bruelementer av betong:

	side	
11	Setning	160
12	Bevegelse	162
13	Deformasjon	164
14	Riss/Sprekk	167
15	Brudd	174
16	Skade på overflatebehandling	176
17	Lekkasje/fuktbelastning	178
18	Misfarging	182
31	Liten/skadet overdekning	184
32	Forvitring	187
33	Støpesår	190
34	Bom	193
35	Avskalling	194
36	Armeringskorrosjon	198
37	Utvasking	202
81	Manglende rengjøring	205
83	Manglende opprydding/fjerning	207
90	Annen skade/mangel	209

I det etterfølgende er det vist eksempler på disse.

Skader på betongslitelag er beskrevet i kapittel 9.6.2 og skader på betongrekkverk i kapittel 9.9.1.



# 11 Setning



### Beskrivelse

Vertikal bevegelse av landkar, vinger, pilarer osv. av betong. Setning av disse elementene kan videre føre til deformasjon av overbygningen, det vises til skadetype 13.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert, jordtrykk undervurdert.
- Materialfeil. Feil masser i tilbakefylling.
- Utførelsesfeil. Fundamenteringen er ikke utført som beskrevet.
- Belastning. Fra trafikk eller pålasting av grunnen, f.eks. i forbindelse med byggearbeider i nærheten.
- Bruksskade. Følgeskade pga. erosjon/undergraving i grunnen.

### Aktuelle oppmålinger

- Nivellement.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må vurderes utfra setningens størrelse og utvikling samt skader den kan føre til på elementet som setter seg. For deformasjon av f. eks. overbygning pga. setning vises det til skadetype 13. Setning kan påvirke bæreevne og/eller vedlikeholdskostnader.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG

### Tilstand som utløser vedlikehold

Når setning har ført til for lav bæreevnen skal tiltak utføres umiddelbart. Ved setning som kan føre til for lav bæreevne skal tiltak utføres før dette skjer.

Når setninger kan få betydning for vedlikeholdskostnadene skal tiltak utføres.

### Tiltak

- Utskifting til lette masser for å redusere vertikallast og jordtrykk
- Refundamentering med f. eks. peler.



#### Eksempel 9.2-1

Stor setning av et landkar som står opp i en fylling. Massenes setningsømfintlighet er undervurdert. Landkaret har ikke skader som krever reparasjon på kort sikt. Overbygningen er kontinuerlig og det har derfor vært nødvendig med midlertidig oppbygging av lagrene for å redusere deformasjonene.

Skadetype:	11 Setning (for landkar) 13 Deformasjon (for overbygning)
Skadegrad/konsek.v.:	<b>1B</b> for landkar <b>4B</b> for overbygning før midlertidig opplagring
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil

#### Tiltak:

Ingen tiltak for landkaret, men setningen følges opp med nivellement.

Deformasjon av overbygningen var så stor at brua måtte stenges for tunge kjøretøy inntil jekking og oppbygging av lager var utført.



# 12 Bevegelse



### Beskrivelse

Bevegelse av bruelementer i forhold til opprinnelig plassering. F.eks. horisontal forskyvning eller rotasjon av landkar, pilarer, del av overbygning. Ved vertikal bevegelse brukes skadetype 11 Setning. Bevegelser kan ofte sees på lagre og i fugespalter.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert, jordtrykk undervurdert.
- Materialfeil. Feil masser i tilbakefylling.
- Utførelsesfeil. Fundamenteringen er ikke utført som beskrevet.
- Belastning fra trafikk.
- Manglende drift/vedlikehold. Manglende rengjøring av fuger.
- Ulykkeslast, f.eks. flom, påkjørsel.

### Aktuelle oppmålinger

- Oppmåling av bevegelse.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes ut fra bevegelsens størrelse og sannsynlige utvikling. Vær oppmerksom på at bevegelser er mer kritiske for skjeve enn rette bruer på grunn av sideveis forskyvning av overbygning.

Ekstreme bevegelser kan gå ut over bæreevnen, men normalt er det vedlikeholdskostnadene som påvirkes. Utstikkende hjørner langs føringskanter kan påvirke trafikksikkerheten.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Vil ofte være avhengig av de oppståtte bevegelser i forhold til lagrenes og evt. fugekonstruksjonens kapasitet. Videre kan det avhenge av om eventuelle utstikkende hjørner representerer en fare for trafikken, inkludert brøyteutstyr.

### Tiltak

- Rengjøring av fuger
- Oppjekking og justering av lagre og evt. overbygning
- Utskifting til lette masser for å redusere jordtrykket.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



**Eksempel 9.2-2**

Dårlig stabilitet har ført til bevegelse av landkaret. Fugeåpningen er helt lukket og avskallingene på landkar og tverrbærer tyder på at overbygningen står under kontinuerlig trykk.

Skadetype: 12 Bevegelse  
Skadegrad/-konsekvens: **2B**  
Skadeårsak: 10 Prosjekteringsfeil

**Tiltak:**

Kontinuerlige oppmålinger for å følge utviklingen. Dersom utviklingen fortsetter må massene bak landkaret skiftes ut innen 5 år.



**Eksempel 9.2-3**

Tilbakefylling med telefarlige masser har ført til bevegelse av landkaret og sideveis bevegelse av overbygningen fordi bruas avslutning ved landkaret er skjev. Overbygningen har utstikkende føringskant i vegbanen. Oppleggene har foreløpig kapasitet til å ta bevegelsene og bæreevnen er ennå ikke påvirket.

Skadetype: 12 Bevegelse  
Skadegrad/-konsekvens: **2V** for landkar  
**3T** for overbygning  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Massene bak landkaret skiftes ut og overbygningen jekkes tilbake innen 3 år.



**Eksempel 9.2-4**

Toppen av pilaren har forskjøvet seg 55 mm i bruas lengderetning i løpet av 40 år, sannsynligvis pga. islast. Forskyvning av lagrene, se kapittel 9.7 Lager m/lageravsats.

Skadetype: 12 Bevegelse  
Skadegrad/-konsekvens: **1V** (for pilar)  
Skadeårsak: 63 Islast

**Tiltak:**

Kontinuerlig oppfølging.



# 13 Deformasjon



### Beskrivelse

Med deformasjon menes at et bruelement har blitt bøyd i forhold til sin opprinnelige form og kan ha fått ekstra last eller redusert kapasitet. Eksempler er permanent nedbøyning av hovedbæresystem, dekke o.l. i egenvekttilstand, deformasjon pga. setning eller utbøyning av elementer som f.eks. pilarer på grunn av for store nyttelaster e. l.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Underdimensjonering eller feil forutsetninger.
- Utførelsesfeil. Setning i stillaset under bygging. Påført utilsiktede laster.
- Belastning. Overbelastning ved tungtransport, for tykt asfaltslitelag.
- Ulykkeslast, f. eks. påkjørsel.
- Brukslast. Følgeskade, f.eks. pga. setning.

### Aktuelle oppmålinger

- Nivellement.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Deformasjon av bærende elementer kan tyde på for lav bæreevne eller overbelastning. Skadegrad må settes ut fra deformasjonens størrelse og sannsynlige utvikling.

For kontinuerlige bruer vil deformasjon av overbygningen på grunn av setning av landkar/pilarer påvirke bæreevnen. Kontrollberegning må utføres før skadegrad kan bestemmes. I mange tilfeller er det tatt hensyn til differansesetninger i prosjekteringen. Dette må brukes ved vurdering av skadegrad/skadekonsekvens.

Deformasjon på grunn av setninger kan også påvirke fremtidige vedlikeholdskostnader da betongens langtidsdeformasjon på grunn av kryp vil gjøre jekking vanskelig dersom dette ikke gjøres i tide.

Deformasjon på grunn av stillassetning vil ikke ha betydning for bæreevnen.

Ved unormale langtidsdeformasjoner pga. egenvekt kan både trafikksikkerhet, vedlikeholdskostnader og miljø påvirkes.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG

### Tilstand som utløser vedlikehold

Når deformasjon har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. For deformasjon som kan føre til for lav bæreevne skal tiltak utføres før dette skjer. Det skal utføres tiltak når deformasjon skjemmer bruas utseende.

### Tiltak

- Jekking og justering av lagre (kontinuerlige bruer)
- Fjerne evt. utilsiktede laster, f.eks. asfalt
- Forsterkning eller ombygning
- Utskifting.



Eksempel 9.2-5

Nedbøyning av utkraget plate på grunn av for lite armering/feil armeringsføring.

Skadetype:	13 Deformasjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	14 Feil i beregninger

### Tiltak:

Forsterkning innen 1 år.



Eksempel 9.2-6

Utbøyning av søyler på grunn av gjenstående forskaling som har ført til økt jordtrykk på søylene.

Skadetype:	13 Deformasjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil 62 Jordtrykk

### Tiltak:

Forsterkning av pilar (kappestøp) og utskifting til lette masser (EPS) innen 1 år.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-7

Deformasjon på grunn av setning i stillaset under bygging. Utjevnet med asfalt under bygging.

Skadetype:	13 Deformasjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1B</b>
Skadeårsak:	31 Stillassetning

### Tiltak:

Ingen

# 14 Riss/Sprekk



### Beskrivelse

Skadetyperen omfatter alle typer skadelige riss og sprekker i betong. Betong har lav strekkfasthet. Dette betyr at riss i betong som er påkjent av bøyning eller strekk er normalt, men rissene skal være innenfor visse grenser.

Bruer med glatt armering kan få grove riss med lengre avstand mellom rissene enn det som er tilfelle for kamstål. Spennarmerte konstruksjoner skal normalt ikke ha riss.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. For lite armering / høye armeringsspenninger i bruksgrensetilstanden.
- Materialfeil. Feil sammensetning av betongen kan gi svinnsprekker. Alkalireaktivt tilslag kan reagere med alkalier fra sementen og vann og over lang tid gi en volumutvidelse av betongen som kan føre til riss/sprekker.
- Utførelsesfeil. Dårlig utført støpearbeid og etterbehandling kan føre til setningsriss, riss på grunn av plastisk svinn, uttørkingssvinn og riss pga. herdevarme/ temperaturgradienter.
- Manglende drift/vedlikehold. Dårlig rengjøring av fuger kan gi uforutsette belastninger.
- Miljøangrep. Aggressivt miljø, f.eks. riss på grunn av kloridinitiert armeringskorrosjon.
- Belastning fra f. eks. trafikk, setning, e.l.
- Ulykkeslast. F.eks. påkjørsel.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Aktuelle oppmålinger

- Oppmåling av rissvidder og rissmønster
- Opphugning, uttak av borkjerner/tynnslip.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes ut fra sprekkenes beliggenhet, størrelse, antall, skadeårsak, sannsynlige utvikling og hvor påkjent det aktuelle elementet er. Klimapåkjenningen på brua vil også ha betydning.

Grove riss/sprekker kan være tegn på at bæreevnen er for lav. Riss/sprekker kan føre til armeringskorrosjon og dermed påvirke bæreevnen. Riss/sprekker med fuktgjennomgang vil være vesentlig farligere med hensyn på armeringskorrosjon enn tørre riss.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG

I de aller fleste tilfellene vil riss/sprekker i betong ha konsekvenser for vedlikeholdskostnadene. Avhengig av beliggenhet kan riss/sprekker også ha konsekvenser for miljøet.

For riss/sprekker som kan påvirke fremtidige vedlikeholdskostnader kan følgende tommelfingerregel benyttes for å bestemme skadegrad:

<b>Noe aggressivt miljø (NA):</b>	Riss/sprekk < 0,5 mm	<b>1V</b>
	Riss/sprekk 0,5-1,0 mm	<b>2V</b>
	Riss/sprekk > 1,0 mm	<b>3V</b>
<b>Aggressivt miljø (MA):</b>	Riss/sprekk < 0,2 mm	<b>1V</b>
	Riss/sprekk 0,2-0,5 mm	<b>2V</b>
	Riss/sprekk > 0,5 mm	<b>3V</b>

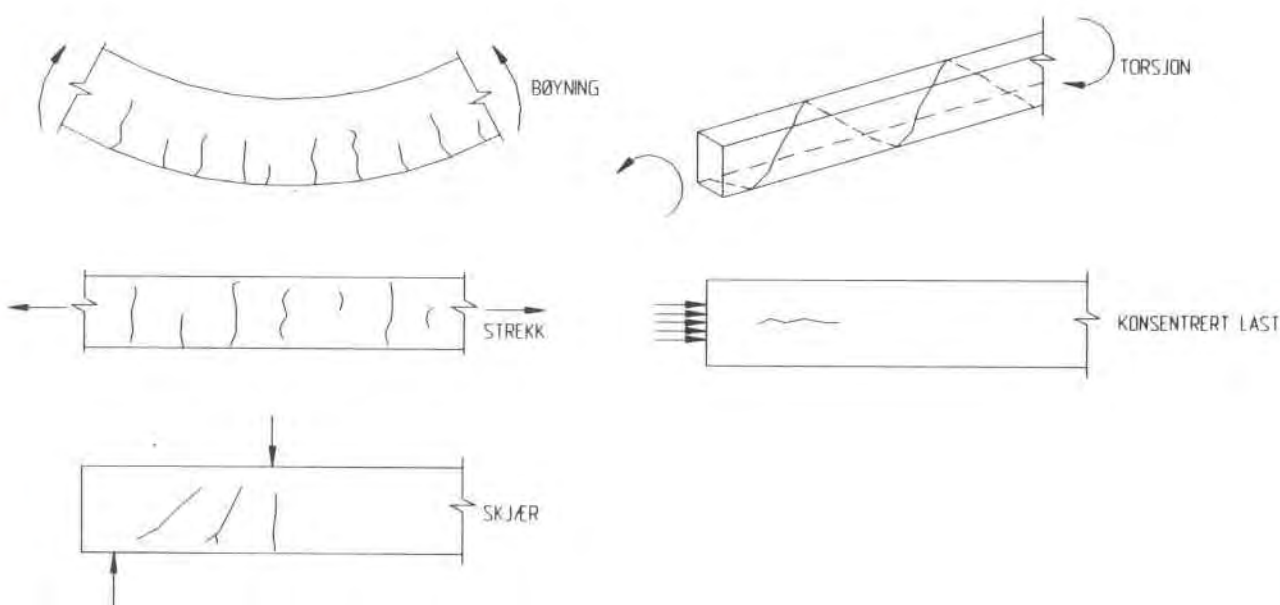
Riss/sprekk med fuktgjennomgang bør alltid bedømmes som å ligge i aggressivt miljø. Riss/sprekk i betong i aggressivt miljø bør kontrolleres for armeringskorrosjon ved opphugning enkelte steder.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Riss/sprekker er ofte forårsaket av andre skader som deformasjon, bevegelse, manglende rengjøring, etc. Det må utføres tiltak for disse primærskadene før det utføres tiltak for riss/sprekker. Det skal utføres tiltak for riss/sprekker før det er fare for at det utvikles andre skadetyper, f.eks. armeringskorrosjon, som kan gi redusert bæreevne og økte vedlikeholdskostnader.

### Tiltak

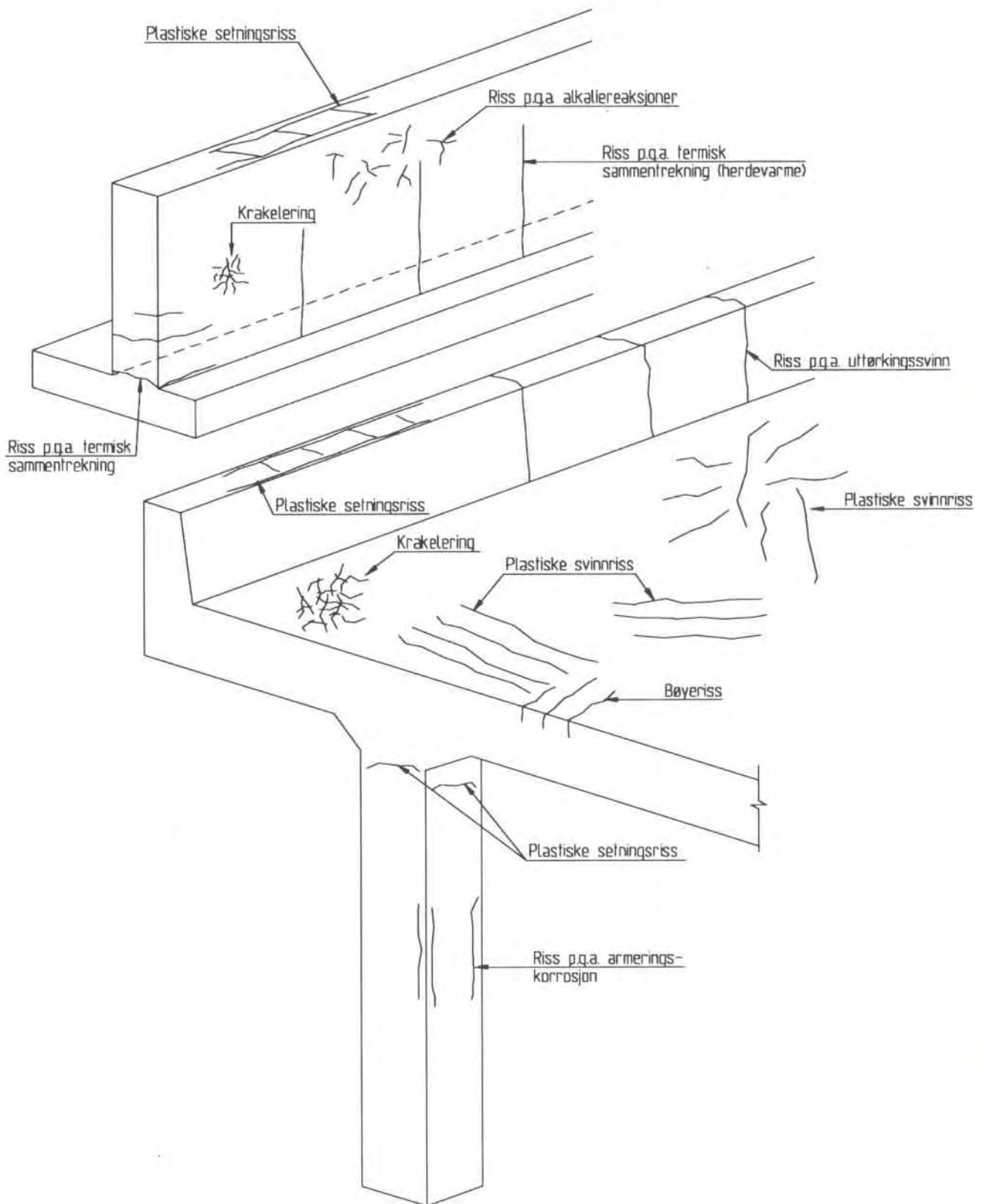
- Overflatebehandling med rissoverbyggende egenskaper
- Forsegling av riss/sprekker
- Injisering av riss/sprekker
- Forsterkning.



Figurene viser forskjellige typer riss/sprekker som kan oppstå på grunn av ytre belastninger.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



Figuren viser eksempler på forskjellige typer riss som kan forekomme på betongbruer.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



**Eksempel 9.2-8**

Sprekker i hengebrudekke på grunn av tette fuger. Det er ingen fare for totalt sammenbrudd. For fuger se kapittel 9.8.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **3B**  
Skadeårsak: 82 Følgeskade

**Tiltak:**

Utmeisling av betong. Støping av ny tverrbærer. Montering av tett fuge. Utføres innen 1 år.



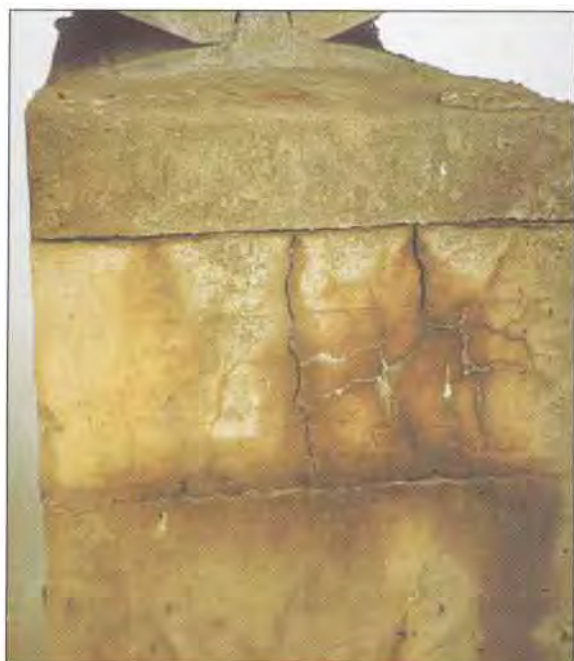
**Eksempel 9.2-9**

Sprekker under lager som er plassert for nær kanten.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 10 Prosjekteringsfeil

**Tiltak:**

Avlastning av lager umiddelbart. Forsterkning av lageravsats innen 1 år.



**Eksempel 9.2-10**

Riss i søyle på grunn av alkalireaksjoner. Rissvidde inntil 1 mm, aggressivt miljø.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **3V**  
Skadeårsak: 25 Alkalireaktivt tilslag

**Tiltak:**

Tetting av fuger over søylen innen 2 år for å redusere vannlekkasjen ned på søylen.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



**Eksempel 9.2-11**

Riss i støttemur på grunn av alkalireaksjoner (konstatert ved strukturanalyse). Fuktes av vann som renner fra vegbanen, men denne saltet ikke. Rissvidde inntil 0,8 mm, noe aggressivt miljø. Lite tilgjengelig sted og liten offentlig ferdsel.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V, 1M</b>
Skadeårsak:	25 Alkalireaktivt tilslag

**Tiltak:**

Bortledning av overflatevann og overflatebehandling for å beskytte mot fukt. Utføres innen 5 år.



**Eksempel 9.2-12**

Bøyeriss i betongbjelke. Statistiske beregninger har vist at armeringsmengden er tilstrekkelig.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	61 Trafikklast

**Tiltak:**

Overflatebehandling med rissoverbyggende belegg innen 5 år.



**Eksempel 9.2-13**

Riss i vingemur på grunn av setninger av muren. For setning se skadetype 11.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Følge opp med nivellement. Injisere riss når setning har stoppet opp.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-14

Sprekker i landkarvegg på grunn av skjevsetning av landkaret. Ingen ferdsel i nærheten. Setningsforløp har stoppet opp. For skjevsetning se skadetype 11 Setning.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	82 Følgeskade

#### Tiltak:

Utskifting med lette masser (EPS) og injisering av sprekker innen 5 år.



### Eksempel 9.2-15

Riss over pilar på grunn av setning av landkar. Setning er stoppet opp og bæreevnen er intakt. For setning av landkar se skadetype 11 Setning.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	82 Følgeskade

#### Tiltak:

Forsegling av riss innen 1 år.



### Eksempel 9.2-16

Setningsriss oppstått under støping.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Forsegling innen 1 år.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-17

Gjennomgående riss i nystøpt bruplate. Er forårsaket av herdevarme på grunn av støp mot kald betong.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	35 Manglende herdetiltak

#### Tiltak:

Injisering av riss i løpet av 1 år.



### Eksempel 9.2-18

Fukt og kalkutfelling i svinnriss på undersiden av dekke på prefabrikkert gangbru. Største rissvidde 0,7 mm. Se også skadetype 17 Lekkasje/fuktbelastning.

Skadetype:	14 Riss/sprekk 17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	67 Svinn/kryp

#### Tiltak:

Forsegling av riss innen 2 år.



### Eksempel 9.2-19

Kalkutfelling i svinnriss i kulvert på grunn av tidligere fuktgjennomgang. Denne er nå tørket ut fordi kalkproduktene har tettet risset og lekkasjen har stanset. Det er stor gangtrafikk gjennom kulverten.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1V, 3M</b>
Skadeårsak:	67 Svinn/kryp

#### Tiltak:

Betongoverflaten sandblåses i løpet av 1 år for å bedre utseendet.

# 15 Brudd



### Beskrivelse

Gjennomgående skade i hele eller deler av et bruelement, f.eks. gjennomgående sprekker eller knusningssoner i betongen.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er ikke tatt hensyn til konsentrerte laster eller det er for små utvidelsesmuligheter.
- Utførelsesfeil. Oppspenning før betongen har fått foreskrevet fasthet kan føre til brudd i betongen.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Belastning fra trafikk, jordtrykk e. l.
- Ulykkeslast, f. eks. påkjørsel.
- Bruksskade, f.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes ut fra bruddets beliggenhet, størrelse og sannsynlige utvikling. Høy skadegrad benyttes for bærende elementer.

For bærende elementer vil brudd ha konsekvens for bæreevnen. For ikke-bærende elementer kan brudd ha innvirkning på trafikksikkerheten, fremtidige vedlikeholdskostnader og/eller miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom bruas bæreevne er for lav eller trafikksikkerheten er redusert skal det utføres tiltak umiddelbart.

Når brudd påvirker vedlikeholdskostnadene skal tiltak utføres før det utvikles andre skadetyper som vil gi økte vedlikeholdskostnader.

### Tiltak

- Mekanisk reparasjon
- Utsifting
- Forsterkning.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-20

Brudd i tverrbærer på hengebru på grunn av tett fuge. For tett fuge se kapittel 9.8, skadetype 81 Manglende rengjøring.

Skadetype:	15 Brudd
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

#### Tiltak:

Eksisterende tverrbærer hugges ned og ny etableres innen 1 år.



### Eksempel 9.2-21

Brudd i bjelke på grunn av påkjørsel. Redusert bæreevne og fare for nedfall av betongbiter.

Skadetype:	15 Brudd
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B, 4T</b>
Skadeårsak:	71 Påkjørsel

#### Tiltak:

Stengning av brua inntil skaden er reparert.



### Eksempel 9.2-22

Brudd i bakmur på grunn av bevegelse av landkar (forårsaket av jordtrykk). For bevegelse av landkar se skadetype 11 Bevegelse.

Skadetype:	15 Brudd
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	62 Jordtrykk
	82 Følgeskade

#### Tiltak:

Utskifting til lette masser (EPS) og reparasjon av bakmur innen 5 år.



# 16 Skade på overflatebehandling



### Beskrivelse

Skader på overflatebehandling på bruelementer av betong, dvs. vannavvisende impregnering, maling/belegg, eller slemming/porefylling. Skadene kan være avflaking, krakelering, blæring, fargeskjolder og/eller at overflatebehandlingen ikke oppfyller de funksjonskravene som er satt. Overflatebehandling på betong skal beskytte betongen mot miljøpåkjenninger og forbedre utseendet.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er beskrevet feil type overflatebehandling.
- Materialfeil. Det er benyttet feil type overflatebehandling.
- Utførelsesfeil. Dårlig forbehandling eller påføring i fuktig/kaldt klima.
- Manglende drift/vedlikehold av overflatebehandlingen.
- Miljøangrep. Aggressivt miljø kan bryte ned overflatebehandlingen raskere enn forutsatt.
- Bruksskade. Normal nedbrytning/slitasje.

### Aktuelle materialundersøkelser

- Tykkelse av overflatebelegg på betong
- Heft mellom overflatebelegg og betong
- Inntrengningsdybde for vannavvisende impregnering
- Måling av kloridinnhold og karbonatiseringsdybde.

### Skadegrad/skadekonsekvens

All overflatebehandling vil brytes ned av påkjenningen fra det miljøet den står i. Skadegraden som settes skal reflektere gjenværende tid før det er behov for fornying av overflatebehandlingen (Før den mister sin beskyttende virkning). Lokale skader i overflatebehandlingen kan føre til at det bør settes en høyere skadegrad enn det den normale nedbrytningen skulle tilsi.

Skader på overflatebehandlingen vil påvirke vedlikeholdskostnadene. Skader på overflatebehandlingen kan gi økt kloridinntrengning og karbonatiseringshastighet som videre kan føre til armeringskorrosjon og avskalling.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG

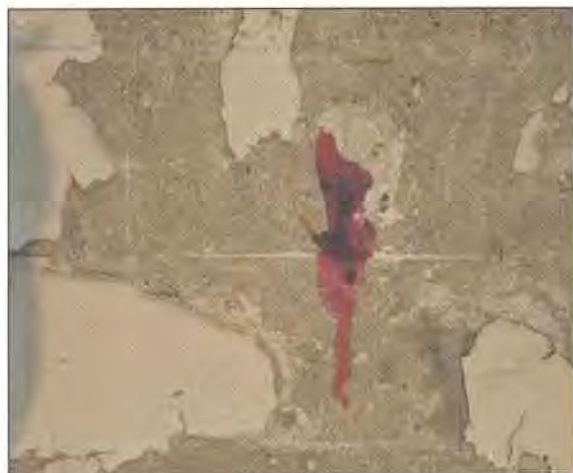
Miljøet kan påvirkes dersom brua skjemmer ut det miljøet den befinner seg i. Skadegrad settes på grunnlag av hvor stor betydning skaden har for det omkringliggende miljø og hvor fremtredende skaden er for personer som ferdes på og ved brua.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom skadene er omfattende og/eller overflatebehandlingen har mistet sin beskyttende virkning må ny overflatebehandling påføres. Ved mindre skader bør tiltak iverksettes før andre skadetyper får anledning til å utvikle seg og før skadene blir så omfattende at all overflatebehandling må fornyes. Skadet overflatebehandling som virker skjemmende på miljøet bør fornyes.

### Tiltak

- Regelmessig vasking og fornying av overflatebehandling
- Fjerning av eksisterende overflatebehandling og påføring av ny.



#### Eksempel 9.2-23

Lokal avflaking av overflatebehandling på betongrekkverk.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V, 2M</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Skader på overflatebehandlingen vedlikeholdes innen 3 år.



#### Eksempel 9.2-24

Slitasje på overflatebehandling på grunn av vær og vind. Brua er svært utsatt for klorider og overflatebehandlingen har ingen beskyttende effekt lenger. Brua fremstår som lite pen.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V, 3M</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold
	81 Normal nedbrytning/slitasje

#### Tiltak:

All eksisterende overflatebehandling fjernes og ny påføres innen 3 år.

# 17 Lekkasje/fuktbelastning



### Beskrivelse

Omfatter lekkasje av vann gjennom støpesår og andre svekkelser, lekkasje mellom prefabrikkerte betongelementer og/eller fuktbelastning som følge av lekkasje eller uheldige detaljløsninger. Lekkasje/fuktbelastning kan gi armeringskorrosjon og avskalling og fører ofte til misfarging av betongen (kalkutfelling på overflaten). Det vises til skadetyperne 18 Misfarging, 35 Avskalling og 36 Armeringskorrosjon.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig utforming som tillater nedfukning av betongen.
- Materialfeil. Feil sammensetning av betongen kan gjøre den porøs. Betongen er ikke vanntett.
- Utførelsesfeil. Betongen er dårlig komprimert (porøs). Svanker fører til manglende avrenning og fare for lekkasje/fuktbelastning.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad velges avhengig av bruas alder, omfanget av lekkasje/fuktbelastning og hvor raskt andre skader kan utvikle seg.

Lekkasje/fuktbelastning kan påvirke vedlikeholdskostnadene og/eller trafiksikkerheten ved at det kan danne seg istapper og glatte veibaner vinterstid. For lekkasje/fuktbelastning som påvirker utseendet vises det til skadetype 18 Misfarging.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak for å stoppe lekkasje/fuktbelastning før det er fare for at andre skadetyper, som armeringskorrosjon og avskalling kan utvikle seg. Dersom lekkasje/fuktbelastning kan føre til reduserer trafiksikkerhet, f.eks. glatte partier om vinteren, skal tiltak utføres umiddelbart.

### Tiltak

- Forsegling, injisering
- Endre vannavrenning
- Mekanisk reparasjon av betong
- Ny fuktisolasjon/slitelag på brudekker.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-25

Lekkasje mellom betongelementer pga. mangelfull tetting gir fuktbelastning på undersiden. Elementene er spennarmert og derfor spesielt sårbare for armeringskorrosjon. Brudekket saltet.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Ny fuktisolering/slitelag legges på brudekket innen 1 år.



### Eksempel 9.2-26

Lekkasje mellom elementer i en gangkulvert pga. mangelfull tetting. Vannet fører til glatt gangbane om vinteren.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T, 2V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Skjøtene mellom elementene tettes innen 3 år.



### Eksempel 9.2-27

Kraftig lekkasje ved kabelgjennomføring gir stor fuktbelastning på betong og kabelkanal. Det går en gangveg under brua.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning 18 Misfarging
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V, 2M</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Lekkasjen tettes innen 5 år.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-28

Lekkasje gjennom brudekket i et mindre område med dårlig utstøpning. Brua er ca. 30 år og saltes ikke.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	33 Støpesår
Skadeårsak:	2V
	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Ny fuktisolering og slitelag innen 5 år.



### Eksempel 9.2-29

Fukt og kalkutfelling under brudekke indikerer at det har vært lekkasje/fuktbelastning i en lengre periode. Slitelag og membran er gjennomslitt.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	82 Følgeskade

#### Tiltak:

Ny fuktisolering og slitelag innen 5 år.



### Eksempel 9.2-30

Lekkasje gjennom betongtverrbærer på grunn av porøs betong og utett fuge rett over tverrbæreren. Vannet har brutt ned overflatebehandlingen på stålet. For skade på overflatebehandling på stål vises det til kapittel 9.3 skadetype 16 og for lekkasje i fuge vises det til kapittel 9.8 skadetype 17.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	15 Feil utforming
	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Ingen tiltak på betongtverrbæreren, men fugen renses opp og tettes innen 3 år. Stålet males.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-31

Lekkasje gjennom brudekke med svært dårlig og porøs betong har ført til kraftig armeringskorrosjon, avskalling og forvitring av betongen.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
	31 Liten/skadet overdekning
	32 Forvitring
	35 Avskalling
	36 Armerings- korrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Utskifting av brudekket innen 1 år.



### Eksempel 9.2-32

Lekkasje gjennom dårlige støpeskjøter i støttemur fører til forvitring av betong. Muren ligger langs hovedvei og påvirker i sterk grad utseendet.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
	18 Misfarging
	32 Forvitring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1B, 2V, 3M</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Injisering av støpeskjøter og pussing/ overflatebehandling av overflaten innen 3 år.

# 18 Misfarging



### Beskrivelse

Med misfarging menes at betongoverflaten er tilsmusset eller at fargen varierer uakseptabelt mye. Skadetypen omfatter alle former for misfarging av betong pga. vann, søle, rustvann, grafitti, begroing av alger og mose m.m.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. For korte eller feil plasserte vannavløp fører ofte til misfarging.
- Materialfeil. Det er benyttet varierende betongsammensetning under støping eller feil type reparasjonsmørtel til reparasjoner.
- Utførelsesfeil. Ujevn påføring av formolje og ujevn vibrering. Ulike herdebetingelser. Dårlig utførte reparasjoner.
- Manglende drift/vedlikehold. Manglende rengjøring.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes ut fra omfanget av misfarging og hvor raskt den utvikler seg.

Misfarging påvirker normalt miljøet, men kan også påvirke vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Misfarging skal fjernes dersom den virker skjemmende på miljøet. Dette bør vurderes spesielt i forkant av større begivenheter som 17. mai o.l. Årsak til misfarging må i mange tilfeller fjernes først når misfarging er en følgeskade.

### Tiltak

- Periodisk rengjøring
- Overflatebehandling for å forbedre utseendet
- Endre vannavrenningen på brua.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



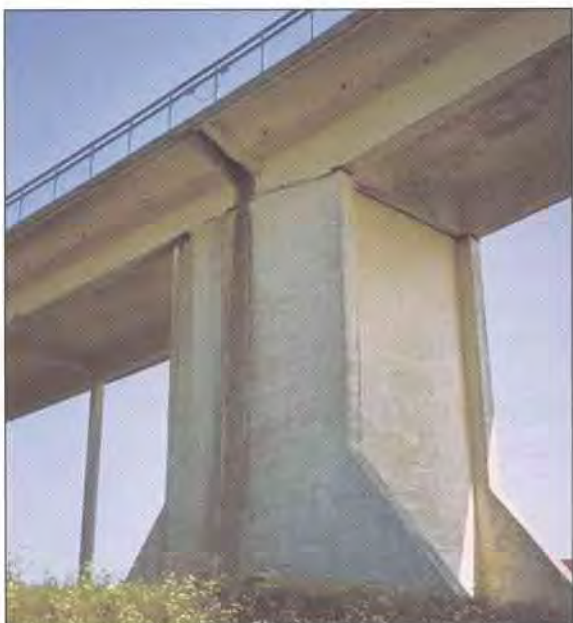
### Eksempel 9.2-33

Misfarging på grunn av for kort avløpsrør. Ingen trafikk under brua. Når det gjelder fuktbelastning vises det til skadetype 17.

Skadetype:	18 Misfarging
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1M</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

#### Tiltak:

Misfarging fjernes ikke. Avløpsrør bør forlenges for å fjerne årsak til misfarging.



### Eksempel 9.2-34

Misfarging av pilar på grunn av utett fuge. Det er mye trafikk under brua og misfargingen påvirker utseendet. Når det gjelder fuktbelastning vises det til skadetype 17.

Skadetype:	18 Misfarging
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3M</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

#### Tiltak:

Betongen rengjøres og overflatebehandles innen 2 år. Fugene tettes for å fjerne årsak til misfarging.



### Eksempel 9.2-35

Graffiti på landkar. Brua går over gangvei.

Skadetype:	18 Misfarging
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3M</b>
Skadeårsak:	84 Hærverk

#### Tiltak:

Graffiti fjernes innen 3 år.

# 31 Liten/skadet overdekning



### Beskrivelse

Overdekningen er armeringens korrosjonsbeskyttelse. Nødvendig overdekning avhenger av betongkvalitet og miljø. Overdekningen kan ha mistet sin beskyttende virkning dersom den er blitt mindre enn forutsatt, er gjennomkarbonatisert, inneholder for mye klorider eller er skadet på annen måte (dårlige armeringsstoler, spiker, bindtråd, trebiter etc.). Liten/skadet overdekning kan føre til skadetype 36 armeringskorrosjon og skadetype 35 avskalling.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er beskrevet for liten overdekning eller for lav betongfasthet. Armeringsutforming kan være dårlig. Regelverket ved prosjekteringstidspunktet kan ha vært mangelfullt i forhold til de aktuelle klimapåkjenningene.
- Utførelsesfeil. Armeringen er lagt med for liten overdekning eller armeringen er bundet for dårlig, tråkket ned e.l. Betongen er dårlig komprimert og/eller herdevilkår og -temperatur har gitt en opprisset og/eller porøs betongoverflate.
- Miljøangrep. Brua ligger i et aggressivt klima og er utsatt for klorider e.l.

### Aktuelle materialundersøkelser

- Overdekningsmålinger
- Måling av karbonatiseringsdybde
- Måling av kloridinnhold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad vil avhenge av bruas alder og miljøbelastning.

For liten eller skadet overdekning vil ha konsekvenser for fremtidige vedlikeholdskostnader da det må settes i verk tiltak for å hindre at fuktighet, aggressive stoffer og gasser trenger inn til armeringen og forårsaker korrosjon og avskalling.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for å forebygge skader som følge av liten/skadet overdekning. Vedlikeholdet skal utføres i god tid før det kan oppstå armeringskorrosjon.

### Tiltak

- Periodisk vedlikehold (overflatebehandling)
- Økning av overdekning med sprøytemørtel
- Mekanisk reparasjon med fjerning av kloridholdig/karbonatisert betong
- Kloriduttrekk
- Realkalisering.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG

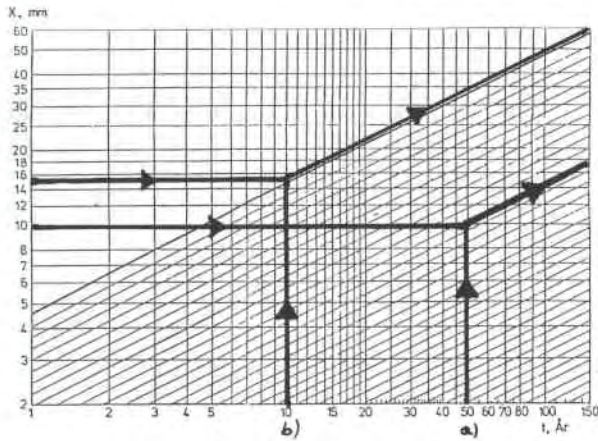


Diagram – beregning av fremtidige karboniseringsdybder

### Eksempel 9.2-36

**a) Bruas alder: 50 år**  
 Overdekning: 20 mm  
 Karboniseringsdybde: 10 mm  
 Karboniseringsfronten vil ikke komme inn til armeringen i løpet av de neste 50 årene.

Skadetype: 31 Liten/skadet overdekning  
 Skadegrad/-konsek.: **1V**  
 Skadeårsak: 81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:** Ingen.

**b) Bruas alder: 10 år**  
 Overdekning: ~ 20 mm  
 Karboniseringsdybde: 15 mm  
 Karboniseringsfronten kan komme inn til armeringen om ca. 8 år.

Skadetype: 31 Liten/skadet overdekning  
 Skadegrad/-konsek.: **2V**  
 Skadeårsak: 32 Feilplassert armering  
 53 Karbonisering

**Tiltak:** Overflatebehandling innen 5 år.

### Eksempel 9.2-37

**a) Beregninger/vurderinger viser at antatt kritisk kloridinnhold ved armeringen ikke vil inntreffe før om ca. 20 år.**

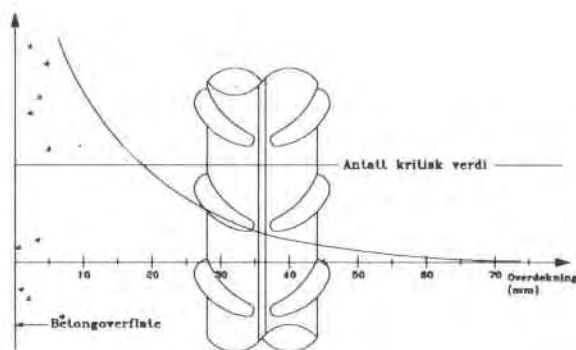
Skadetype: 31 Liten/skadet overdekning  
 Skadegrad/-konsek.: **1V**  
 Skadeårsak: 52 Kloridangrep

**Tiltak:** Ingen.

**b) Beregninger/vurderinger viser at kloridinnholdet ved armeringen vil nå antatt kritisk kloridinnhold om 8–10 år.**

Skadetype: 31 Liten/skadet overdekning  
 Skadegrad/-konsek.: **3V**  
 Skadeårsak: 52 Kloridangrep

**Tiltak:** Overflatebehandling innen 3 år.



Typisk kloridprofil

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



**Eksempel 9.2-38**

Liten overdekningen og støpesår på hele undersiden av brudekket. Frilagt armering har bare overflatekorrosjon. Brua er 30 år og ligger i innlandet uten større miljøbelastning.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning
	33 Støpesår
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekv.:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	32 Feilplassert armering

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon og overflatebehandling innen 7 år.



**Eksempel 9.2-39**

Armeringsstoler, spiker og bindtråd har ført til reduksjon av overdekningens beskyttende evne og påvirker også utseendet. Brua ligger i kyststrøk, men det er ikke registrert høyt kloridinnhold ved armeringen.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning
Skadegrad/-konsekv.:	<b>2V, 2M</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Fjerning av armeringsstoler, spiker etc. og overflatebehandling innen 5 år.



**Eksempel 9.2-40**

Kloridinntrengning har ført til korrosjon på monteringsstenger som ligger i overdekningssonen. Utviklingen av skaden kan føre til armeringskorrosjon på statisk armering. Skaden påvirker i dag bruas utseende.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekv.:	<b>3V, 2M</b>
Skadeårsak:	32 Feilplassert armering
	52 Kloridangrep

**Tiltak:**

Opphugning og fjerning av monteringsstenger, gjenmørtling og overflatebehandling utføres innen 3 år.



# 32 Forvitring



### Beskrivelse

Omfatter forvitring av betongoverflaten over og under vann og i tidevannssonen. Ved forvitring omdannes betongen i overflaten til mindre løse partikler. Dersom bare sementlimet angripes, blottlegges tilslaget. Forvitring skyldes ytre påvirkninger som f.eks. frostangrep, syreangrep eller salter. Frostangrep forsterkes når klorider er tilstede. I en tett betong vil angrepet gå langsomt fra overflaten og innover i betongen. Forvitring kan føre til skadetype 36 Armeringskorrosjon.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er beskrevet en betong med for høyt v/c-tall og for lavt luftinnhold. Uheldig utforming tillater vann og andre skadelige stoffer i å komme i kontakt med overflaten.
- Materialfeil. Feil sammensetning av betongen kan gjøre den porøs og lite frostsikker. Det kan være benyttet tilslag som ikke er frostbestandig. Betongen er ikke motstandsdyktig mot miljøpåkjenninger.
- Utførelsesfeil. Betongen er dårlig komprimert (porøs) og separert. Manglende herdetiltak kan gi en opprisset overflate. Betongen har frosset under herding.
- Miljøangrep. Klorider i miljøet øker risikoen for frostforvitring. Endringer i miljøpåkjenningene etter at brua var ny har gitt tilgang på syrer/sulfater/salter.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må vurderes ut fra bruas alder, skadens omfang og mulig utvikling av skaden.

Forvitring vil i de aller fleste tilfellene påvirke bæreevnen da effektivt bærende betongtverrsnitt reduseres. Overflateskader kan utvikle seg til skader som går i dybden og påvirke fremtidige vedlikeholdskostnader.

Forvitring av betong kan påvirke trafiksikkerheten på grunn av nedfall av løs betong. Skadegrad må vurderes på grunnlag av hvor stor sannsynligheten er for at nedfall skal føre til skader.

Områder med forvitret betong og eventuelt frilagt korroderende armering kan påvirke miljøet. Skadegrad settes på grunnlag av hvor stor betydning skaden har for det omkringliggende miljø og hvor fremtredende skaden er for personer som ferdes på og ved brua.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG

### Tilstand som utløser vedlikehold

Når forvitring har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. Tiltak skal utføres før bæreevnen blir for lav. Det bør utføres tiltak før andre skadetyper som armeringskorrosjon utvikler seg.

Betong som er løs og kan falle ned og føre til skade skal fjernes umiddelbart.

For skader som påvirker miljøet skal tiltak utføres når disse har betydning for hvordan brua fremstår for allmennheten og skadene er lett synlige for trafikanter på eller ved brua.

### Tiltak

- Fjerning av løs betong som kan falle ned på trafikkerte områder
- Mekanisk reparasjon
- Forbedre vannavrenningen.



**Eksempel 9.2-41**

Kraftig frostforvitring av ytre del av brudekket (under fortauet). Betongen er forvitret videre innover i fortauet slik at bæreevnen er redusert. Fortauet er bare atskilt fra kjørebanelen med en liten kant og blir brøytet maskinelt.

Skadetype:	32 Forvitring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	20 Materialfeil
	52 Kloridangrep

**Tiltak:**

Umiddelbar sikring av fortau inntil mekanisk reparasjon er utført.



**Eksempel 9.2-42**

Forvitring - syreangrep på forspent betongpel i myr. Reduksjon av betongverrsnittet. Spennarmeringen er frilagt og korroderer.

Skadetype:	32 Forvitring
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	56 Kjemisk angrep

**Tiltak:**

Redusert trafikklast inntil reparasjon er utført. Reparasjon med bærende kappestøp



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-43

Forvitring - syreangrep på forspent betongpel i myr. Sementpastaen er borte og tilslaget er frilagt. Dette er et overflateproblem.

Skadetype:	32 Forvitring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1V</b>
Skadeårsak:	56 Kjemisk angrep

#### Tiltak:

Ingen.



### Eksempel 9.2-44

Frostforvitring av ikke bærende føringskanter.

Skadetype:	32 Forvitring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	20 Materialfeil 52 Kloridangrep

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 5 år.



### Eksempel 9.2-45

Forvitring av betong i/under vann. Overflateskade hvor omkringliggende betong er god.

Skadetype:	32 Forvitring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	20 Materialfeil 52 Kloridangrep

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 5 år.

### 33 Støpesår



#### Beskrivelse

Støpesår, over og under vann, omfatter steinreir, støpeskjøter og områder med porøs og dårlig betong.

#### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Tett armering kan gi støpesår.
- Materialfeil. Feil sammensetning av betongen kan gi støpesår.
- Utførelsesfeil. Dårlig utstøping og komprimering.

#### Skadegrad/skadekonsekvens

Støpesår i betong vil ikke utvikle seg, men kan være angrepspunkt for andre skader f.eks. armeringskorrosjon. Skadegrad settes ut fra støpesårets størrelse, beliggenhet og miljøpåvirkning på området hvor støpesåret er. Små støpesår på grove elementer kan gis lav skadegrad.

Støpesår vil ha betydning for bæreevnen i trykkpåkjente deler av brua. I strekkpåkjente deler og på grove elementer under trykk vil normalt vedlikeholdskostnadene være avgjørende.

#### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak umiddelbart når støpesår har ført til at bæreevnen er for lav.

Det bør utføres tiltak før andre skadetyper som armeringskorrosjon og avskalling utvikler seg. Det skal ikke forekomme støpesår på nye bruer.

#### Tiltak

- Mekanisk reparasjon.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-46

Stor sårskade på en av søylene i en søylerekke. Skadestedet nedfuktet og armeringen korroderer. Søylene står i midtrabatten på en motorveg og utsettes for salting.

Skadetype:	33 Støpesår
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil
	52 Kloridangrep

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 1 år.



### Eksempel 9.2-47

Store støpesår i underkant av et omvendt U-element uten spennarmering. Skadestedet ligger tørt og beskyttet. Bæreevne ikke påvirket.

Skadetype:	33 Støpesår
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	34 Manglende bearbeiding

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 5 år. Med spennarmering i elementene bør reparasjonen skje innen 3 år.



### Eksempel 9.2-48

Sårskader på dekkekant på gammel bru. Synlig armering. Bæreevne ikke påvirket.

Skadetype:	33 Støpesår
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	34 Manglende bearbeiding

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 7 år.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-49

Små sår i betong under vann, betongen har god kvalitet.

Skadetype:	33 Støpesår
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Ingen.



### Eksempel 9.2-50

Stort sår i betong under vann. Dårlig betongkvalitet. Skaden utvikler seg raskt og bæreevnen vil bli påvirket.

Skadetype:	33 Støpesår
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 1 år.



### 34 Bom



#### Beskrivelse

Heftsvikt mellom konstruksjonsbetong og påstøp eller reparasjoner. Delaminering av betongen pga. indre eller ytre belastning.

#### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig føring av spennkabler. Tett armeringsføring.
- Materialfeil. Feil materialsammensetning.
- Utførelsesfeil. Feil utstøping, stillassetninger, forskaling som gir seg. For tidlig oppspenning. Feilplasserte støpeskjøter. Feil utførelse av reparasjoner.
- Miljøangrep. Klorider kan føre til armeringskorrosjon og bom.
- Belastning. Overbelastning kan gi heftbrudd.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

#### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes ut fra størrelse og beliggenhet.

Bom i bærende elementer vil virke inn på bæreevnen, mens bom mellom konstruksjonsbetong og ikke-bærende påstøp/reparasjon vil påvirke fremtidige vedlikeholdskostnader.

Bom som kan løsne og falle ned kan ha konsekvenser for trafikksikkerheten.

#### Tilstand som utløser vedlikehold

Når bom har ført til at bæreevne er for lav skal tiltak utføres umiddelbart. Det skal utføres tiltak umiddelbart dersom bom kan føre til at løse betongbiter kan falle ned og forvolde skade. Dersom bom kan påvirke fremtidige vedlikeholdskostnader skal tiltak utføres før andre skader som armeringskorrosjon kan utvikle seg.

#### Tiltak

- Nedhugging av betong som kan løsne og falle ned
- Mekanisk reparasjon.

# 35 Avskalling



### Beskrivelse

Med avskalling menes at større eller mindre stykker av betong skaller av på grunn av armeringskorrosjon, belastning eller mekanisk påkjenning.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. F.eks. lager som er plassert for nær kant av opplegg og/eller for lite armering.
- Utførelsesfeil. For liten overdekning kan gi armeringskorrosjon som igjen fører til avskalling. Gjenglemte trestykker utsatt for fuktighet kan gi avskalling av omkringliggende betong. Montasjeskader.
- Miljøangrep. Aggressivt miljø, karbonatisering, kloridinntrengning kan føre til armeringskorrosjon og betongavskalling.
- Belastning. Overbelastning kan gi avskallingsskader f.eks. nær lager.
- Ulykkeslast. Påkjørsel av overgangsbruer og søyler kan føre til avskalling av betong.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes ut fra avskallingens størrelse, beliggenhet og hvor raskt den forventes å utvikle seg. Vær oppmerksom på at omfattende reparasjon kan være nødvendig for å stoppe armeringskorrosjon selv om avskallingen er liten.

Avskallinger kan ha betydning for bæreevnen i trykkpåkjennte deler av brua.

I strekkpåkjennte elementer vil som oftest avskallinger pga. armeringskorrosjon øke vedlikeholdskostnadene dersom tiltak ikke iverksettes. Armeringens kapasitet og dermed elementets bæreevne kan påvirkes dersom det er avskallinger i forankringssoner, skjøtesoner eller over større flater.

Avskalling av betong kan påvirke trafikksikkerheten dersom nedfall kan føre til skader.

Områder med avskalling og eventuelt frilagt korroderende armering kan påvirke miljøet ved at brua er stygg og trafikanter føler at sikkerheten er dårlig. Skadegrad settes på grunnlag av hvor stor betydning skaden har for miljøet og hvor fremtredende skaden er for personer som ferdes på og ved brua. For bruer som befinner seg i tettbygd strøk bør skadegrad 2-3 benyttes og for bruer som befinner seg avsides, hvor folk ikke ferdes, bør skadegrad 1-2 benyttes.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG

### Tilstand som utløser vedlikehold

Når avskallinger har ført til at bruas bæreevne er for lav skal tiltak utføres umiddelbart. Dersom avskallinger kan forventes å utvikle seg slik at bæreevnen blir for lav skal tiltak utføres før dette inntreffer.

Avskallinger som kan falle ned og forvolde skade skal fjernes umiddelbart.

Det skal utføres tiltak når avskallinger har betydning for hvordan brua fremstår for allmennheten.

### Tiltak

- Fjerning av løs betong
- Mekanisk reparasjon.



#### Eksempel 9.2-51

Karbonatisering har ført til armeringskorrosjon og en liten avskalling i trykksonen på en søyle. Skaden kan utvikle seg og få konsekvenser for bæreevnen på sikt dersom den ikke blir reparert.

Skadetype:	35 Avskalling
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2B</b>
Skadeårsak:	53 Karbonatisering

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 10 år.



#### Eksempel 9.2-52

Karbonatisering har ført til armeringskorrosjon og en større avskalling på en søyle, dvs. i en trykksone. Skaden kan utvikle seg og få konsekvenser for bæreevnen på kort sikt dersom de ikke blir reparert.

Skadetype:	35 Avskalling
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	3 Karbonatisering

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 3 år.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



Eksempel 9.2-53

Liten overdekning og dårlig utstøpning har ført til armeringskorrosjon og kraftig avskalling i bunnen av en søyle. Bæreevnen er redusert.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning
	35 Avskalling
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Nedsatt aksellast og sikring av søyle, deretter mekanisk reparasjon.



Eksempel 9.2-54

Kraftig avskalling under et lager har ført til at lageret ikke kan oppta krefter.

Skadetype:	35 Avskalling
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil

**Tiltak:**

Midlertidig oppbygging med stålplater, deretter permanent mekanisk reparasjon.



Eksempel 9.2-55

Kraftig avskalling ved rekkverkstolpe etter påkjørsel.

Skadetype:	35 Avskalling
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4T</b>
Skadeårsak:	71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon innen 1/2 år.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-56

Avskalling på grunn av innstøpt trekloss i rekkverksutsparring.

Skadetype:	35	Avskalling
Skadegrad/-konsekvens:	2V	
Skadeårsak:	30	Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 5 år.



### Eksempel 9.2-57

Kraftige avskalling av betong i underkant av en bjelke (strekksone) forårsaket av en påkjørsel. Skaden kan påvirke bæreevne og vedlikeholds-kostnader dersom armeringskorrosjon får tid til å utvikle seg.

Skadetype:	35	Avskalling
	36	Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	2B, 3V	
Skadeårsak:	71	Påkjørsel

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 1 år.



### Eksempel 9.2-58

Karbonatisering har ført til armeringskorrosjon på lysmaster på sterkt trafikkert bru i bymessig miljø. All løs betong er fjernet slik at det ikke er fare for nedfall.

Skadetype:	35	Avskalling
	36	Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	2V, 3M	
Skadeårsak:	53	Karbonatisering

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 3 år for å bedre utseendet.

# 36 Armeringskorrosjon



### Beskrivelse

Korrosjonsangrep på slakkarmering og spennarmering i betong. Armeringskorrosjon fører til at armeringstverrsnitt reduseres. Volumutvidelsen som korrosjonen medfører, kan føre til avskalling av betongoverdekningen. Korrosjon på armeringen kan ofte sees som utfelling av korrosjonsprodukter på betongoverflaten og/eller lokale avskallinger. Pittingkorrosjon, kraftig korrosjon på en liten del av armeringsjernet, er vanlig når årsaken til korrosjonen er klorider. Dette er en farlig form for korrosjon som ofte først kommer til syne ved opphugninger. Se også skadetyperne 31 Liten/skadet overdekning, 34 Bom og 35 Avskalling.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er prosjektert med for liten overdekning, for lav fasthet eller høyt v/c-tall. Uheldig utforming.
- Materialfeil. Feil sammensetning av betongen kan gjøre den porøs.
- Utførelsesfeil. Armeringen har for liten overdekning. Betongen er dårlig komprimert (porøs) og/eller herdevilkår og -temperatur har gitt en opprisset betongoverflate.
- Miljøangrep. Brua ligger i et aggressivt miljø der den er utsatt for karbonatisering, klorider, sulfater osv.
- Ulykkeslast. Armeringen kan ha blitt avdekket av en avskalling som skyldes en påkjørsel e.l.

### Aktuelle oppmålinger

- Oppmåling av tverrsnittsreduksjoner.

### Aktuelle materialundersøkelser

- Måling av karbonatiseringsdybde
- Måling av kloridinnhold
- EKP-målinger
- Opphugninger.

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Skadegrad må velges ut fra skadens omfang, skadens betydning for bruas bæreevne og forventet utvikling.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG

### Bæreevne

Spennarmering er korrosjonsømfintlig og samtidig avgjørende for bruas bæreevne.

Korrosjon på spennarmering bør vurderes til skadegrad 3 eller 4. Elementer som er spesielt sårbare for armeringskorrosjon er bærende deler av bruoverbygningen og slanke søyler. Skadegrad bør her settes høyt.

I fuktige miljøer vil armeringskorrosjon utvikle seg raskt og påvirke bæreevnen. Skadegrad må velges med bakgrunn i dette.

Avskalling av overdekning som følge av armeringskorrosjon kan også påvirke bæreevnen. Dette fordi omfarings skjøter og forankring/heft svekkes når overdekningen forsvinner.

Korrosjon på armering i massive søyler, landkar, føringskanter og kantelementer har som oftest liten betydning for bruas bæreevne. Skadegrad kan settes lavt.

Korrosjon på enkelte armeringsstenger i bruplater kan ha liten betydning for den totale bæreevnen av et brudekke. Dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle avhengig av omfang og utnyttelse.

### Vedlikeholdskostnader

Skadegrad må settes på grunnlag av visuelle observasjoner og materialundersøkelser samt vurdering av sannsynlig utvikling av skadeomfang og kostnader.

Ved begynnende armeringskorrosjon, men med få eller ingen avskallinger, kan vedlikeholdskostnadene øke med tiden etter som omfanget av avskallinger tiltar. Dersom elektrokjemiske metoder er aktuelle som reparasjonsmetoder, er det viktig at tidspunktet for iverksettelse av disse velges riktig. Dette må gjenspeiles i skadegrad. Skadegrad må vurderes på grunnlag av materialundersøkelser og visuelle observasjoner.

### Miljø og estetikk

Synlige korrosjonsprodukter på betongoverflaten eller områder med frilagt korroderende armering kan påvirke miljøet ved at brua er stygg og trafikanter føler at sikkerheten er dårlig.

Skadegrad settes på grunnlag av hvor stor betydning skaden har for det omkringliggende miljø og hvor fremtredende skaden er for personer som ferdes på og ved brua. Bruer som befinner seg i tettbygde strøk bør få skadegrad 2-3. For øvrig kan skadegrad 1-2 benyttes.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for å forebygge armeringskorrosjon ved f. eks. overflatebehandling.

Når armeringskorrosjon har ført til at bruas bæreevne er for lav skal tiltak utføres umiddelbart. Dersom armeringskorrosjon kan utvikle seg slik at bruas bæreevne blir for lav, skal tiltak utføres før dette skjer.

Det skal utføres tiltak dersom armeringskorrosjon har betydning for hvordan brua fremstår for allmennheten og skadene er lett synlige for trafikanter på eller ved brua. Trafikktettheten må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

### Tiltak

- Overflatebehandling
- Mekanisk reparasjon, kloriduttrekk eller katodisk beskyttelse
- Forsterkning eller ombygging.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



Eksempel 9.2-59

Korrosjon på strekkarmering i underkant av et brudekke på grunn av dårlig utstøpning og liten overdekning. Armeringen har vært blottlagt over lengre tid og har bare overflatekorrosjon og ingen tverrsnittsreduksjon. For liten/skadet overdekning se skadetype 31.

Skadetype: 31 Liten/skadet overdekning  
33 Støpesår  
36 Armeringskorrosjon  
Skadegrad/-konsek.v.: **1B, 2V**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon innen 10 år.



Eksempel 9.2-60

Korrosjon på hovedarmering og bøyler i en søyle samt på armeringen på undersiden av brudekket på grunn av liten overdekning og nedfukting av betongen. Korrosjonen har ført til tverrsnittsreduksjoner på armeringen, men bæreevnen er foreløpig intakt.

Skadetype: 31 Liten/skadet overdekning  
35 Avskalling  
36 Armeringskorrosjon  
Skadegrad/-konsek.v.: **2B**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon innen 5 år.



Eksempel 9.2-61

Kloridinntrengning på bru i kystklima har ført til armeringskorrosjon og avskalling på bjelke midt i felt. Armeringens tverrsnitt er noe redusert.

Skadetype: 35 Avskalling  
36 Armeringskorrosjon  
Skadegrad/-konsek.v.: **3B**  
Skadeårsak: 52 Kloridangrep

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon innen 1 år.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-62

Kloridinntrengning på bru i kystklima har ført til kraftig armeringskorrosjon og avskalling. Armeringens tverrsnitt er betydelig redusert i kritisk snitt i bjelke.

Skadetype:	35 Avskalling
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsek.v.:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	52 Kloridangrep

#### Tiltak:

Redusert aksellast inntil mekanisk reparasjon og forsterkning er utført.



### Eksempel 9.2-63

Liten overdekning og dårlig betong har ført til kraftig armeringskorrosjon og avskalling på undersiden av et brudekke. Det er store tverr-snittsreduksjoner på armeringen. Beregninger viser at bæreevnen er betydelig redusert.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning
	35 Avskalling
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsek.v.:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Nedsatt aksellast inntil mekanisk reparasjon er utført.



### Eksempel 9.2-64

Armering og armeringsstoler (av metall) i underkant vinge korroderer på grunn av liten overdekning. Brua er 30 år gammel og det er ikke tverrsnittsreduksjoner på armeringen.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning
	35 Avskalling
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsek.v.:	<b>1B, 2V</b>
Skadeårsak:	32 Feilplassert armering

#### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 5 år.

# 37 Utvasking



### Beskrivelse

Utvasking kan forekomme på betong under vann som er støpt som undervannsstøp. Svakhetssoner kan oppstå etter f.eks. lekkasje i forskalingen. På sikt kan bindemiddelet i disse sonene omformes til kalk eller gipslignende stoffer med liten eller ingen bæreevne eller vaskes helt bort. Skadetype 36 Armeringskorrosjon kan opptre sammen med utvasking under vann (makrocelle korrosjon). Dette kan være alvorlig i slanke og hardt utnyttede fundamenter.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig utforming.
- Materialfeil. Betongen er feil sammensatt.
- Utførelsesfeil. Utett forskaling, vann i støperør, dårlig flyt i betongen, for få støperør, avbrudd i støpen, etc.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadens størrelse og sannsynlige utvikling må vurderes i forhold til elementets størrelse og funksjon. Skadegrad må settes i forhold til dette.

Utvasking vil i de fleste tilfellene påvirke bæreevnen. Dette vil imidlertid avhenge noe av elementets størrelse og funksjon.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Når utvasking har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart.

Dersom utvasking kan utvikle seg slik at brua får for lav kapasitet i forhold til de laster som opptrer, skal tiltak utføres før dette skjer.

### Tiltak

- Mekanisk reparasjon
- Forsterkning eller ombygging.



## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



**Eksempel 9.2-65**

Små utvaskingssoner på grovt fundament.

Skadetype:	37	Utvasking
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1B</b>	
Skadeårsak:	30	Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Ingen.



**Eksempel 9.2-66**

Forholdsvis dype utvaskede soner på grovt fundament.

Skadetype:	37	Utvasking
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2B</b>	
Skadeårsak:	30	Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon innen 5 år.



**Eksempel 9.2-67**

Utvaskinger i tidevannssonen på fundament. Gjelder kun en liten del av et stort fundament.

Skadetype:	37	Utvasking
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>	
Skadeårsak:	30	Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon innen 3 år.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



Eksempel 9.2-68

Store utvaskede soner på grovt fundament.

Skadetype:	37	Utvasking
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>	
Skadeårsak:	30	Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Nedsatt aksellast til omstøp er utført.



Eksempel 9.2-69

Dårlig utstøping har ført til utvasking av betong i søyle med diameter 50 cm. Betongen er borte og vertikalarmeringen er knekt ut.

Skadetype:	37	Utvasking
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>	
Skadeårsak:	30	Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Stengning av brua og sikring av søyle.  
Omstøp av søyle.



Eksempel 9.2-70

Stor utvasking i tidevannssonen på en søyle av i alt to i samme akse.

Skadetype:	37	Utvasking
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>	
Skadeårsak:	30	Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Skadet side av brua stenges for trafikk.  
Søyle omstøpes.



# 81 Manglende rengjøring



### Beskrivelse

Manglende rengjøring kan føre til ansamlinger av jord, sand og skitt som holder på fuktigheten samt begroing av mose, gress og busker o.l. Dette kan igjen føre til at skadetyper som 32 Forvitring og 36 Armeringskorrosjon utvikler seg.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig utforming fører til ansamling av smuss på steder som er vanskelig å rengjøre.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Hovedkriteriene for å sette skadegrad bør være omfanget og mengden av tilsmussingen og hvor raskt andre skader kan utvikle seg på grunn av tilsmussingen. Begroing av mose, gress og busker bør få høy skadegrad.

Manglende rengjøring kan redusere bæreevnen f.eks. ved at tette fuger gir uforutsette påkjenninger, men normalt påvirker manglende rengjøring vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for rengjøring av utsatte elementer. Tiltak skal iverksettes før det oppstår følgeskader. Grass, busker o.l. skal fjernes umiddelbart.

### Tiltak

- Fjerning av smuss og vegetasjon
- Periodisk rengjøring
- Forbedring av vannavrenning
- Tiltak for å hindre tilsmussing.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-71

Store ansamlinger av dueskitt og døde duer inne i brukassen.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadegrad:	40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Rengjøring innen 2 år.

Tetting av brukasse for å hindre duer i å komme inn.



### Eksempel 9.2-72

Manglende rengjøring har ført til at det vokser grass og små busker på kanten av brudekket. For skader på rekkverk vises til kapittel 9.9.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Rengjøring umiddelbart.



# 83 Manglende opprydding/fjerning



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter manglende opprydding etter byggingen, reparasjonsarbeider eller andre arbeider som har vært utført på eller i nærheten av brua. Eksempler er manglende eller ufullstendig fjerning av forskaling, forskalingsstag og båndstål. Manglende opprydding/fjerning kan føre til at skadetyper som 32 Forvitring og 36 Armeringskorrosjon utvikler seg.

### Skadeårsak

- Utførelsesfeil. Manglende opprydding etter bygging.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad vil avhenge av skadens art og omfang og hvor raskt andre skadetyper kan utvikle seg. På nye bruer bør det benyttes høye skadegrader.

Manglende opprydding/fjerning kan ofte være årsak til følgeskader og vil da påvirke vedlikeholdskostnadene. Kostnadene for opprydding/fjerning er ofte vesentlig lavere enn for reparasjon av følgeskader. Skadetypen kan også ha innvirkning på bæreevnen, trafikksikkerheten og/eller miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

På nye bruer og etter reparasjonsarbeider på eksisterende bruer skal gjenstående forskaling, forskalingsstag, etc. fjernes umiddelbart og det skal ryddes opp etter arbeidene som er utført. På eksisterende bruer skal det utføres tiltak før følgeskader oppstår. Gjenstående forskaling, forskalingsstag etc. på eksisterende bruer skal fjernes.

### Tiltak

- Opprydding/fjerning.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



Eksempel 9.2-73

Forskaling av uk dekke og tverrbærere er ikke fjernet etter støping.

Skadetype:	83 Manglende opprydding/ fjerning
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Forskaling fjernes innen 5 år.



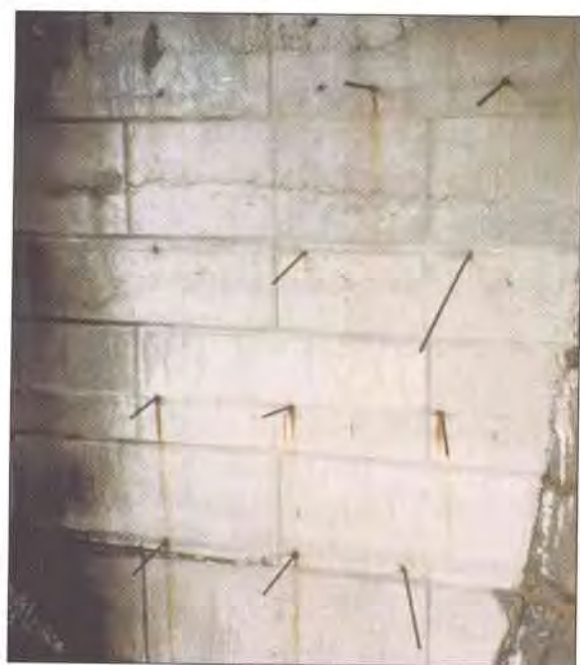
Eksempel 9.2-74

Trekantlist i dryppnese er ikke fjernet etter støping.

Skadetype:	83 Manglende opprydding/ fjerning
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	30 utførelsesfeil

**Tiltak:**

Trekantlisten fjernes innen 5 år.



Eksempel 9.2-75

Forskalingsstag på landkar er ikke fjernet etter at forskalingen er fjernet. Det er ferdsel under brua.

Skadetype:	83 Manglende opprydding/ fjerning
Skadegrad/-konsekvens:	3T, 3M
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Stagene fjernes innen 3 år.



# 90 Annen skade/mangel



### Beskrivelse

Skadetyper omfatter skader/mangler på elementer av betong som ikke dekkes av de skadetyper som er beskrevet tidligere i kapittel 9.2. Dersom noe ikke er utført i henhold til tegninger, beskrivelse, standarder osv. kan dette inngå her. Eksempler kan være manglende tetting av hull etter forskalingsstag og dårlig/manglende fugemasse.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra stedlige forhold og sannsynlig utvikling.

Skadekonsekvens må vurderes i hvert tilfelle.

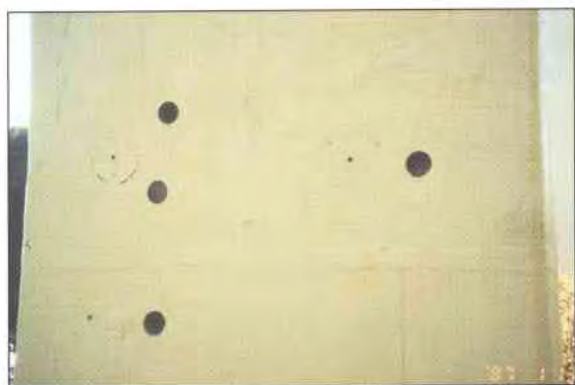
### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak dersom skade/mangel kan føre til følgeskader som påvirker bæreevnen eller vedlikeholdskostnadene. For øvrig må tilstanden vurderes i hvert enkelt tilfelle.

### Tiltak

Tiltak må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

## 9.2 ELEMENTER AV BETONG



### Eksempel 9.2-76

Hull etter kjerneboring er ikke tettet.

Skadetype: 90 Annen skade/mangel

Skadegrad/-konsekvens: 2V

Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

### Tiltak:

Tettes innen 5 år.



## 9.3 Elementer av stål

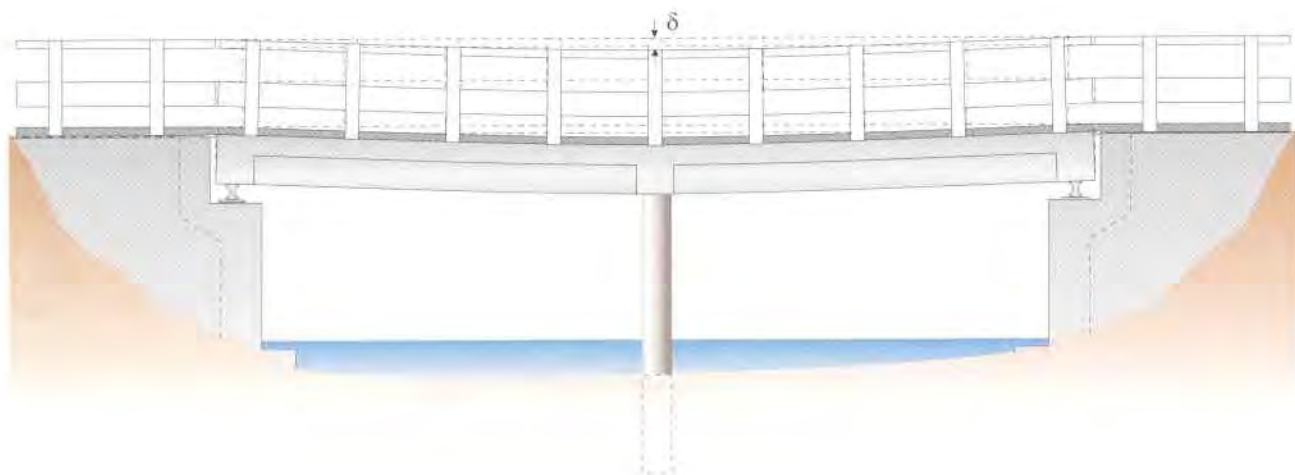
Følgende skadetyper kan forekomme på bruelementer av stål:

		side
11	Setning	212
12	Bevegelse	213
13	Deformasjon	215
14	Riss/sprekk	218
15	Brudd	220
16	Skade på overflatebehandling	222
17	Lekkasje/fuktbelastning	225
18	Misfarging	227
41	Løse skruer/nagler	228
42	Korrosjon	229
43	Slitasje/gnisning	232
44	Trådbrudd	234
81	Manglende rengjøring	236
82	Manglende del	238
83	Manglende opprydding/fjerning	239
90	Annen skade/mangel	240

I det etterfølgende er det vist eksempler på disse.

Skader på rekkverk av stål er beskrevet i kapittel 9.9.2

# 11 Setning



### Beskrivelse

Vertikal bevegelse av elementer av stål som står på grunnen. Setning av disse elementene kan videre føre til deformasjon av overbygning, det vises til skadetype 13.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert, jordtrykk undervurdert.
- Materialfeil. Feil masser i tilbakefylling.
- Utførelsesfeil. Fundamenteringen er ikke utført som beskrevet.
- Belastning fra trafikk og/eller ved pålasting av grunnen, f.eks. ved byggearbeider i nærheten.
- Bruksskade. Følgeskade pga. erosjon/undergraving i grunnen.

### Aktuelle oppmålinger

- Nivellement.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må vurderes utfra setningens størrelse og utvikling samt skader den kan føre til på elementet som setter seg. For deformasjon av overbygning pga. setning vises det til skadetype 13.

Setning kan påvirke bæreevne og/eller vedlikeholdskostnader.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Når setning har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. Ved setning som kan føre til for lav bæreevne skal tiltak utføres **før** dette skjer.

Når setning kan få betydning for vedlikeholdskostnadene skal tiltak utføres.

### Tiltak

- Utskifting til lette masser for å redusere vertikallast og jordtrykk
- Refundamentering.



# 12 Bevegelse



### Beskrivelse

Bevegelse av bruelement i forhold til opprinnelig plassering. F.eks. horisontal forskyvning av del av overbygning pga. bevegelse av landkar, glidning av hengestangsfester på hovedkablene eller signing av kablers forankringskonus i kabelhoder. Ved vertikal bevegelse av underbygning pga. forhold i grunnen brukes skadetype 11 Setning.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert. For lite klemkraft i hengestangsfester.
- Materialfeil. Feil materiale i innstøpingsmassen i kabelhodet.
- Utførelsesfeil. For tykt lag med maling gir glidesjikt.
- Belastning. F.eks. trafikklast.
- Ulykkeslast. F.eks. påkjørsel.

### Aktuelle oppmålinger

- Oppmåling av bevegelse.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes ut fra bevegelsens størrelse og sannsynlige utvikling. Vær oppmerksom på at bevegelser er mer kritiske for skjeve enn rette bruer på grunn av sideveis forskyvning av overbygning. For kontinuerlige bruer må skadegrad vurderes ut fra de tilleggsspenninger bevegelsen gir (kontrollberegning er påkrevet).

Bevegelser kan gå ut over bæreevnen, spesielt på skjeve og/eller kontinuerlige bruer, men normalt er det vedlikeholdskostnadene som påvirkes.

Ved glidning av hengestangsfester vil bæreevnen påvirkes da nabohengestengene påføres tilleggskrefter. Skadegraden settes ut fra glidningens størrelse, men må også sees i sammenheng med relativ pilhøyde for hovedkablene.

## 9.3 ELEMENTER AV STÅL

Følgende tommelfingerregel kan benyttes for fastsettelse av skadegrad:

- 1B** for glidning  $\leq 25$  mm ved spennvidde  $< 200$  m
- 1B** for glidning  $\leq 50$  mm ved spennvidde  $200 - 500$  m

- 2-3B** for glidning  $> 25$  mm ved spennvidde  $< 200$  m
- 2-3B** for glidning  $> 50$  mm ved spennvidde  $200 - 500$  m.

For større spennvidder må det gjøres egne vurderinger.

Signing av en kabel eller hengestang innstøpt i et kabelhode vil påvirke bæreevnen da kabelen med tiden kan trekkes ut av hodet. Følgende tommelfingerregel kan benyttes for å sette skadegrad:

- 2B** for signing  $\leq 5$  mm
- 3-4B** for signing  $> 5$  mm.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Er avhengig av oppstående bevegelser i forhold til lagrenes og evt. fugekonstruksjoners kapasitet og tilleggsspenninger i mest utsatte konstruksjonsdel eller hengestang.

### Tiltak

- Justering av lagre og evt. overbygning
- Justering/utskifting av hengestenger.



#### Eksempel 9.3-1

60 mm glidning av hengestangs feste på bru med spennvidde på 150 m. Mye tungtrafikk på brua.

Skadetype:	12 Bevegelse
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil
	61 Trafikklast

#### Tiltak:

Justering innen 1 år.



#### Eksempel 9.3-2

7 mm glidning (signing) av hengestang innstøpt i et kabelhode.

Skadetype:	12 Bevegelse
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	20 Materialfeil
	61 Trafikklast

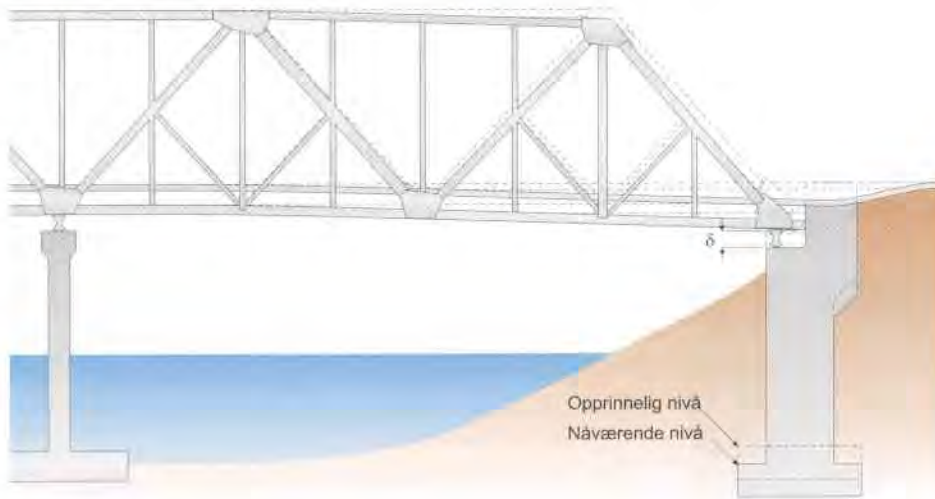
#### Tiltak:

Hengestangen skiftes ut innen 1 år.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL

# 13 Deformasjon



### Beskrivelse

Med deformasjon menes at et bruelement har blitt bøyd i forhold til sin opprinnelige form og kan ha fått ekstra last eller redusert kapasitet. Eksempler er permanente nedbøyninger av hovedbæresystemet i egenvekttilstand, deformasjon pga. setning av landkar/pilarer, deformasjon av korrugerte stålrør, utbøyning av staver i fagverk, hengestenger o.l.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Underdimensjonering.
- Utførelsesfeil. F.eks. feil montering.
- Belastning. Overbelastning ved tungtransport, for tykt asfaltslitelag.
- Ulykkeslast. F. eks. påkjørsel av staver i fagverk.
- Bruksskade. Følgeskade, f.eks. deformasjon pga. setning.

### Aktuelle oppmålinger

- Nivellement
- Oppmåling av utbøyninger, deformasjoner.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Deformasjon av bærende elementer kan tyde på for lav bæreevne eller overbelastning. Skadegrad må settes ut fra deformasjonens størrelse og sannsynlige utvikling. Før fastsettelse av skadegrad må det normalt foretas en beregningskontroll.

For kontinuerlige bruer vil deformasjon av overbygningen pga. setning av landkar/pilarer påvirke bæreevnen. I mange tilfeller er det tatt hensyn til differansesetninger i prosjekteringen. Dette må brukes ved vurdering av skadegrad/skadekonsekvens.

Deformasjon av fagverksstaver og hengestenger vil påvirke bæreevnen. Vær spesielt oppmerksom på utbøyde trykkstaver. Deformasjoner kan også påvirke utseendet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Ved deformasjon som har ført til for lav bæreevne utføres tiltak umiddelbart. Når deformasjon kan føre til for lav bæreevne utføres tiltak **før** dette skjer. Det bør utføres tiltak når deformasjon skjemmer bruas utseende.

## 9.3 ELEMENTER AV STÅL

### Tiltak

- Jekking og justering av lagre (kontinuerlige bruer)
- Oppretting
- Fjerne evt. utilsiktede laster, f. eks. asfalt
- Forsterkning eller ombygning
- Utskifting.



#### Eksempel 9.3-3

Deformasjon av korrugert stålrør hvor plateskjøtene ikke er skrudd.

Skadetype:	13 Deformasjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil

#### Tiltak:

Røret skiftes ut innen 1 år.



#### Eksempel 9.3-4

Påkjørselsskade på strekkstav i fagverk. Det har ikke oppstått sprekker i stålet.

Skadetype:	13 Deformasjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	71 Påkjørsel

#### Tiltak:

Utskifting/forsterkning innen 1 år.



#### Eksempel 9.3-5

Deformasjon av undergurt i fagverk på grunn av påkjørsel. Det har ikke oppstått sprekker i stålet.

Skadetype:	13 Deformasjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	71 Påkjørsel

#### Tiltak:

Oppretting og forsterkning innen 1 år.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



### Eksempel 9.3-6

Deformasjon på festebøyle for hengestang i tverrbærer. Det er fare for at det er sprekker i bolten. Bøylen er svært påkjent og et brudd har store konsekvenser for bæreevnen.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 90 Annen/ukjent

**Tiltak:**  
Utskifting umiddelbart.



### Eksempel 9.3-7

Mindre utbøyninger på en portal uten at det har oppstått sprekker i stålet.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: **2B**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**  
Oppretting innen 5 år.



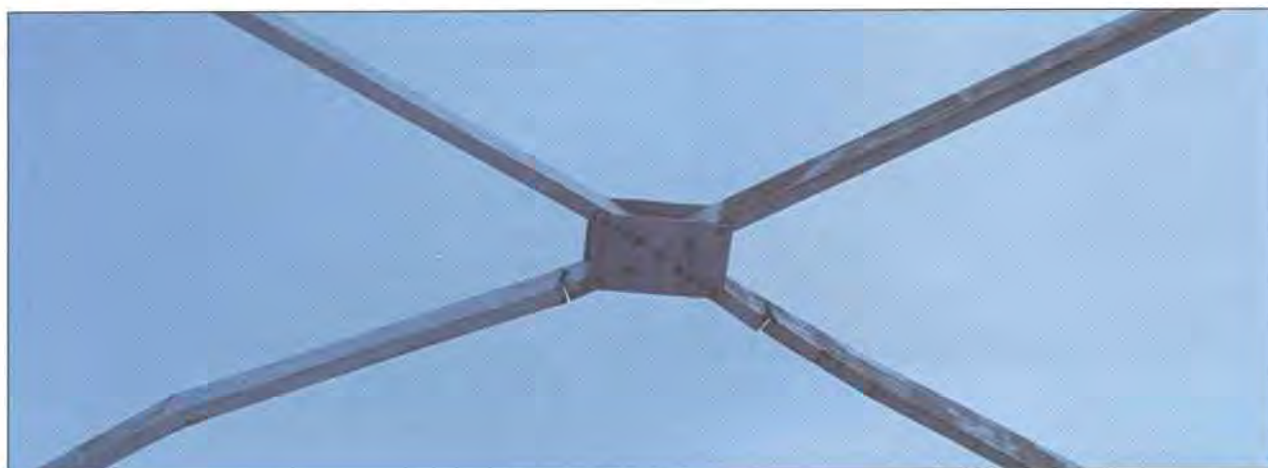
### Eksempel 9.3-8

Stor utbøyning på en portal i fagverk. Det har oppstått sprekker i stålet.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**  
Utskifting av portalen umiddelbart.

# 14 Riss/Sprekk



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter sprekker i stålkonstruksjoner, sveiser, skruer og nagler. Ikke alle sprekker vil være synlige med det blotte øye, spesielt på overflatebehandlet stål. Dersom det er mistanke om sprekkdannelse, f.eks. på gammelt stål, kan det være nødvendig å utføre magnetpulverkontroll for å synliggjøre eventuelle sprekker.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldige konstruksjonsdetaljer, utmatting.
- Materialfeil.
- Utførelsesfeil. Feil i sveisingen.
- Belastning. Overbelastning fra trafikk, setning.
- Ulykkeslast. F. eks. påkjørsel.

### Aktuelle materialundersøkelser

- Magnetpulverkontroll
- Ultralyd
- Røntgen.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må vurderes ut fra sprekkenes beliggenhet størrelse, årsak og hvor påkjent det aktuelle elementet er. Sprekker er et tegn på overbelastning eller utmatting. Det bør derfor brukes høy skadegrad for bærende elementer.

I de fleste tilfellene vil sprekker i stål ha betydning for bæreevnen.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom sprekker har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. For sprekker som kan forventes å utvikle seg slik at bæreevnen blir for lav, skal tiltak utføres **før** dette inntreffer. Ved utmattingssprekker i bærende elementer skal tiltak utføres umiddelbart.

### Tiltak

- Reparasjon av skadede elementer
- Utskifting av skadede elementer
- Forsterkning eller ombygging.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



Eksempel 9.3-9

Sprekker i grunnmaterialet rundt nagler. Sprekkene har sannsynligvis oppstått ved naglingen. Er synliggjort ved sandblåsing av stålet og magnetpulverkontroll.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **3B**  
Skadeårsak: 20 Materialfeil

**Tiltak:**  
Forsterkning innen 3 år.



Eksempel 9.3-10

Grov sprekk i fagverksportal etter påkjørsel.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**  
Utskifting av portal umiddelbart.



Eksempel 9.3-11

Sprekk i vinkel ved maskineri for svingbru. Skaden påvirker ikke bruas bæreevne, men brudd vil føre til at brua ikke kan åpnes/lukkes. Dette vil få store økonomiske konsekvenser for trafikkantene.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **4V**  
Skadeårsak: 60 Belastning

**Tiltak:**  
Forsterkning umiddelbart.

# 15 Brudd



### Beskrivelse

Gjennomgående skade i hele eller store deler av et bruelement, f.eks. gjennomgående sprekker i konstruksjonsstål, sveiser, skruer og nagler.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldige detaljer, utmatting.
- Materialfeil.
- Utførelsesfeil. For hard tiltrekning. Feil klinking. Feil i sveisingen.
- Belastning. Overbelastning fra trafikk.
- Ulykkeslast, f. eks. påkjørsel.
- Bruksskade, f.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

For stålelementer med brudd må skadegrad settes i forhold til antall element(er) med brudd, bruddets lokalisering og elementets funksjon. For skruer/nagler vil skadegrad være avhengig av antall skruer/nagler med brudd i forhold til totalt antall og den funksjon de har i den aktuelle forbindelsen. Høy skadegrad bør benyttes for bærende elementer.

For bærende elementer vil brudd ha betydning for bæreevnen. For ikke-bærende elementer kan brudd ha innvirkning på trafikksikkerheten, fremtidige vedlikeholdskostnader og/eller miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom bruas bæreevne eller trafikksikkerheten er for lav skal tiltak utføres umiddelbart.

### Tiltak

- Reparasjon
- Forsterkning
- Utsifting.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



**Eksempel 9.3-12**

Brudd i hengestangsbøyle.

Skadetype: 15 Brudd  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 61 Trafikklast

**Tiltak:**

Nedsatt aksellast inntil ny bøyle er montert.



**Eksempel 9.3-13**

Brudd i vertikalstav (strekkestav) i fagverk.

Skadetype: 15 Brudd  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 61 Trafikklast

**Tiltak:**

Umiddelbar sikring inntil vertikalen er forsterket.



**Eksempel 9.3-14**

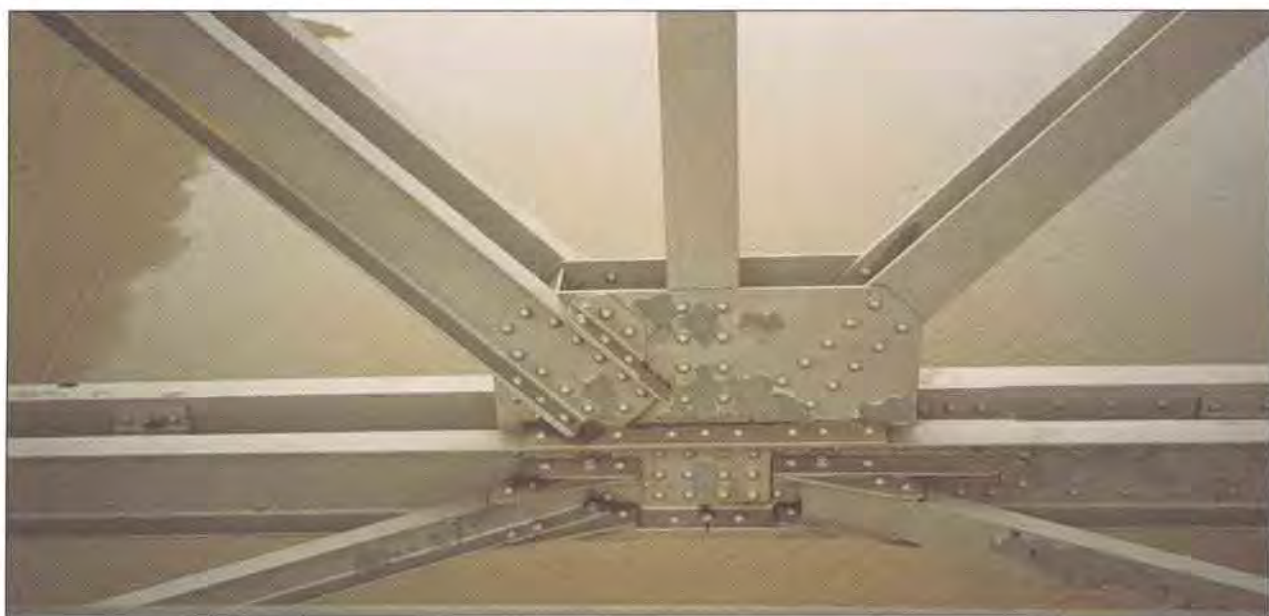
Brudd i nagle i moderat påkjent område.  
Naglehodet er borte.

Skadetype: 15 Brudd  
Skadegrad/-konsekvens: **3V**  
Skadeårsak: 90 Annen/ukjent

**Tiltak:**

Skrue settes inn i løpet av 3 år.

# 16 Skade på overflatebehandling



### Beskrivelse

Skader på overflatebehandling på stål. Skadetypen består av:

1. Skader pga. utførelsesfeil (porer, kraterdannelse, rynker, tørrsprøyting, hvitfarging, blødning, helligdager, etc).
2. Skader pga. normal nedbrytning/slitasje (som blæring, avflaking, oppsprekking og krittning).

Nedbrytningsskader og nedbrutt malingsbelegg fører ofte korrosjon på stålet. Se også skadetype 42 Korrosjon.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er beskrevet feil type overflatebehandling i forhold til miljøbelastning og/eller brutype, dårlig geometri.
- Materialfeil. Det er benyttet feil type overflatebehandling.
- Utførelsesfeil. Dårlig forbehandling, mangelfull påføring f.eks. for tynt belegg eller påføring i fuktig/kaldt klima. Montasjeskader.
- Manglende drift/vedlikehold av malingsbelegget.
- Miljøangrep. Aggressivt miljø kan bryte ned overflatebehandlingen raskere enn forutsatt.
- Ulykkeslast. Påkjørsel eller annen mekanisk skade.
- Bruksskade. F.eks. normal nedbrytning/slitasje.

### Skadegrad/skadekonsekvens

All overflatebehandling vil brytes ned over tid. Skadegrad skal reflektere gjenværende tid før det er behov for fornying av overflatebehandlingen (før den mister sin beskyttende virkning). Lokale mekaniske skader eller skader på grunn av dårlig utførelse kan betinge at det bør settes en høyere skadegrad enn det den normale nedbrytningen skulle tilsi.

Skadegrad må velges ut fra skadens omfang, sannsynlige utvikling og slik at en unngår skifte av hele overflatebehandlingen. Fornyelse av malingsbelegg med full blåserensing er mer kostbart enn fornying av dekkstrøket og er heller ikke ønskelig fordi resultatet som oftest blir dårligere enn utgangspunktet. Dette gjelder spesielt for duplex-systemet med sprøytet sink i bunnen.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL

Dersom malingsbelegget på ei bru er så nedbrutt at det uansett må fornyes (dvs. konstruksjonen må blåserenses) kan skadegraden settes lavere enn på ei bru hvor en fortsatt kan klare seg med vasking og fornying av dekkstrøket. Forutsetningen er at det ikke kan utvikle seg korrosjonsskader (f.eks. gravrust) på stålet som kan påvirke bæreevnen. Høyeste skadegrad er ikke særlig aktuell for malingskade da denne skadetype sjelden betinger øyeblikkelig tiltak.

Malingskader vil påvirke vedlikeholdskostnader og miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Overflatebehandling på stålkonstruksjoner skal vedlikeholdes så hyppig at det stort sett bare blir behov for vasking av overflaten og fornying av dekkstrøket. I praksis bør dette finne sted når 3–4 % av toppstrøket er nedbrutt og det ikke er synlig korrosjon på stålet, med unntak av mekaniske skader. Dersom skadene er omfattende og/eller overflatebehandlingen har mistet sin beskyttende virkning må ny overflatebehandling påføres i sin helhet. Skadet overflatebehandling som virker skjemmende på miljøet bør fornyes.

### Tiltak

- Regelmessig vasking og fornying av dekkstrøk inkludert flekking av mindre skader
- Fjerning av eksisterende overflatebehandling (blåserensing) og påføring av ny.



Eksempel 9.3-15

Punkter med avskalling av dekkstrøk. Skaden skyldes at underlaget har vært tilsølt med olje e.l. ved påføring av toppstrøket.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Fornyning av dekkstrøk innen 10 år.



Eksempel 9.3-16

Punkter med avskalling av dekkstrøk. Brua ligger i et utsatt miljø. Dersom dekkstrøket ikke fornyes i løpet av kort tid vil stålet korrodere. Vedlikeholdsutgiftene vil da øke drastisk ved at stålet må blåserenses og påføres fullt malingsbelegg.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Fornyning av dekkstrøk innen 3 år.

## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



**Eksempel 9.3-17**

Store felter med helt gjennomrustet malingsbelegg og korrosjonsskader. Malingsbelegget må fornyes uansett og vedlikeholdskostnadene øker ikke ved å utsette dette. Korrosjonsskadene er ikke så alvorlige at de vil påvirke bæreevnen.

Skadetype: 16 Skade på overflatebehandling  
42 Korrosjon

Skadegrad/-konsekvens: **2V**

Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold  
81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Fornyng av hele malingsbelegget i god tid før korrosjonen fører til tverrsnittsreduksjoner. I dette tilfellet antas dette å være innen 7 år.



**Eksempel 9.3-18**

Malingsbelegget er nedslitt og gjennomrustet. Malingsbelegget må fornyes uansett og vedlikeholdskostnadene øker ikke ved å utsette dette. På fuktutsatte steder er det korrosjonsskader som kan påvirke bæreevnen.

Skadetype: 16 Skade på overflatebehandling  
42 Korrosjon

Skadegrad/-konsekvens: **2V**

Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold  
81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Hele malingsbelegget bør fornyes i god tid før korrosjonen fører til for lav bæreevne. I dette tilfellet antas dette å være innen 5 år.



**Eksempel 9.3-19**

Malingsbelegget i underkant av underflens er skadet ved montasje/fremskyving av bjelker.

Skadetype: 16 Skade på overflatebehandling  
Skadegrad/-konsekvens: **2V**  
Skadeårsak: 37 Monteringsfeil

**Tiltak:**

Vedlikehold kan utsettes i ca. 5 år, men bør forlanges utført dersom en fortsatt er innenfor reklamasjonsperioden.



# 17 Lekkasje/fuktbelastning



### Beskrivelse

Omfatter fuktbelastning på elementer av stål pga. uheldige konstruksjonsløsninger, lekkasje i fuger e. l. Lekkasje/fuktbelastning fører ofte til skade på overflatebehandling, misfarging av overflaten og korrosjon, det vises til skadetype 16, 18 og 42.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig detaljløsninger som fører til nedfukting av stålet.
- Utførelsesfeil. Sammenføyninger/lasker som ikke er tette.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad velges avhengig av bruas alder, omfanget av lekkasje/fuktbelastning og hvor raskt andre skader kan utvikle seg.

Lekkasje/fuktbelastning kan påvirke vedlikeholdskostnadene ved at malingsbelegget ødelegges og må fornyes hyppigere enn normalt. Lekkasje/fuktbelastning kan også påvirke bæreevnen dersom korrosjon får anledning til å utvikle seg. For lekkasje/fuktbelastning som påvirker utseendet vises det til skadetype 18 Misfarging.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak for redusere/stoppe lekkasje/fuktbelastning før det er fare for at andre skadetyper kan utvikle seg.

### Tiltak

- Tette fuger, spalter o.l.
- Stoppe/endre vannavrenning
- Drenering av profiler hvor vann blir stående.

## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



Eksempel 9.3-20

Ødelagt tetting (fugemasse) langs utstøpning i stålprofil fører til lekkasje/fuktbelastning og fare for korrosjon på stålet.

Skadetype:	17 Lekkasje/fuktbelastning
	42 Korrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Betong fjernes, stålet overflatebehandles. Ny utstøpning og tetting. Utføres innen 3 år.



Eksempel 9.3-21

Lekkasje gjennom fuge fører til ekstra fuktbelastning på overflatebehandling og stål nær fugen.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
	17 Lekkasje/fuktbelastning
	42 Korrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Fugen tettes og stålet overflatebehandles innen 5 år.



Eksempel 9.3-22

Lekkasje gjennom skjøtene i korrugert stålrør pga. manglende tetting. Fører til ekstra fuktbelastning på overflatebehandling og stål. Påvirker også utseendet i fotgjengerundergangen.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
	17 Lekkasje/fuktbelastning
	18 Misfarging
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V, 3M</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Tetting og rengjøring/overflatebehandling innen 3 år.



# 18 Misfarging



### Beskrivelse

Med misfarging menes at ståloverflaten er tilsmusset eller at fargen varierer uakseptabelt mye. Skadetypen omfatter alle former for misfarging av stål pga. rennende vann, søle, rustvann, grafitti m.m.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig utforming kan gi ujevn vannavrenning og dermed ujevn avvasking av smuss på overflaten. For korte eller feil plasserte vannavløp fører ofte til misfarging.
- Utførelsesfeil. Dårlig utført flekking av overflatebehandling.
- Manglende drift/vedlikehold. Manglende rengjøring.
- Brukslast. F.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes utfra omfanget av misfarging og hvor raskt den utvikler seg.

Misfarging påvirker normalt miljøet, men kan også påvirke vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Misfarging skal fjernes dersom den virker skjemmende på miljøet. Årsak til misfarging må i mange tilfeller fjernes først når misfarging er en følgeskade.

### Tiltak

- Periodisk rengjøring
- Overflatebehandling for å forbedre utseendet
- Stoppe/endre vannavrenning.

# 41 Løse skruer/nagler



### Beskrivelse

Skruer og nagler i stålkonstruksjoner som har løsnet.

### Skadeårsak

- Materialfeil i skruer og nagler.
- Utførelsesfeil. For tykt malingsbelegg, feil tiltrekning, feil klinking.
- Overbelastning.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegraden vil være avhengig av hvilken funksjon naglene/skruene har og omfanget av løse skruer/nagler i den aktuelle forbindelsen.

Konsekvensen for denne skaden vil være avhengig av hvilken funksjon skruene/naglene har. I friksjonsforbindelser vil løse skruer virke inn på bæreevnen og tiltak må iverksettes avhengig av omfanget. I avskjæringsforbindelser (gjelder både skruer og nagler) vil normalt vedlikeholdskostnadene påvirkes, men det kan være unntak der årsaken er overbelastning.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak umiddelbart dersom løse skruer/nagler har ført til at bruas bæreevne er for lav. Dersom løse skruer/ nagler kan forventes å utvikle seg skal tiltak utføres før bæreevnen blir for lav.

### Tiltak

- Tiltrekning av løse skruer
- Utskifting av løse skruer/nagler.



# 42 Korrosjon



### Beskrivelse

Korrosjon oppstår ved at stål reagerer med oksygen og vann og blir til rust. Rustproduktene har 4–8 ganger større volum enn stål. Korrosjon som gir gropdannelser med dybde >1 mm, kalles groptæring. Eventuelle tverrsnittsreduksjoner må registreres.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. F.eks. punkter som er vanskelig å male, fukt blir stående e.l.
- Manglende drift/vedlikehold. F.eks. manglende overflatebehandlingen.
- Miljøangrep. Aggressivt miljø kan bryte ned overflatebehandlingen og akselerere korrosjonen.

### Aktuelle materialundersøkelser

- Oppmåling av tverrsnittsreduksjoner
- Ultralyd
- Røntgen.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må velges ut fra skadens omfang og sannsynlige utvikling. Ved tverrsnittsreduksjoner på bærende elementer vil det normalt være påkrevet med beregningskontroll for å fastsette skadegrad.

Korrosjon vil påvirke bæreevnen på bærende elementer da tverrsnittet vil bli redusert. Korrosjon på ikke-bærende elementer kan påvirke vedlikeholdskostnadene. Miljøet kan påvirkes ved at konstruksjonen ser stygg ut.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak umiddelbart dersom korrosjon har ført til at bruas bæreevne er for lav. Dersom korrosjonen kan forventes å utvikle seg, skal tiltak utføres før bæreevnen blir for lav. Det skal utføres tiltak når korrosjonsskader har betydning for hvordan brua fremstår for allmennheten.

### Tiltak

- Fornye korrosjonsbeskyttelse
- Reparasjon
- Utsifting
- Forsterkning eller ombygging.

## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



**Eksempel 9.3-23**

På nedre del av fagverket er malingsbelegget gjennomrustet og det er oppstått noe groptæring på stålet.

Skadetype: 16 Skade på overflatebehandling  
42 Korrosjon

Skadegrad/-konsekvens: **3B**

Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Sandblåsing av stålet og påføring av nytt malingsbelegg på skadede områder. Utføres innen 3 år.



**Eksempel 9.3-24**

I lokale områder med tilsmussing er overflatebehandlingen ødelagt og det er kraftig korrosjon og groptæring. For øvrig er stålet i orden.

Skadetype: 16 Skade på overflatebehandling  
42 Korrosjon  
81 Manglende rengjøring

Skadegrad/-konsekvens: **3B**

Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøring av fagverket, sandblåsing av stålet og påføring av ny overflatebehandling innen 2 år.



**Eksempel 9.3-25**

Korrosjon som har ført til groptæring og redusert ståltverrsnitt. Ytterligere reduksjon vil føre til at brua må nedskrives.

Skadetype: 16 Skade på overflatebehandling  
42 Korrosjon

Skadegrad/-konsekvens: **3B**

Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rensing av stålet og påføring av nytt malingsbelegg innen 1 år.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



**Eksempel 9.3-26**

Korrosjon på korrugert stålrør pga. slitasje fra massetransport gjennom røret. Begynnende tverrsnittsreduksjon. Stålblatene er bare 4 mm tykke.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
	42 Korrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil
	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Sandblåsing av stålet og utstøpning av bunnen innen 3 år.



**Eksempel 9.3-27**

Korrosjonsskade på hengestang av kabel mellom 1. og 2. lag med tråder. Forårsaket av bøyning av midtre hengestenger

Skadetype:	42 Korrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	15 Feil utforming
	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Utskifting til flattstål innen 1 år.



**Eksempel 9.3-28**

Stålbjelke med svært kraftige korrosjonsskader som har redusert tverrsnittet og dermed bæreevnen.

Skadetype:	42 Korrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Stengning av brua. Utskifting av stålbjelker.

# 43 Slitasje/gnisning



### Beskrivelse

Slitasje og gnisning på kabler, hengestenger, hengestangsfester o.l. på grunn av bevegelser i brua.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. For små klaringer.
- Utførelsesfeil. F.eks. feil montasje.
- Belastning. Overbelastning fra trafikk.

### Aktuelle oppmålinger

- Oppmåling av tverrsnittsreduksjoner.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes ut fra slitasjens størrelse og sannsynlige utvikling.

Slitasje på primære bæreelementer vil redusere bæreevnen.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak umiddelbart dersom slitasje/gnisning har ført til at bruas bæreevne er for lav. Dersom slitasjen kan forventes å utvikle seg skal tiltak utføres før bæreevnen blir for lav.

### Tiltak

- Justering/reparasjon
- Utskifting av defekt element
- Forsterkning eller ombygging.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



Eksempel 9.3-29

Slitasje på flattstål i hengestangsfeste på grunn av bevegelser av brua. Forårsaket av uheldig utforming og mye tungtrafikk.

Skadetype:	43 Slitasje/gnissing
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2B</b>
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil 61 Trafikklast

**Tiltak:**

Utskifting av flattstål innen 5 år.



Eksempel 9.3-30

Stor slitasje på hengestangsbolt pga. mye tungtrafikk.

Skadetype:	43 Slitasje/gnissing
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	61 Trafikklast

**Tiltak:**

Utskifting av bolt umiddelbart.

# 44 Trådbrudd



### Beskrivelse

Trådbrudd i hovedkabler og hengestenger av kabel på hengebruer o.l. Tegn på trådbrudd er langsgående riss i malingsbelegget langs kantene av den brukne tråden. Rissene kan strekke seg fra bruddet og flere meter langsetter kabelen.

### Skadeårsak:

- Prosjekteringsfeil. Feil utforming av f.eks. sadler, hengestangsfester e.l.
- Materialfeil.
- Utførelsesfeil. F.eks. feil utførelse ved forankring av hovedkabler (innstøping).
- Belastning. Overbelastning fra trafikk.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad vil avhenge av antall trådbrudd pr. snitt, antall kabler og kabeltype. Trådbrudd vil virke inn på kablenes bæreevne. For å hindre fuktinntrengning og korrosjon kan det i enkelte tilfeller (ved få trådbrudd) være aktuelt å bruke høyere skadegrad for vedlikehold enn for bæreevne.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak umiddelbart dersom trådbrudd har ført til at bruas bæreevne er for lav. Dersom skaden kan forventes å utvikle seg skal tiltak utføres før bæreevnen blir for lav.

Trådbrudd som kan føre til innvendig korrosjon i kabelen tettes.

### Tiltak

- Forebyggende tiltak (overflatebehandling)
- Forsegling av trådbrudd (innlodning av tråder, bendsling e.l.)
- Utskifting av defekt kabel.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



### Eksempel 9.3-31

Brudd i 3 tråder ved hengestangsfeste.

Skadetype:	44 Trådbrudd
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2B, 3V</b>
Skadeårsak:	71 Trafikklast

#### Tiltak:

Forsegling av bruddstedet og bendsling av kablene innen 3 år.



### Eksempel 9.3-32

Flere trådbrudd ved forankringen pga uheldig utforming av overgangen til kabelhodet.

Skadetype:	44 Trådbrudd
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil

#### Tiltak:

Forsegling av bruddstedet og bendsling av kableen innen 1 år.



### Eksempel 9.3-33

Kablene har vært omstøpt ved forankringshodene. Tetting rundt kablene var mangelfull. Opphugning avdekket store mengder trådbrudd på grunn av korrosjon.

Skadetype:	42 Korrosjon
	44 Trådbrudd
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil
	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Nedsatt aksellast inntil permanent avlastning av kablene er montert.

# 81 Manglende rengjøring



### Beskrivelse

Manglende rengjøring kan føre til ansamlinger av jord, sand og skitt som holder på fuktigheten samt begroing av mose, gress, busker o.l. Skadetyper som 16 Skade på overflatebehandling og 42 Korrosjon kan utvikle seg.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig utforming fører til ansamling av smuss på steder som er vanskelig å rengjøre.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Hovedkriteriene for å sette skadegrad bør være omfanget og mengden av tilsmussingen og hvor raskt andre skader kan utvikle seg på grunn av tilsmussingen. Begroing av mose, gress og busker bør få høy skadegrad.

Tilsmussing kan påvirke bæreevnen, men påvirker normalt vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for rengjøring av utsatte elementer. Tiltak skal iverksettes før det oppstår følgeskader. Grass, busker o.l. skal fjernes umiddelbart.

### Tiltak

- Fjerning av smuss og vegetasjon
- Periodisk rengjøring
- Forbedring av vannavrenning
- Tiltak for å hindre tilsmussing.



## 9.3 ELEMENTER AV STÅL



**Eksempel 9.3-34**

Store ansamlinger av sand og skitt på fagverk og rundt lager.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**  
Rengjøring innen 1 år.



**Eksempel 9.3-35**

Tilsmussing ved ledd i fagverk.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**  
Rengjøres senest innen 1 år.



**Eksempel 9.3-36**

Nedgravd knutepunkt.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**  
Rengjøres umiddelbart.

# 82 Manglende del



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter manglende elementer eller deler av elementer. Dette gjelder f.eks. manglende skruer/nagler og elementer som i hht. til beskrivelser og standarder skulle vært montert.

### Skadeårsak

- Utførelsesfeil. Elementet er ikke montert som beskrevet.
- Belastning. Overbelastning har ført til brudd i skruer/nagler slik at disse har forsvunnet.
- Manglende drift/vedlikehold. Elementer har blitt fjernet.
- Bruksskade. F.eks. hærverk.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Høy skadegrad bør benyttes for bærende elementer.

Manglende del kan påvirke bæreevne, vedlikeholdskostnader, trafiksikkerhet og miljø.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Før mangler som observeres på nye bruer, f.eks. ved ferdigbefaring, reklamasjonsbesiktigelse, skal tiltak utføres umiddelbart. Det samme gjelder mangler som kan true bæreevnen eller trafiksikkerheten. Tiltak skal utføres når mangler kan påvirke vedlikeholdskostnadene.

### Tiltak

- Manglende del erstattes.



# 83 Manglende opprydding/fjerning



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter manglende opprydding etter byggingen, reparasjonsarbeider eller andre arbeider som har vært utført på eller i nærheten av brua. Kabler, ledninger og annen utstyr som ikke lenger er i bruk bør fjernes. Manglende opprydding/fjerning kan føre til at skadetyperne 16 Skade på overflatebehandling og 42 Korrosjon utvikler seg.

### Skadeårsak

- Utførelsesfeil. Manglende opprydding etter bygging.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad vil avhenge av mangelens art og omfang og hvor raskt andre skadetyper kan utvikle seg. På nye bruer bør det benyttes høye skadegrader.

Manglende opprydding/fjerning kan ofte være årsak til følgeskader og vil da påvirke vedlikeholdskostnadene. Skadetypen kan også ha innvirkning på bæreevnen, trafikksikkerheten og/eller miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

På nye bruer skal det foretas opprydding umiddelbart dersom dette ikke er gjort. På eksisterende bruer skal opprydding utføres før følgeskader oppstår.

### Tiltak

- Opprydding/fjerning.

# 90 Annen skade/mangel



### Beskrivelse

Skadetyper omfatter skader/mangler på stål som ikke dekkes av de skadetyperne som er beskrevet tidligere i kapittel 9.3. Dersom noe ikke er utført i henhold til tegninger, beskrivelse, standarder osv. kan dette inngå her.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil.
- Utførelsesfeil.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra stedlige forhold og sannsynlig utvikling.

Skadekonsekvens må vurderes i hvert tilfelle.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak dersom annen skade/mangel kan føre til utvikling av følgeskader som påvirker bæreevnen eller vedlikeholdskostnadene.

Forøvrig må tilstanden som utløser vedlikehold vurderes i hvert enkelt tilfelle.

### Tiltak

Tiltak må vurderes i hvert enkelt tilfelle.



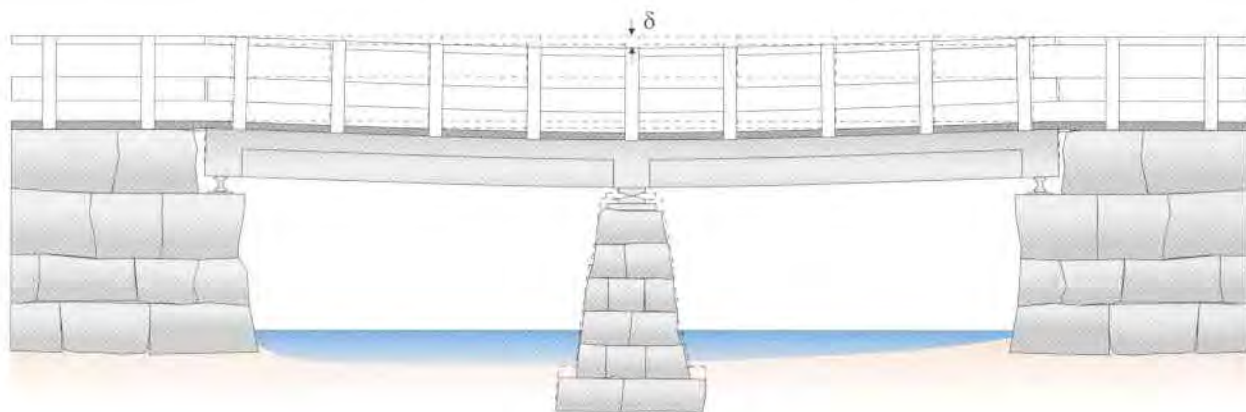
## 9.4 Elementer av stein

Følgende skader kan forekomme på bruelementer av stein:

		Side
11	Setning	242
12	Bevegelse	243
13	Deformasjon	244
14	Riss/Sprekk	245
17	Lekkasje/fuktbelastning	247
18	Misfarging	248
51	Utglidning	249
52	Utrasing	251
81	Manglende rengjøring,	
83	Manglende opprydding/fjerning	253
90	Annen skade/mangel	254

I det etterfølgende er det vist eksempler på disse.

# 11 Setning



### Beskrivelse

Vertikal bevegelse av landkar, vinger og pilarer av stein, steinhvelv osv. Setning av disse elementene kan videre føre til deformasjon av overbygningen, det vises til skadetype 13.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert, jordtrykk undervurdert.
- Materialfeil. Feil masser i tilbakefylling.
- Utførelsesfeil. Fundamenteringen er ikke utført som beskrevet.
- Belastning. Fra trafikk og/eller ved endring av grunnforhold, f.eks. ved byggearbeider i nærheten.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade pga. erosjon/undergraving i grunnen.

### Aktuelle oppmålinger

- Nivellement.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må vurderes utfra setningens størrelse og utvikling samt skader den kan føre til på elementet som setter seg. For deformasjon av overbygning pga. setning vises det til skadetype 13.

Setning kan påvirke bæreevne og/eller vedlikeholdskostnader.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Når setning har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. For setning som kan føre til for lav bæreevne skal tiltak utføres før dette skjer.

Når setning kan få betydning for vedlikeholdskostnadene skal tiltak utføres.

### Tiltak

- Utskifting til lette masser for å redusere vertikallast og jordtrykk
- Refundamentering.



# 12 Bevegelse



### Beskrivelse

Bevegelse av bruelementer av stein (landkar, pilar e.l.) i forhold til opprinnelig plassering. Bevegelserne kan f. eks. være horisontal forskyvning eller rotasjon. Bevegelser kan ofte sees på lagrene. Ved vertikal bevegelse av underbygning pga. forhold i grunnen brukes skadetype 11 Setning.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert.
- Materialfeil. Feil masser i tilbakefylling.
- Utførelsesfeil. Fundamenteringen er ikke utført som beskrevet.
- Belastning. F.eks. fra trafikk.
- Ulykkeslast. F.eks. flom som har ført til erosjon/undergraving.

### Aktuelle oppmålinger

- Oppmåling av bevegelse.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes ut fra bevegelsens størrelse og sannsynlige utvikling.

Ekstreme bevegelser kan gå ut over bæreevnen, men normalt er det vedlikeholdskostnadene som påvirkes.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Dersom bevegelser kan påvirke bruas bæreevne skal det utføres tiltak.

### Tiltak

- Justering av lagre og evt. overbygning
- Utskifting til lette masser for å redusere jordtrykket.

# 13 Deformasjon



### Beskrivelse

Med deformasjon menes at et bruelement har blitt bøyd i forhold til sin opprinnelige form og dermed kan ha fått ekstra last eller redusert kapasitet. Eksempel er deformasjon av et steinhvelv.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Underdimensjonering.
- Utførelsesfeil.
- Belastning. Overbelastning av tungtransport.
- Ulykkeslast. F.eks. påkjørsel.
- Brukslast. Følgeskade. F.eks. deformasjon pga. setning.

### Aktuelle oppmålinger

- Nivellement
- Måling av deformasjoner.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Deformasjon av bærende elementer kan tyde på for lav bæreevne eller overbelastning. Skadegrad må settes ut fra deformasjonens størrelse og sannsynlige utvikling. For bærende elementer kan skadegrad først bestemmes etter kontrollberegning.

Deformasjon vil normalt påvirke bæreevnen.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom deformasjon har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. Når deformasjon kan føre til for lav bæreevne skal tiltak utføres før dette skjer. Det bør utføres tiltak når deformasjoner skjemmer utseendet.

### Tiltak

- Fjerne evt. utilsiktede laster
- Forsterkning eller ombygging.



# 14 Riss/sprekk



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter riss og sprekker i stein.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er ikke tatt hensyn til konsentrerte laster.
- Materialfeil. Det er benyttet stein med for liten fasthet.
- Utførelsesfeil.
- Belastning. F.eks. trafikklast eller jordtrykk.
- Ulykkeslast. F.eks. påkjørsel.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade (pga. setning).

### Aktuelle oppmålinger

- Måling av sprekkvidder.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes ut fra skadens beliggenhet og størrelse og hvor påkjent det aktuelle elementet er. Riss/sprekker i stein er ofte et tegn på overbelastning. Høy skadegrad bør benyttes for bærende elementer.

I ikke-bærende elementer kan riss/sprekker i stein ha betydning for vedlikeholdskostnader.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak dersom riss/sprekker har ført til eller kan føre til for lav bæreevne.

### Tiltak

- Utskifting av stein med riss/sprekker
- Injisering av riss/sprekker
- Forsterkning eller ombygging.

## 9.4 ELEMENTER AV STEIN



### Eksempel 9.4-1

Grove sprekker i steinpilar på grunn av setninger etter erosjon.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2B</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

### Tiltak:

Kontinuerlige målinger. Reparasjon innen 5 år.  
Oppfylling med løsmasser og plastring.  
Injeksjon av sprekker.



# 17 Lekkasje/fuktbelastning



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter lekkasje/fuktbelastning på grunn av mangelfull tetting/drenering av steinhvelv eller landkar. Lekkasje/fuktbelastning fører ofte til misfarging, se skadetype 18.

### Skadeårsak

- Utførelsesfeil
- Manglende drift/vedlikehold
- Belastning.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes utfra omfanget av lekkasje/fuktbelastning og hvor raskt andre skader kan utvikle seg.

Lekkasje/fuktbelastning vil normalt påvirke vedlikeholdskostnadene. For lekkasje/fuktbelastning som påvirker utseendet vises det til skadetype 18 Misfarging.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak for å stoppe/begrense lekkasje/fuktbelastning før det er fare for at andre skadetyper kan utvikle seg.

### Tiltak

- Injisere/tette fuger
- Endre vannavrenning
- Grave opp og tette.

# 18 Misfarging



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter alle former for misfarging fra vann, søle, rustvann, grafitti, begroing av alger, mose m.m.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig utforming gir ujevn vannavledning og dermed ujevn avvasking av smuss på overflaten.
- Utførelsesfeil. Dårlig tetting, lekkasje.
- Manglende drift/vedlikehold. Manglende rengjøring.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes ut fra omfanget av misfarging og hvor raskt den utvikler seg.

Misfarging påvirker normalt miljøet, men kan også påvirke vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Misfarging skal fjernes dersom den virker skjemmende på miljøet. Årsak til misfarging må i mange tilfeller fjernes først når misfarging er en følgeskade.

### Tiltak

- Periodisk rengjøring
- Stoppe/endre vannavrenning.



# 51 Utglidning



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter utglidning av en eller flere steiner i landkar, pilarer, hvelv o.l. i forhold til sin opprinnelige plassering. For bevegelse av et helt element av stein vises det til skadetype 12 Bevegelse.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er ikke tatt tilstrekkelig hensyn til konsentrerte laster.
- Belastning. Overbelastning på grunn av f.eks. trafikk eller jordtrykk.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Aktuelle oppmålinger

- Måle opp utglidningens størrelse.

### Skadegrad/skadekonsekvens:

Skadegraden vil avhenge av utglidningens størrelse og sannsynlige utvikling.

Utglidning vil i de fleste tilfellene påvirke bæreevnen.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak umiddelbart dersom utglidninger gjør at bruas bæreevne er for lav.

Dersom utglidninger kan utvikle seg slik at bæreevnen blir for lav, skal tiltak utføres før dette skjer.

### Tiltak

- Reparasjon
- Forsterkning.

## 9.4 ELEMENTER AV STEIN



Eksempel 9.4-2

Utglidning av steiner i pilar.

Skadetype: 51 Utglidning  
Skadegrad/-konsekvens: **2B**  
Skadeårsak: 90 Annen/ukjent

**Tiltak:**

Holdes under oppsyn med oppmåling av utglidning. Ved utvikling må reparasjon utføres.



Eksempel 9.4-3

Utglidning av stein i lagersjikt pga. bevegelse av pilar.

Skadetype: 51 Utglidning  
Skadegrad/-konsekvens: **3B**  
Skadeårsak: 82 Følgeskade

**Tiltak:**

Reparasjon/sikring av steinen innen 1 år.



# 52 Utrasing



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter utrasing av steiner i steinkjegler, steinsatte fyllinger og skråninger etc.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert, jordtrykk undervurdert. Det er ikke tatt tilstrekkelig hensyn til bortledning av overflatevann i planleggingen.
- Materialfeil. Feil masser i tilbakefylling.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Ulykkeslast, f. eks. flom.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra stedlige forhold og sannsynlige utvikling.

Utrasing kan påvirke bæreevnen, vedlikeholdskostnadene og miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Må vurderes i hvert enkelt tilfelle av inspektøren. Det skal utføres tiltak dersom utrasing kan påvirke bæreevnen.

### Tiltak

- Oppfylling med nye egnede masser
- Oppbygging av utrast element
- Forbedret bortledning av overflatevann.

## 9.4 ELEMENTER AV STEIN



**Eksempel 9.4-4**

Utrasing av steinsatt skråning på grunn av utgraving av masser i bunnen.

Skadetype:	52 Utrasing
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil
	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Endre vannavrenning og bygge opp steinsetting på nytt innen 5 år.



**Eksempel 9.4-5**

Utrasing av nederste steinrad i vingemur pga. erosjon.

Skadetype:	52 Utrasing
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil
	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Reparasjon utføres innen 1 år.



**Eksempel 9.4-6**

Utrasing av støttemur av stein pga. undergraving.

Skadetype:	52 Utrasing
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil
	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Steinmur bygges opp på nytt innen 2 år.



# 81 Manglende rengjøring, 83 Manglende opprydding/fjerning



### Beskrivelse

Manglende rengjøring kan føre til ansamlinger av jord, sand og skitt som holder på fuktigheten. Dette kan igjen føre til begroing av mose, gress og busker o.l. Røtter som trenger inn mellom steinene kan føre til skadetype 51 Utglidning eller 52 Utrasing.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Utforming som fører til ansamling av smuss på steder som er vanskelig å rengjøre.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Hovedkriteriene for å sette skadegrad bør være omfanget og mengden av tilsmussingen og hvor raskt andre skader kan utvikle seg på grunn av tilsmussingen. Begroing av mose, gress og busker bør få høy skadegrad.

Manglende rengjøring påvirker normalt vedlikeholdskostnadene og miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for rengjøring av utsatte elementer. Tiltak skal iverksettes før det oppstår følgeskader. Grass, busker o.l. skal fjernes umiddelbart.

### Tiltak

- Fjerning av smuss og vegetasjon
- Periodisk rengjøring
- Forbedring av vannavrenning
- Tiltak for å hindre tilsmussing, f.eks. gjenmørtling av fuger.



# 90 Annen skade/mangel



### Beskrivelse

Skadetyperen omfatter skader/mangler på stein som ikke dekkes av de skadetyperne som er beskrevet tidligere i kapittel 9.4.

Som eksempel kan nevnes forvitring og avskallinger av stein samt utvasking av mørtel i steinfuger.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. F.eks. lager som er plassert for nær kant av opplegg.
- Materialfeil. Steinen er ikke frostbestandig. Mørtel i fuger har ikke riktig kvalitet.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Miljøangrep. Aggressivt miljø og/eller vann kan føre til forvitring eller avskalling på stein og raskere utvasking av mørtel i fuger.
- Belastning. Overbelastning og/eller skjevbelastning kan gi avskallingsskader f.eks. nær lager.
- Ulykkeslast. Påkjørsel kan føre til avskalling.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes ut fra skadens størrelse, beliggenhet og alder og må vurderes ut fra stedlige forhold og sannsynlig utvikling.

Skadekonsekvens må vurderes i hvert tilfelle.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak dersom annen skade/mangel kan føre til følgeskader som kan påvirke bæreevnen eller vedlikeholdskostnadene.

Forøvrig må tilstand som utløser vedlikehold vurderes i hvert enkelt tilfelle.

### Tiltak

Tiltak må vurderes i hvert enkelt tilfelle.



## 9.5 Elementer av tre

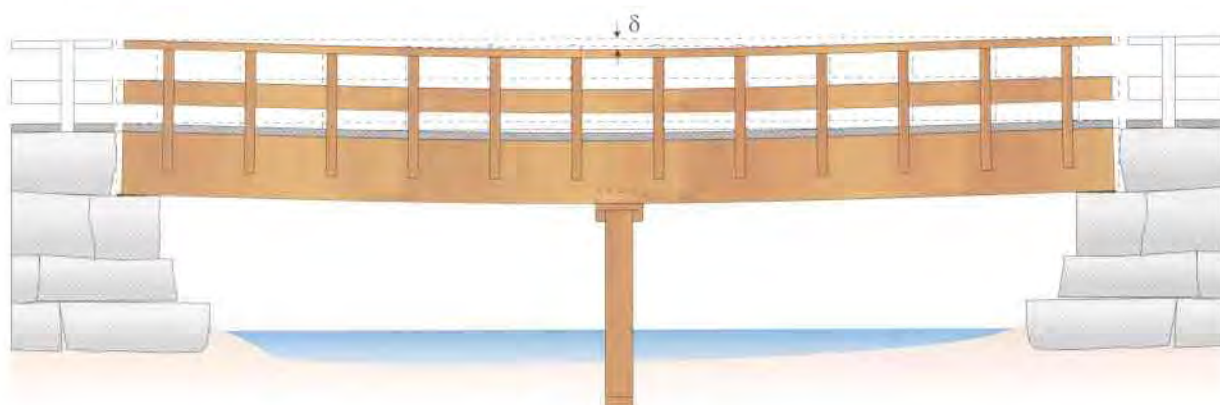
Følgende skadetyper kan forekomme på bruelementer av tre:

		Side
11	Setning	256
12	Bevegelse	257
13	Deformasjon	259
14	Riss/Sprekk	260
15	Brudd	262
16	Skade på overflatebehandling	263
17	Lekkasje/fuktbelastning	264
18	Misfarging	265
61	Oppflising	266
62	Råte	268
81	Manglende rengjøring	270
82	Manglende del	271
90	Annen skade/mangel	272

I det etterfølgende er det vist eksempler på disse.

Skade på slitelag i tre er beskrevet i kapittel 9.6.3 og skader på rekkverk i tre er beskrevet i kapittel 9.9.3

# 11 Setning



### Beskrivelse

Vertikal bevegelse av f. eks. pilarer av tre. Setning av pilarer kan føre til deformasjon av overbygningen, det vises til skadetype 13.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert.
- Utførelsesfeil. Fundamenteringen er ikke utført som beskrevet.
- Belastning. F.eks. fra trafikk.
- Brukslast, følgeskade pga. erosjon/undergraving i grunnen.

### Aktuelle oppmålinger

- Nivellement.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad vurderes utfra setningens størrelse og forventet utvikling samt skader den kan føre til på elementet som setter seg.

Setning kan påvirke bæreevnen og/eller vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

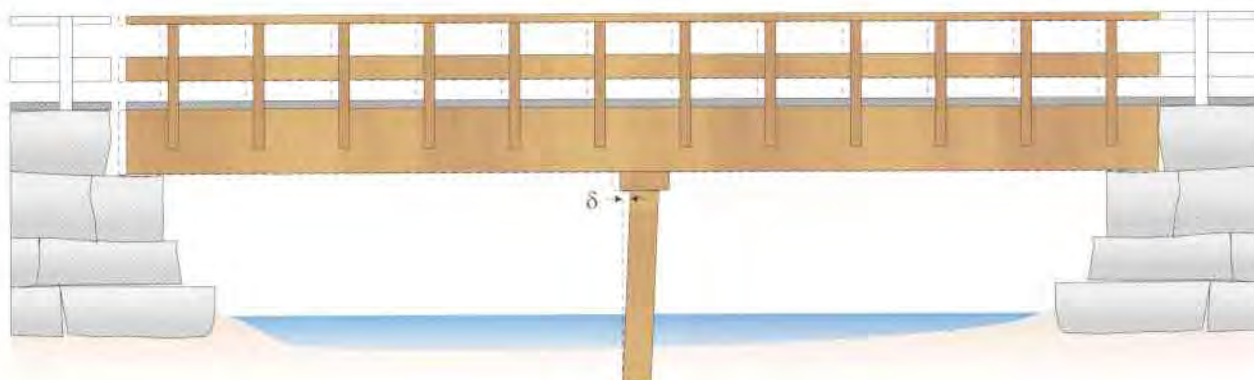
Når setning som har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. For setning som kan føre til for lav bæreevne skal tiltak utføres før dette skjer. Når setning som kan få betydning for vedlikeholdskostnadene skal tiltak utføres.

### Tiltak

- Utskifting av masser
- Refundamentering.



# 12 Bevegelse



### Beskrivelse

Bevegelse at bruelement i forhold til opprinnelig plassering. Bevegelse kan f.eks. være horisontal forskyvning av pilerer, overbygning, lokal forskyvning av plank i tverroppsente dekker osv. Bevegelser kan ofte sees på lagrene. Ved vertikal bevegelse av underbygning pga. forhold i grunnen benyttes skadetype 11 Setning.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Grunnens bæreevne overvurdert, jordtrykk undervurdert.
- Utførelsesfeil. Fundamenteringen er ikke utført som beskrevet.
- Manglende drift/vedlikehold. F.eks. ikke utført etteroppspanning.
- Belastning. F.eks. fra trafikk.
- Ulykkeslast. F.eks. flom, påkjørsel.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Aktuelle oppmålinger

- Målinger av horisontalavstander, forskyvninger.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes ut fra bevegelsens størrelse og sannsynlige utvikling.

Store bevegelser kan gå ut over bæreevnen, men normalt er det fremtidige vedlikeholdskostnader som påvirkes. Bevegelse av plank i brudekker kan påvirke trafikksikkerheten.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Dersom bevegelser kan påvirke bruas bæreevne skal tiltak utføres.

### Tiltak

- Etteroppspanning av stag
- Justering av lagre og evt. overbygning
- Forsterkning eller ombygging.

## 9.5 ELEMENTER AV TRE



### Eksempel 9.5-1

Søylerekke er forskjøvet 11 cm i toppen pga. forskyvning av landkar og overbygningen. Utvikling av bevegelsen tilsier at det blir kritisk for søylenes bæreevne om 2–3 år.

Skadetype:	12 Bevegelse
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

#### Tiltak:

Bevegelse må stoppes og søyler forsterkes innen 2 år.



# 13 Deformasjon



### Beskrivelse

Med deformasjon menes at et bruelement har blitt bøyd i forhold til opprinnelig form og kan ha fått ekstra last eller redusert kapasitet. Eksempler er nedbøyning av hovedbæresystemet i egenvekt-tilstand, deformasjon pga. setning, utbøyning av søyler o.l.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Underdimensjonering.
- Materialfeil. F.eks. feil form.
- Utførelsesfeil.
- Belastning. Overbelastning av tungtransport.
- Påkjørsel.
- Bruksskade. F.eks. deformasjon pga. setning.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Deformasjon av bærende elementer kan tyde på for lav bæreevne eller overbelastning. Skadegrad må settes ut fra deformasjonens størrelse, sannsynlige utvikling og materialets evne til å ta opp deformasjoner. For bærende elementer kan skadegrad først bestemmes etter kontrollberegning av brua.

Deformasjon vil normalt påvirke bruas bæreevne. Deformasjon kan også påvirke utseendet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom deformasjon har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. Når deformasjon kan føre til for lav bæreevne skal tiltak utføres **før** dette skjer. Det bør utføres tiltak når deformasjoner skjemmer utseendet.

### Tiltak

- Jekking og justering av lagre (kontinuerlige bruer)
- Utskifting av skadet element
- Forsterkning eller ombygning.

# 14 Riss/Sprekk



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter skadelige sprekker i tre. Pga. uttørking vil tre som oftest sprekke opp over tid uten at dette er å betrakte som en skade.

### Skadeårsak

- Materialfeil, f.eks. feil i trematerialet eller dårlige limfuger i limtre.
- Utførelsesfeil.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Belastning. Overbelastning.
- Ulykkeslast, f.eks. påkjørsel.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må vurderes ut fra sprekkenes beliggenhet, størrelse og retning i forhold til fiberretningen, årsak og hvor påkjent det aktuelle elementet er. Videre må det vurderes om sprekken vil få innvirkning på elementets evne til å ta opp last eller elementets evne til å motstå nedbrytning.

Grove sprekker i tre kan ha betydning for bæreevnen og fremtidige vedlikeholdskostnader.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom sprekker har ført til for lav bæreevne skal tiltak utføres umiddelbart. Når sprekker kan forventes å utvikle seg slik at bæreevnen blir for lav skal tiltak utføres før dette skjer. Dersom sprekker på sikt kan gi økte vedlikeholdskostnader bør tiltak utføres.

### Tiltak

- Reparasjon av skadede elementer
- Utskifting av skadede elementer
- Forsterkning eller ombygging.



## 9.5 ELEMENTER AV TRE



Eksempel 9.5-2

Oppsprekking mellom lameller i limtrebue.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **3B**  
Skadeårsak: 20 Materialfeil

**Tiltak:**

Forsterkning av buen innen 1 år.



Eksempel 9.5-3

Sprekk i treplank som rekkverket er festet i etter en påkjørsel.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **3T**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Utskifting av plank innen 3 år.

# 15 Brudd



### Beskrivelse

Gjennomgående skade i hele eller store deler av et bruelement, f.eks. bruddsoner i trematerialet.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er ikke tatt hensyn til konsentrerte laster. Uheldige detaljer.
- Materialfeil.
- Utførelsesfeil.
- Belastning, f.eks. overlaster fra trafikk, setninger.
- Ulykkeslast, f.eks. påkjørsel.
- Bruksskade, f.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må settes ut fra bruddets beliggenhet og størrelse. Høy skadegrad bør benyttes for bærende elementer.

For bærende elementer vil brudd ha betydning for bæreevnen. For ikke-bærende elementer kan brudd ha innvirkning på trafikksikkerheten, fremtidige vedlikeholdskostnader og/eller miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom bruas bæreevne er for lav eller trafikksikkerheten er redusert skal tiltak utføres umiddelbart.

### Tiltak

- Reparasjon av elementer med brudd
- Utskifting av elementer med brudd
- Forsterkning eller ombygging.



# 16 Skade på overflatebehandling



### Beskrivelse

Skade på overflatebehandling på tre, dvs. maling/belegg eller impregnering. Skadene kan være generell nedbrytning som gjør at overflatebehandlingen ikke oppfyller de funksjonskravene som er satt eller det kan være andre skader som avflaking, krakelering, blæring og misfarging.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Det er beskrevet feil type overflatebehandling.
- Materialfeil. Det er benyttet feil type overflatebehandling.
- Utførelsesfeil. Dårlig forbehandling eller påføring i fuktig/kaldt klima.
- Manglende drift/vedlikehold av overflatebehandlingen.
- Miljøangrep. Sopp, begroing o.l. kan bryte ned overflatebehandlingen raskere enn forutsatt.
- Bruksskade. Normal nedbrytning/slitasje.

### Skadegrad/skadekonsekvens

All overflatebehandling vil brytes ned over tid. Skadegraden som settes skal reflektere gjenværende tid før det er behov for fornying av overflatebehandlingen (Før den mister sin beskyttende virkning). Man må ta hensyn til at tre er svært følsomt for fuktighet når skadegrad skal settes. Ved skader på fuktutsatte steder skal høy skadegrad benyttes.

Skader på overflatebehandlingen vil påvirke vedlikeholdskostnader og miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Overflatebehandling som har mistet sin beskyttende virkning må fornyes. Overflatebehandling som virker skjemmende på miljøet bør fornyes.

### Tiltak

- Regelmessig vasking og fornying av overflatebehandling inkludert flekking av mindre skader
- Fjerning av eksisterende overflatebehandling (ved maling/belegg) og påføring av ny.

# 17 Lekkasje/fuktbelastning



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter lekkasje/fuktbelastning på elementer av tre pga. uheldige konstruksjons-løsninger, lekkasje i fuger e.l. Lekkasje/fuktbelastning kan føre til sterkt redusert levetid for elementer av tre og til misfarging av overflaten, det vises til skadetype 18.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldige detaljløsninger som fører til nedfukting av tre.
- Utførelsesfeil. Dårlig utførte detaljer.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad velges utfra omfanget av lekkasje/fuktbelastning og hvor raskt råte kan utvikle seg.

Lekkasje/fuktbelastning kan påvirke både bæreevne og vedlikeholdskostnader. For lekkasje/fuktbelastning som påvirker utseendet vises det til skadetype 18.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak for å stoppe lekkasje/fuktbelastning før det er fare for at andre skadetyper kan utvikle seg.

### Tiltak

- Tette eller beskytte med beslag
- Stoppe/endre vannavrenning.



# 18 Misfarging



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter alle former for misfarging av tre pga. vann, søle, rustvann, grafitti, begroing av alger, mose m.m.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig utforming gir ujevn vannavrenning og dermed ujevn avvasking av smuss på overflaten.
- Utførelsesfeil. Dårlig utførelse av detaljer.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Bruksskade. F.eks. følgeskade (fra lekkasje/fuktbelastning), hærverk.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes utfra omfanget av misfarging og hvor raskt den utvikler seg.

Misfarging påvirker normalt miljøet, men kan også påvirke vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Misfarging skal fjernes dersom den virker skjemmende på miljøet. Årsak til misfarging må i mange tilfeller fjernes først når misfargingen er en følgeskade.

### Tiltak

- Periodisk rengjøring
- Stoppe/endre vannavrenning
- Overflatebehandling for å forbedre utseendet.

# 61 Oppflising



### Beskrivelse

Med oppflising menes at en trekonstruksjon har vært utsatt for f. eks. mekaniske påkjenninger som har ført til at deler av konstruksjonen har blitt ødelagt.

### Skadeårsak

- Ulykkeslast. F.eks. påkjørsel.
- Bruklast. F.eks. brøyteskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må vurderes ut fra oppflisingens omfang og mulig utvikling av andre skader. Den skadede delen er ofte utsatt for råteangrep. For bærende elementer kan skadegrad først bestemmes etter kontrollberegning av brua. Høy skadegrad bør benyttes for bærende elementer.

Oppflisinger på bærende elementer vil ha betydning for bruas bæreevne, men trafikksikkerheten og fremtidige vedlikeholdskostnader kan også påvirkes. Utseendet bør tillegges vekt.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom bruas bæreevne er for lav eller trafikksikkerheten er redusert skal tiltak utføres umiddelbart.

### Tiltak

- Reparasjon av defekte elementer
- Utskifting av defekte elementer
- Forsterkning eller ombygging.



## 9.5 ELEMENTER AV TRE



**Eksempel 9.5-4**

Eksempel på kraftig påkjørselskade på gangbru av limtre.

Skadetype: 61 Oppflising  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Stengning inntil elementet er skiftet ut.



**Eksempel 9.5-5**

Skade på plank i føringskant på grunn av brøyteplag.

Skadetype: 61 Oppflising  
Skadegrad/-konsekvens: **3T**  
Skadeårsak: 83 Brøyteskade

**Tiltak:**

Utskifting innen 1 år.

### 62 Råte



#### Beskrivelse

Skadetyperen omfatter treverk angrepet av råtesopper. Soppene angriper celleveggene i treet og ødelegger veden, både når det gjelder styrke og struktur. I råteangrepet tre er veden mørk brun, krympet, oppsprukket og myk (styrken/strukturen er ødelagt). Vanninnhold over 20 % og temperatur over +20 °C kan gi utvikling av råtesopper. Trevirke som ser friskt og uskadet ut på utsiden kan være sterkt angrepet av råte i kjernen.

#### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil, f.eks. feil konstruktiv utforming/detaljering.
- Materialfeil.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Miljøangrep, f.eks. biologisk angrep.

#### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad må vurderes ut fra skadens omfang og beliggenhet, men normalt må den settes høyt.

Råte på bærende elementer vil virke inn på bærevnen, men trafikksikkerheten, fremtidige vedlikeholdskostnader og miljøet kan også påvirkes.

#### Tilstand som utløser vedlikehold

Dersom råteskader har ført til for lav bæreevne eller redusert trafikksikkerhet skal tiltak utføres umiddelbart. Når råteskader har betydning for hvordan brua fremstår for allmennheten skal det utføres tiltak for å bedre utseendet.

#### Tiltak

- Innføre råtedrepende tiltak
- Forbedre konstruktiv utforming
- Utskifting av råteskadet element
- Forsterkning eller ombygging.



## 9.5 ELEMENTER AV TRE



**Eksempel 9.5-6**

Tverrsnittsreduksjon på pel på grunn av råte og slitasje i tidevannssonen.

Skadetype:	62 Råte
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	55 Biologisk angrep
	64 Strømlast

**Tiltak:**

Nedsatt aksellast inntil forsterkning er utført.



**Eksempel 9.5-7**

Kraftig råteangrep på bærende limtrebjelke.

Skadetype:	62 Råte
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	20 Materialfeil
	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Stengning av brua inntil utskifting er utført.



**Eksempel 9.5-8**

Råteskadet føringskant gir dårlig sikring for trafikkanten og ser stygt ut.

Skadetype:	62 Råte
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T, 3M</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Utskifting innen 1 år.

# 81 Manglende rengjøring



### Beskrivelse

Manglende rengjøring kan føre til ansamlinger av jord, sand og skitt som holder på fuktigheten samt begroing av mose, gress, busker o.l. Skadetyper som 62 Råte og 90 Annen skade/mangel kan utvikle seg.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Uheldig utforming fører til ansamling av smuss på steder som er vanskelig å rengjøre.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Hovedkriteriene for å sette skadegrad bør være omfanget og mengden av tilsmussingen og hvor raskt andre skader kan utvikle seg på grunn av tilsmussingen. Begroing av mose, gress og busker bør få høy skadegrad.

Tilsmussing kan redusere bæreevnen, men påvirker normalt vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Smuss skal fjernes før det oppstår følgeskader. Grass, busker o.l. skal fjernes umiddelbart.

### Tiltak

- Fjerning av smuss og vegetasjon
- Periodisk rengjøring
- Forbedring av vannavrenning
- Tiltak for å hindre tilsmussing.



# 82 Manglende del



Begge tverravstiverne for søylerekken mangler.

### Beskrivelse

Skadetypen omfatter manglende elementer eller deler av elementer. Dette gjelder f.eks. manglende festelementer og elementer som i hht. til beskrivelser og standarder skulle vært montert.

### Skadeårsak

- Utførelsesfeil. Elementet er ikke montert som beskrevet.
- Belastning. Overbelastning har ført til brudd i festelementer slik at disse har forsvunnet.
- Annen/ukjent årsak. Elementer er av ukjent grunn fjernet.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Høy skadegrad bør nyttes for bærende elementer.

Manglende del kan påvirke bæreevne, trafiksikkerhet, fremtidige vedlikeholdskostnader og miljø.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Ved mangler på nye bruer, som f.eks. oppdages ved ferdigbefaring, reklamasjonsbesiktigelse, skal det utføres tiltak umiddelbart. For mangler som kan true bæreevnen eller trafiksikkerheten skal det utføres tiltak umiddelbart. Det utføres tiltak når mangler kan påvirke vedlikeholdskostnader eller miljø.

### Tiltak

- Tiltak må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

# 90 Annen skade/mangel



Trepel under vann oppspist av pelemark

### Beskrivelse

Skadetypen omfatter skader/mangler på tre som ikke dekkes av de skadetyperne som er beskrevet tidligere i kapittel 9.5. Dersom noe ikke er utført i henhold til tegninger, beskrivelse, standarder osv. vil dette inngå her.

Skadetypen omfatter også biologisk angrep på treverk, unntatt råte. F.eks. angrep av pelemark eller andre skadedyr. Videre omfatter skadetypen skader på festelementer på tre, f.eks. korrosjon på skruer og andre ståldetaljer.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra stedlige forhold og sannsynlig utvikling.

Skadekonsekvens må vurderes i hvert tilfelle.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal utføres tiltak dersom skader/mangler kan føre til følgeskader som kan påvirke bæreevnen eller vedlikeholdskostnadene.

Forøvrig må tilstand som utløser vedlikehold vurderes i hvert enkelt tilfelle.

### Tiltak

Tiltak må vurderes i hvert enkelt tilfelle. Treverk som er angrepet av pelemark må skiftes ut.



## 9.6 Slitelag/ fuktisolasjon

Slitelag på bruer er normalt av asfalt, epoksy, betong eller tre. Dette kapitlet er derfor inndelt i følgende typer:

	Side
9.6.1 Slitelag av asfalt/epoksy	273
9.6.2 Betongslitelag	287
9.6.3 Treslitelag	295

Noen av skadetyperne er spesielt knyttet til en enkelt type slitelag, mens andre kan være felles for alle.

### 9.6.1 Slitelag av asfalt/epoksy

Følgende skadetyper kan forekomme på slitelag av asfalt og epoksy:

	Side
14 Riss/Sprekk	274
17 Lekkasje/fuktbelastning	276
71 Sporslitasje	277
72 Ujevnhet	280
73 Krakelering/Hull	281
74 Blæring (Paddehatter)	283
75 Avflaking	284
81 Manglende rengjøring	285
90 Annen skade/mangel	286

I det etterfølgende er det vist eksempler på disse.

# 14 Riss/sprekk



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter alle typer sprekker som kan oppstå i slitelag av asfalt og epoksy unntatt krakeleringer. Se skadetype 73 Krakelering/Hull.

### Skadeårsak

- Materialfeil. Feil sammensetning av asfalt.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet. Dårlige skjøter ved asfaltering.
- Manglende drift/vedlikehold.
- Belastninger. F.eks. temperatur, svinn, trafikklast
- Bruksskader. F.eks. følgeskader (fra setning, bevegelse, deformasjon).

### Skadegrad/skadekonsekvens

Hovedkriteriene for fastsettelse av skadegrad bør være skadeomfanget, om sprekkene har ført til lekkasje og hvor raskt andre skader kan utvikle seg på grunn av lekkasjen.

Sprekker i asfalt og fuktisolasjon vil ha konsekvenser for de fremtidige vedlikeholdskostnadene. Fuktisoleringen kan da være ødelagt og vann og salt kan komme gjennom til underlaget.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det bør utføres tiltak med en gang sprekker oppdages dersom det er fare for fuktgjennomgang som kan føre til omfattende skader på underliggende brudekke.

### Tiltak

- Forsegling av sprekker
- Sporfylling
- Utskifting av fuktisolasjon/slitelag.



## 9.6.1 SLITELAG AV ASFALT / EPOKSY



Eksempel 9.6-1

Langs- og tversgående sprekker. Sprekkene følger elementfuger i underlaget. Asfalten er for stiv til å ta opp bevegelene.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	13 Feil materialvalg

**Tiltak:**

Forsegling av sprekkenes innen 5 år.



Eksempel 9.6-2

Sprekker i slitelaget ved fuge pga. løs fugekonstruksjon. For skade på fugekonstruksjon vises til kapittel 9.8 Fuge/ fugeterskel.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Det etableres fugeterskler innen 5 år.



Eksempel 9.6-3

Sprekker i asfaltslitelag på bridgeplankdekke pga. for stiv asfalt.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	13 Feil materialvalg

**Tiltak:**

Oppsprukket område fjernes og ny asfalt legges i innen 1 år.

# 17 Lekkasje/ fuktbelastning



### Beskrivelse

Sprekker, hull, manglende fuktisolasjon eller andre skader i fuktisolasjon og slitelag av asfalt og epoksy kan føre til at det oppstår lekkasjer. Fukt på uk dekke er ofte et synlig tegn på at fuktisolasjonen er utett. Se også skadetype 17 Lekkasje/fuktbelastning i kapittel 9.2 Elementer av betong.

### Skadeårsak

- Utførelsesfeil
- Manglende drift/vedlikehold
- Belastning.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Det er vanskelig å gi klare regler for fastsettelse av skadegrad, men hovedkriteriene bør være lekkasjens omfang og hvor raskt andre skader kan utvikle seg på grunn av lekkasjen. Lekkasje i asfalt og fuktisolasjon er vanskelig å se og oppdages ofte først etter at andre skader har utviklet seg. Normalt bør derfor skadegraden settes høyt.

Lekkasje kan føre til armeringskorrosjon og avskalling av betong, eller skader på grunn av isdannelse. Normalt vil lekkasje/fuktbelastning påvirke de fremtidige vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Ved større lekkasjer gjennom asfalt og fuktisolasjon bør det utføres tiltak med en gang dette oppdages, spesielt hvis vegen saltes.

### Tiltak

- Forsegling av riss/sprekker
- Reparasjon av lokale skader
- Sporfylling
- Ny fuktisolasjon/slitelag.



# 71 Sporslitasje



### Beskrivelse

Sporslitasje fremstår som langsgående spor i slitelaget.

### Skadeårsak

- Manglende drift/vedlikehold
- Bruksskade. Normal nedbrytning/slitasje.

### Aktuelle oppmålinger

- Måling av spordybde.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Sporslitasje vil primært påvirke trafiksikkerheten og fremtidige vedlikeholdskostnader.

Ved gjennomsliting bedømmes videre skadeutvikling for det underliggende bruelement. Dette tas inn under elementet dekke, eventuelt plate, og skadetyperne 31 Liten/skadet overdekning og 36 Armeringskorrosjon. Det vises til kapittel 9.2 Elementer av betong.

### Trafiksikkerheten

For tykke slitelag (>50 mm) av asfalt vil trafiksikkerheten være det avgjørende kriteriet for sporslitasje på grunn av den økende faren for vannplaning. Videre kan ugunstig form på sporene forårsake problemer for manøvrering av kjøretøy ved f.eks. forbikjøring. Skadegraden må vurderes ut fra hvor raskt sporslitasjen er kommet og hvor raskt det er sannsynlig at den vil utvikle seg. Følgende tommelfingerregel kan benyttes:

1T	for spor	< 5	mm
2T	for spor	5-15	mm
3T	for spor	15-25	mm
4T	for spor	> 25	mm

## 9.6.1 SLITELAG AV ASFALT / EPOKSY

### Vedlikeholdskostnadene

For tynne slitelag (30-50 mm) av asfalt kan vedlikeholdskostnadene være avgjørende da reparasjoner av gjennomhullet fuktisolasjon er kostbart. Følgende tommelfingerregel kan benyttes ved fastsettelse av skadegrad:

- 1V** Det er ikke sannsynlig at fuktisolasjonen gjennomhulles innen 10 år.
- 2V** Det er sannsynlig at fuktisolasjonen gjennomhulles i løpet av 4 til 10 år.
- 3V** Det er sannsynlig at fuktisolasjonen gjennomhulles innen 1 til 3 år.
- 4V** Fuktisolasjonen er gjennomhullet eller det er andre skader under slitelaget.

For ekstra tynne slitelag (av f.eks. < 15 mm epoksy) vil vedlikeholdskostnadene være avgjørende. Skadegrad bør settes til 3-4 når deler av slitelaget er gjennomslitt.

I tillegg må trafikksikkerheten vurderes etter skalaen på foregående side.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Tiltak skal settes i verk når 10 % eller mer av ei bru har dypere spor enn 25 mm. Det må imidlertid også gjøres en samlet vurdering av spordybde på brua og tilstøtende veger. Dersom gjenværende tykkelse av slitelaget er mindre eller lik 15 mm eller fuktisoleringen er skadet skal tiltak utføres umiddelbart. Dersom det er fare for at fuktisolasjonen kan skades, skal det utføres tiltak før dette skjer.

### Tiltak

- Sporfylling
- Fresing
- Nytt slitelag/fuktisolasjon.

Sporstilasje repareres normalt ved sporfylling eller ved å legge nytt slitelag på brua. Det må imidlertid kontrolleres at brua har tilstrekkelig kapasitet til å ta en eventuelt økt egenvekt. Dersom det eksisterende asfaltslitelaget allerede er for tykt kan sporstilasjen repareres ved å fresing. Dersom asfalt og fuktisolasjon er gjennomslitt på større områder bør slitelag og fuktisolasjon fjernes og ny fuktisolasjon og asfalt legges. Eventuelle skader på underliggende betong repareres.



#### Eksempel 9.6-4

Tydelig sporstilasje med 20 mm dype spor. Enkelte steder er asfalten i ferd med å bli gjennomslitt. Det er stor trafikk på brua.

Skadetype:	71 Sporstilasje
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T, 3V</b>
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

#### Tiltak:

Sporfylling eller fresing og legging av nytt slitelag utføres innen 1 år



## 9.6.1 SLITELAG AV ASFALT / EPOKSY



Eksempel 9.6-5

Sporslitasje helt ned til betongen flere steder. Brua har ikke fuktisolasjon og saltes.

Skadetype:	71 Sporslitasje
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Hele slitelaget fjernes og det legges ny fuktisolasjon og slitelag innen 1/2 år (før neste vintersesong).



Eksempel 9.6-6

Lokal sporslitasje helt ned til betongdekket.

Skadetype:	71 Sporslitasje
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Lokal reparasjon av fuktisolasjon. Sporfylling på hele bruva innen 1/2 år (før neste vintersesong).



Eksempel 9.6-7

Store partier av epoksyslitolaget er gjennomslitt på grunn av sporslitasje.

Skadetype:	71 Sporslitasje
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	40 Manglende vedlikehold
	81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Det legges nytt slitelag innen 1/2 år (før neste vintersesong).

# 72 Ujevnheter



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter alle typer ujevnheter og deformasjoner i slitelaget på bruer unntatt sporslitasje og blæring (paddehatter). For disse skadetyperne vises det til 71 Sporslitasje og 74 Blæring (Paddehatter). Setninger i masser bak landkar kan også være årsak til ujevnheter. For slike ujevnheter vises det til skadetype 11 Setning i kapittel 9.1 Elementer i grunnen.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Feil materialvalg.
- Materialfeil. Feil sammensetning, for myk asfalt.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet.
- Belastning.
- Bruksskade. F.eks. brøyteskade eller følgeskade (setning, deformasjon av brua).

### Aktuelle oppmålinger

- Jevnhetsmålinger
- Nivellement

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra hvor raskt ujevnheten er kommet, størrelse og sannsynlig utvikling. Trafikkmengden og hastigheten må også vurderes. Brua kan utsettes for store dynamiske belastninger ved belastning av tunge kjøretøyer på ujevnt slitelag.

Ujevnheter i slitelaget kan ha betydning for trafiksikkerheten og fremtidige vedlikeholdskostnader.

### Tilstand som utløser vedlikehold

På nye bruer skal kravet til den valgte jevnhetsklasse tilfredsstilles, jfr. Prosesskode - 2.

På eksisterende bruer må det foretas en vurdering i hvert enkelt tilfelle i forhold til kravene gitt for faste dekker (hovedprosess 6) i håndbok 111.

### Tiltak

- Frese slitelaget
- Avrette med asfalt
- Legge nytt slitelag.



# 73 Krakelering/hull



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter krakeleringer og hull i asfaltslitelag. Krakelering er et mønster av sprekker i flere retninger over større eller mindre områder. Ofte danner sprekkenes et rutemønster, men mønsteret kan også være helt uregelmessig.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Underlaget er for mykt/løst.
- Materialfeil. Feil sammensetning av materialer i slitelaget.
- Utførelsesfeil. Feil ved legging av slitelaget, dårlig liming.
- Belastning. F.eks. trafikklast.

Heftbrudd mellom slitelag og underlag på grunn av en eller flere av ovennevnte punkter er vanligste årsak til krakelering/hull.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Området rundt og under krakeleringer og hull svekkes og vann (og salt) trenger ned til underlaget og kan føre til utvikling av andre skader. Hull har ofte skarpe kanter (er trafikkfarlige) og de har en tendens til å vokse raskt. Derfor bør det benyttes høye skadegrader.

Krakelering og hull i slitelaget har konsekvenser for trafiksikkerheten, fremtidige vedlikeholdskostnader og miljøet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Da krakelering ofte fører til at det dannes hull i slitelaget bør det utføres tiltak. Når hull utgjør en fare for trafiksikkerheten skal tiltak utføres omgående. Selv om hull ikke er direkte trafikkfarlige bør likevel tiltak utføres raskt da vedlikeholdskostnadene kan øke om det utsettes.

### Tiltak

- Reparasjon av krakeleringer
- Lapping av hull
- Utskifting av hele eller deler av slitelaget.



## 9.6.1 SLITELAG AV ASFALT / EPOKSY



Eksempel 9.6-8

Hull i slitelaget langs senterlinjen. Lite trafikk.

Skadetype: 73 Krakelering/hull  
Skadegrad/-konsekvens: **3T**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Hullene lappes innen 1 år.



Eksempel 9.6-9

Kraftige krakeleringer i slitelag på bridge-plank.

Skadetype: 73 Krakelering/hull  
Skadegrad/-konsekvens: **4V**  
Skadeårsak: 13 Feil materialvalg

**Tiltak:**

Krakerert område repareres før neste vintersesong.



Eksempel 9.6-10

Kraftige krakeleringer og store hull i slitelag på bridge-plankdekke. Festeskruer for bridge-plank er løsnet.

Skadetype: 73 Krakelering/hull  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 13 Feil materialvalg  
37 Monteringsfeil

**Tiltak:**

Hele slitelaget fjernes og nytt slitelag legges før neste vintersesong.



# 74 Blæring (Paddehatter)



### Beskrivelse

Blæring (Paddehatter) er kuleformede opphøyninger i slitelaget, ofte 10-15 cm i diameter.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Feil materialvalg på fuktisolasjon.
- Materialfeil. Feil sammensetning av materialer i fuktisolasjon.
- Utførelsesfeil. Feil ved legging av fuktisolasjon.

Blæring (Paddehatter) kan forekomme når det er legges en fuktisolasjon på fuktig underlag ved stigende temperatur (på morgenen). Fuktigheten blir stengt inne og fuktisolasjonen hefter ikke til underlaget. Ved temperaturstigning omdannes fuktigheten til vanndamp og trykket øker under fuktisolasjonen. Det dannes blærer som deformerer fuktisolasjonen og asfalten. Ved synkende temperatur vil noe av deformasjonen i asfalten gå tilbake, men ikke alt. Problemet har vært størst når det benyttes fuktisolasjon av epoksy.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegrad settes ut fra omfang og sannsynlig utvikling, men bør normalt settes høyt.

Blæring (Paddehatter) har betydning for trafikksikkerheten og de fremtidige vedlikeholdskostnadene. Det er ikke heft mellom underlag, fuktisolasjon og asfalt og det er da stor sannsynlighet for at det er sprekker slik at fuktisoleringen er ødelagt.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Generelt gjelder kravene til nivåforskjeller for faste dekker (hovedprosess 6) gitt i håndbok 111. Dersom enkeltblærer utgjør fare for trafikksikkerheten skal det utføres tiltak omgående. Det skal utføres tiltak med utbedring av blæring (Paddehatter) før fuktgjennomgang i asfalt og fuktisolasjon fører til alvorlige/omfattende skader på underlaget.

### Tiltak

- Lokal reparasjon av blæring
- Fornying av fuktisolasjon og slitelag.

# 75 Avflaking



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter tynne slitelag av asfalt og epoksy som skaller av i større eller mindre flak slik at underliggende bruplate/-dekke blir synlig.

### Skadeårsak

- Materialfeil. Feil sammensetning av materialer i slitelaget.
- Utførelsesfeil. Feil ved forbehandling og legging av slitelaget.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Avflakingsskader kan utvikle seg raskt. Derfor bør det normalt settes høye skadegrader. Hvor høyt avhenger av skadeomfanget og om brua saltes.

Avflaking vil i de fleste tilfellene virke inn på vedlikeholdskostnadene ved at det blir mer kostbart å reparere dersom skaden får utvikle seg.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det bør utføres tiltak med utbedring av avflakingsskader med en gang de oppdages.

### Tiltak

- Løse partier fjernes og det legges nytt slitelag
- Hele slitelaget skiftes ut.



## 9.6.1 SLITELAG AV ASFALT / EPOKSY



### Eksempel 9.6-11

Større områder med avflaking av epoksyslitelag pga. dårlig heft.

Skadetype:	75 Avflaking
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Hele slitelaget fjernes og nytt legges før neste vintersesong.

## 81 Manglende rengjøring



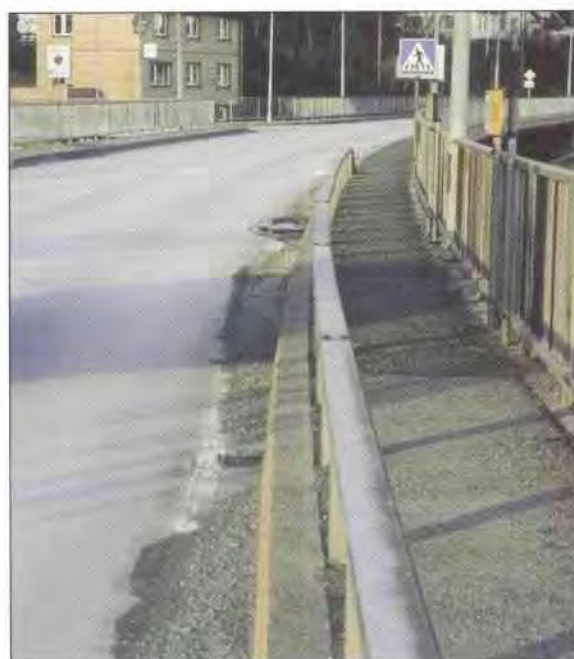
### Eksempel 9.6-12

Grass og busker langs føringskanten. Lite trafikk.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Rengjøres innen 1 år.



### Eksempel 9.6-13

Ansamling av sand og skitt langs føringskanten. Nær bebyggelse, gangtrafikk.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Rengjøres snarest og senest innen 1/2 år.

# 90 Annen skade/mangel



Eksempel 9.6-14

Slitelaget er 40 cm tykt. Guardrailen er benyttet som støtte for asfalten. Statistiske beregninger viser at bruas bæreevne er redusert.

Skadetype: 90 Annen skade/mangel  
Skadegrad/-konsekvens: **4B**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**  
Aksellasten reduseres inntil asfalten er fjernet.



Eksempel 9.6-15

Slitelaget er lagt uten fall til sluk eller tverrfall på gangbane. Vannet samler seg i svanker i slitelaget.

Skadetype: 90 Annen skade/mangel  
Skadegrad/-konsekvens: **3T, 3V**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**  
Det må bygges opp nytt tverrfall med asfalt innen 1 år.



## 9.6.2 Betongslitelag

Følgende skadetyper kan forekomme på slitelag av betong:

14	Riss/Sprekk
17	Lekkasje/fuktbelastning
32	Forvitring
33	Støpesår
34	Bom
35	Avskalling
71	Sporslitasje
72	Ujevnhet
73	Krakelering/Hull
81	Manglende rengjøring
90	Annen skade/mangel

Det vises til kapittel 9.2 – Elementer av betong for en mer detaljert beskrivelse av følgende skadetyper:

14	Riss/Sprekk
17	Lekkasje/fuktbelastning
32	Forvitring
33	Støpesår
34	Bom
35	Avskalling
81	Manglende rengjøring
90	Annen skade/mangel

For slitelag vil disse skadetyperne påvirke trafikksikkerheten og fremtidige vedlikeholdskostnader.

I det etterfølgende er det vist eksempler, illustrert med bilder, på noen av de skadetyperne som opptrer på betongslitelag.

# 14 Riss/Sprekk



Eksempel 9.6-16

Rissmønster i påstøpt betongslitelag som skyldes bom mellom slitelag og konstruksjons-betong. Dette er en lokal skade.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Repareres innen 5 år. Tiltak vil avhenge av hvordan skaden utvikler seg.



Eksempel 9.6-17

Riss i et monolittisk støpt slitelag.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	35 Manglende herdetiltak

**Tiltak:**

Forsegling av riss, legging av ny fuktisolasjon og asfalt innen 3 år.



Eksempel 9.6-18

Utstøpningsriss i slitelag på grunn av støping i helning.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	33 Feil utstøpning

**Tiltak:**

Forsegling av sprekker, legging av ny fuktisolasjon og asfalt innen 1 år.



# 34 Bom



### Eksempel 9.6-19

Slitelaget er i ferd med å sprekke opp og skalle av på grunn av bom mellom slitelag og konstruksjonsbetong. Lite trafikk. Lite trafikk.

Skadetype:	34 Bom
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T, 3V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

### Tiltak:

Hele slitelaget fjernes og nytt legges innen 1 år.

# 71 Sporslitasje



### Beskrivelse

Slitelaget er ujevnt slitt i bruas tverretning. Slitasjen sees som langsgående spor på brua.

### Skadeårsak

- Manglende drift/vedlikehold.
- Bruksskade. F.eks. normal nedbrytning/slitasje.

### Aktuelle oppmålinger

- Måling av spordybde.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Sporslitasje vil primært påvirke trafikksikkerheten og vedlikeholdskostnadene.

For tykke slitelag (>50 mm) av betong vil trafikksikkerheten være det avgjørende på grunn av den økende faren for vannplaning. Videre kan ugunstig form på sporene forårsake problemer for manøvrering av kjøretøy ved f.eks. forbikjøring. Skadegraden må vurderes ut fra hvor raskt sporslitasjen er kommet og hvor raskt det er sannsynlig at den vil utvikle seg. Følgende tommelfingerregel kan benyttes:

<b>1T</b>	for spor	< 5	mm
<b>2T</b>	for spor	5-15	mm
<b>3T</b>	for spor	15-25	mm
<b>4T</b>	for spor	> 25	mm

For tynne slitelag (10-50 mm) av betong vil også trafikksikkerheten i første omgang være avgjørende og skal vurderes etter skalaen ovenfor. Når betongslitelaget er gjennomslitt bedømmes videre skadeutvikling for det underliggende bruelement. Dette tas inn under elementet brudekke, eventuelt plate, og skadetyperne 31 Liten/skadet overdekning og 36 Armeringskorrosjon. Det vises til kapittel 9.2 – Elementer av betong.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Tiltak skal settes i verk når 10 % eller mer av ei bru har dypere spor enn 25 mm, men det må gjøres en samlet vurdering av spordybde på brua og tilstøtende veg. Det skal utføres tiltak før betongslitelaget er gjennomslitt og før det oppstår skader i brudekket på grunn av sporslitasjen.



## 9.6.2 BETONGSLITELAG

### Tiltak

- Sporfylling med asfalt/betong
- Fresing av slitelag
- Reparasjon av skader i underlaget
- Utskifting av slitelaget
- Nytt asfaltslitelag/fuktisolasjon.



#### Eksempel 9.6-20

Sporlitasje ned til overkantarmeringen på grunn av dårlig betongkvalitet. Dette påvirker brudekkets bæreevne.

**Skadetype:** Slitelag: 71 Sporlitasje  
Brudekke: 31 Liten/skadet overdekn.  
**Skadegrad** Slitelag: **3V**  
/-konsekv.: Brudekke: **3B**  
**Skadeårsak:** 20 Materialfeil

#### Tiltak:

Dårlig betong fjernes, støping av nytt betongslitelag innen 1 år.



#### Eksempel 9.6-21

Kraftig sporslitasje og manglende vedlikehold har ført til at hele betongoverdekningen er borte. Betongdekket har fått redusert tykkelse og dermed redusert bæreevne.

**Skadetype:** Slitelag: 71 Sporlitasje  
Brudekke: 31 Liten/skadet overdekn.  
**Skadegrad** Slitelag: **3V**  
/-konsekv.: Brudekke: **4B**  
**Skadeårsak:** 40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Redusert aksellast inntil bærende påstøp er utført.

# 72 Ujevnhet



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter alle typer ujevnheter i betongslitelaget som ikke skyldes sporslitasje. Ujevnheter i betongslitelag oppstår under støping og herding og skal derfor først og fremst kontrolleres ved ferdigbefaring.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Feil materialvalg.
- Materialfeil. Feil sammensetning.
- Utførelsesfeil. Ikke utført som beskrevet.

### Aktuelle oppmålinger

- Jevnhetsmålinger

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra ujevnhetens størrelse, trafikkmengde og hastighet. Brua kan utsettes for store dynamiske belastninger ved belastning av tunge kjøretøyer på ujevnt slitelag.

Ujevnheter i slitelaget kan ha betydning for trafiksikkerheten og i spesielle tilfeller bæreevnen.

### Tilstand som utløser vedlikehold

På nye bruer skal kravet til den valgte jevnhetsklasse tilfredsstilles, jfr. Prosesskode - 2.

For eksisterende bruer må det foretas en vurdering i hvert enkelt tilfelle i forhold til kravene gitt for faste dekker (hovedprosess 6) i håndbok 111.

### Tiltak

- Frese slitelaget
- Avrette med asfalt
- Legge nytt slitelag.



# 73 Krakelering/Hull



### Beskrivelse

Skadetypen omfatter krakelering og hull i betongslitelag. Krakelering er et mønster av sprekker i flere retninger over større eller mindre områder. Ofte danner sprekkenes et rutemønster, men mønsteret kan også være helt uregelmessig. Krakeleringer fører ofte til at det oppstår hull i slitelaget, men hull kan også forekomme uten krakeleringer.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Underlaget er for mykt/løst.
- Materialfeil. Feil sammensetning av materialer i slitelaget. Områder med dårlig betong.
- Utførelsesfeil. Feil ved legging av slitelaget, manglende heft.
- Belastning. F.eks. trafikklast
- Bruksskade. F.eks. følgeskade.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Området rundt og under krakeleringer og hull svekkes og vann (og salt) trenger ned til konstruksjonsbetongen. Dette kan føre til utvikling av andre skader. Hull har ofte skarpe kanter og de har en tendens til å vokse raskt. Det bør derfor benyttes høye skadegrader.

Krakelering og hull i slitelaget kan virke inn på trafiksikkerheten og de fremtidige vedlikeholdskostnadene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Da krakelering ofte fører til at det dannes hull i slitelaget, bør det utføres tiltak. Når hull utgjør en fare for trafiksikkerheten skal det utføres tiltak omgående. Selv om hull ikke er direkte trafikkfarlige bør det likevel utføres tiltak raskt da vedlikeholdskostnadene kan øke om det utsettes.

### Tiltak

- Reparasjon av krakeleringer
- Reparasjon av hull
- Utskifting hele eller deler av slitelaget.



# 73 Krakelering/Hull



Eksempel 9.6-22

Krakeleringer og hull ved støpeskjøt i betongslitelaget.

Skadetype: 73 Krakelering/hull  
Skadegrad/-konsekvens: **4T, 3V**  
Skadeårsak: 82 Følgeskade

**Tiltak:**

Skadede partier hugges opp og støpes igjen straks eller senest i løpet av 1/2 år.



Eksempel 9.6-23

Lite hull i slitelaget. Hullet er så lite at det ikke er noen fare for trafikantene.

Skadetype: 73 Krakelering/hull  
Skadegrad/-konsekvens: **2V**  
Skadeårsak: 20 Materialfeil

**Tiltak:**

Støpes ut innen 5 år.

# 81 Manglende rengjøring



Eksempel 9.6-24

Dårlig rengjøring har ført til ansamlinger av store mengder sand, skitt og grassvekst langs føringskantene slik at vannavløpene er tette. Brua ligger på en gang- og sykkelveg med mye trafikk.

Skadetype: 81 Manglende rengjøring  
Skadegrad/-konsekvens: **4T, 3V**  
Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøres straks eller senest i løpet av 1/2 år. Vannavrenning fra tilstøtende grusveg bør forbedres slik at ikke sand og grus ledes inn på brua.



### 9.6.3 Treslitalag

Følgende skadetyper kan forekomme på slitalag av tre:

14	Riss/Sprekk
15	Brudd
61	Oppflising
62	Råte
71	Sporslitasje
72	Ujevnhet
81	Manglende rengjøring
90	Annen skade/mangel

Det vises til kapittel 9.5 Elementer av tre for en mer detaljert beskrivelse av følgende skadetyper:

14	Riss/Sprekk
15	Brudd
61	Oppflising
62	Råte
81	Manglende rengjøring
90	Annen skade/mangel

For slitalag vil disse skadetyperne i første omgang påvirke trafikk-sikkerheten og fremtidige vedlikeholdskostnader, men for sporslitasje kan også påvirke bæreevnen, det vises til skadetype 71.

I det etterfølgende er det vist eksempler, illustrert med bilder, på noen av skadetyperne som opptrer på treslitalag.

# 14 Riss/sprekk



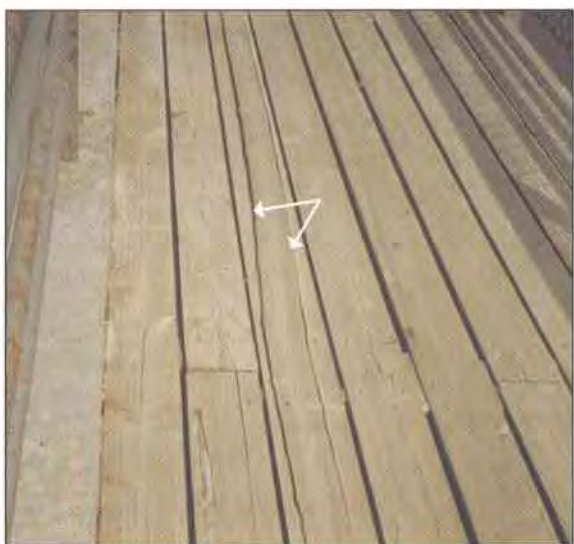
Eksempel 9.6-25

Oppsprekking av plankedekke på ei gangbru. Kan påvirke bæreevnen eller utvikle råte.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **2B, 3V**  
Skadeårsak: 20 Materialfeil

**Tiltak:**

Skadet plank skiftes ut innen 5 år.



Eksempel 9.6-26

Oppsprukket bord i gangbane av tre. Lite trafikk.

Skadetype: 14 Riss/sprekk  
Skadegrad/-konsekvens: **3T**  
Skadeårsak: 20 Materialfeil

**Tiltak:**

Plank skiftes ut innen 3 år.

# 15 Brudd



Eksempel 9.6-27

Brudd i en planke i gangbane av tre.

Skadetype: 15 Brudd  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 30 Utførelsesfeil  
60 Belastning

**Tiltak:**

Plank skiftes ut umiddelbart.



## 9.6.3 TRESLITELAG

# 61 Oppflising



Eksempel 9.6-28

Lokalt område med kraftig oppflising av slitelaget.

Skadetype: 61 Oppflising  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 83 Brøyteskade

**Tiltak:**

Utskifting av plank umiddelbart.

# 62 Råte



Eksempel 9.6-29

Råte i to planker i slitelaget. Lite trafikk.

Skadetype: 62 Råte  
Skadegrad/-konsekvens: **3T**  
Skadeårsak: 20 Materialskade

**Tiltak:**

Utskifting av plank innen 1 år.

# 71 Sporslitasje



### Beskrivelse

Slitelaget er ujevnt slitt i bruas tverretning. Slitasjen sees som langsgående spor på brua.

### Skadeårsak

- Manglende drift/vedlikehold.
- Bruksskade. Normal nedbrytning/slitasje.

### Aktuelle oppmålinger

- Måling av spordybde.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Sporslitasje på slitelag av tre vil i første omgang påvirke trafiksikkerheten, men som angitt nedenfor kan sporslitasje også påvirke bæreevnen.

### Trafiksikkerhet

Følgende tommelfingerregel kan benyttes for å vurdere spordybder og skadegrad for trafiksikkerhet:

<b>1T</b>	for spor	< 5	mm
<b>2T</b>	for spor	5-15	mm
<b>3T</b>	for spor	15-25	mm
<b>4T</b>	for spor	> 25	mm

Treslitalag blir ofte svært glatte i regnvær og i kombinasjon med spor kan dette påvirke trafiksikkerheten.

### Bæreevne

Sliteplankens tykkelse har betydning for fordeling av laster på den underliggende strøveden. En reduksjon av sliteplankens tykkelse pga. sporslitasje vil føre til redusert kapasitet for strøveden. Sporslitasje vil derfor føre til redusert bæreevne dersom det ikke er tatt hensyn til et slitasjemonn for sliteplanken i beregningene.

Skadegraden må vurderes ut fra hvor raskt sporslitasjen er kommet og hvor raskt det er sannsynlig at den vil utvikle seg.



## 9.6.3 TRESLITELAG

Følgende tommelfingerregel kan benyttes der det **ikke** er regnet med slitasjemonn:

<b>2B</b>	Tykkelsesreduksjon	< 10	%
<b>3B</b>	Tykkelsesreduksjon	10-20	%
<b>4B</b>	Tykkelsesreduksjon	> 20	%

For 2" eller 3" sliteplank tilsvarer 20 % tykkelsesreduksjon en slitasje på henholdsvis 10 og 15 mm.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Treslitolag skiftes ut når spordybden er mer enn 20 % av sliteplankens tykkelse. Spiker som stikker opp mer enn 5 mm skal slås inn. Når skader kan påvirke trafiksikkerheten skal det utføres tiltak.

### Tiltak

- Slå inn spiker
- Bytte ut spiker med skruer
- Skifte ut skadede/slitte enkeltplank
- Skifte ut hele slitelaget.



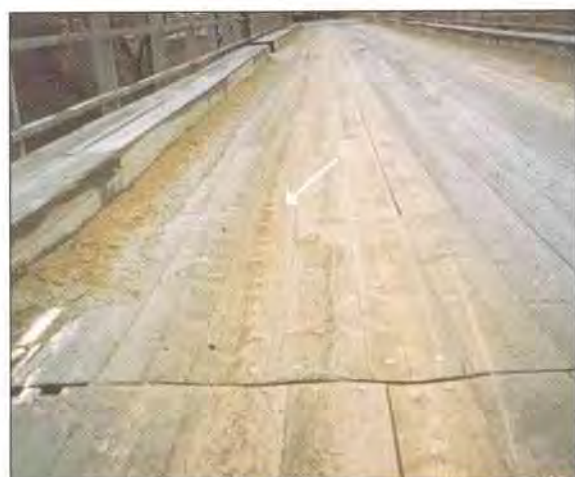
#### Eksempel 9.6-30

Kraftig sporslitasje med oppflising og oppstikkende spiker. Mer enn 20 % tykkelsesreduksjon.

Skadetype:	71 Sporslitasje
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4B</b>
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje
	83 Brøyteskade

#### Tiltak:

Utskifting av plank innen 1/2 år.



#### Eksempel 9.6-31

Sporslitasje har ført til 15-20 % tykkelsesreduksjon.

Skadetype:	71 Sporslitasje
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

#### Tiltak:

Utskifting av sliteplank innen 1 år.

# 72 Ujevnhet



### Beskrivelse

Alle typer ujevnheter og deformasjoner i treslitelaget.

### Skadeårsak

- Prosjekteringsfeil. Feil materialvalg, sliteplanken er for tynn.
- Utførelsesfeil. F.eks. feil montasje.
- Manglende drift/vedlikehold.

### Aktuelle oppmålinger

- Jevnhetsmålinger.

### Skadegrad/skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra hvor raskt ujevnheten er kommet, hvor stor den er og sannsynlig utvikling. Trafikken og hastigheten på brua har betydning.

Ujevnheter i slitelaget kan ha betydning for trafiksikkerheten og fremtidige vedlikeholdskostnader.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det utføres tiltak når trafiksikkerheten er truet.

### Tiltak

- Skifte ut skadede enkeltbord
- Skifte ut hele slitelaget.



## 9.6.3 TRESLITELAG



Eksempel 9.6-32

Slitelag på gangbane med oppstikkende bordender.

Skadetype: 72 Ujevnhet  
Skadegrad/-konsekvens: **3T**  
Skadeårsak: 37 Monteringsfeil

**Tiltak:**

Slitelag skiftes ut innen 1 år.

## 81 Manglende rengjøring



Eksempel 9.6-33

Manglende rengjøring på treslitelag på gangbane.

Skadetype: 81 Manglende rengjøring  
Skadegrad/-konsekvens: **3V**  
Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøres innen 1 år.

## 9.7 Lager m/lageravsats

I dette elementet inngår alle skader på lager, eventuell understøp og/eller overstøp av lager samt manglende driftstiltak (f.eks. manglende rengjøring) på avsatsen som lageret står på. Andre skader på lageravsatsen tas med under landkar eller pilar.

Skadetyper som kan forekomme på lager m/lageravsats er avhengige av lagertype. Følgende skadetyper kan forekomme på lager m/lageravsats:

12	Bevegelse
13	Deformasjon
14	Riss/Sprekk
15	Brudd
16	Skade på overflatebehandling
42	Korrosjon
81	Manglende rengjøring
82	Manglende del
83	Manglende opprydding/fjerning
90	Annen skade/mangel

Det vises til kapitlene 9.2 Elementer av betong og 9.3 Elementer av stål for nærmere beskrivelse av de aktuelle skadetyperne.

### Aktuelle oppmålinger

- Måling av fugeåpninger
- Måling av lagerposisjoner.

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Skadetyperne 12 Bevegelse, 13 Deformasjon, 14 Riss/Sprekk og 15 Brudd ha betydning for bæreevnen. Ved slike skader bør det normalt brukes høye skadegrader. De øvrige skadetyperne vil normalt ha betydning for vedlikeholdskostnadene.

Lagre vil ha ulik kapasitet til å ta opp bevegelser, rotasjoner og krefter. Lagrenes posisjon må sees i sammenheng med temperaturen på inspeksjonstidspunktet og lagrenes kapasitet.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for rengjøring av lager og lageravsats. Rengjøring må utføres før følgeskader oppstår. Ved store bevegelser som kan føre til ustabilitet av lagrene må det utføres tiltak med en gang skaden oppdages. Årsaken til bevegelser må også kartlegges og elimineres.

### Eksempler

I det etterfølgende er det vist eksempler, illustrert med bilder for flere av de nevnte skadetyperne.



# 12 Bevegelse



Eksempel 9.7-1

Bevegelse av pilar har ført til brudd og bevegelse av fastlager. Videre bevegelse kan påvirke lagerets bæreevne.

Skadetype:	12 Bevegelse
	15 Brudd
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2B</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Reparasjon og justering innen 5 år.



Eksempel 9.7-2

Bevegelse av landkar har ført til skråstilling av pendellager. Økning av temperatur vil forsterke skråstillingen. Fare for at lageret klapper sammen.

Skadetype:	12 Bevegelse
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2B</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Justere lager innen 5 år dersom bevegelse av landkar fortsetter.



Eksempel 9.7-3

Rullene har beveget seg ut av posisjon sannsynligvis pga. sand og skitt på lageravsatsen. Det er fare for lagerets bæreevne dersom bevegelsen fortsetter.

Skadetype:	12 Bevegelse
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3B</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Justeres innen 1 år.

# 13 Deformasjon



Eksempel 9.7-4

Deformasjon av neoprenlager på grunn av bevegelse av landkar. Lageret er ikke skadet.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: **1B**  
Skadeårsak: 82 Følgeskade

**Tiltak:**

Ingen.



Eksempel 9.7-5

Deformasjon av negativlager på ei hengebru. Påvirker trafikksikkerheten når brua løfter seg. For manglende rengjøring vises det til skadetype 81.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: **2T**  
Skadeårsak: 15 Feil utforming

**Tiltak:**

Repareres innen 5 år.



### 15 Brudd



Eksempel 9.7-6

En brukken styretapp på ett lager pga. bevegelse av landkar.

Skadetype: 15 Brudd  
Skadegrad/-konsekvens: **1B**  
Skadeårsak: 82 Følgeskade

**Tiltak:**  
Ingen.



Eksempel 9.7-7

Brukken styretapp på fastlager pga bevegelse av pilar. Bremselast kan foreløpig tas opp på nabolager.

Skadetype: 15 Brudd  
Skadegrad/-konsekvens: **2B**  
Skadeårsak: 82 Følgeskade

**Tiltak:**  
Reparasjon/utskifting av lager innen 5 år.

# 16 Skade på overflatebehandling



**Eksempel 9.7-8**

Pendellager med noe malingskade og begynnende korrosjon.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Overflatebehandles innen 5 år.



**Eksempel 9.7-9**

Intakt, men slitt malingbelegg på rullelager.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Overflatebehandles innen 7 år.



# 42 Korrosjon



**Eksempel 9.7-10**

Noe korrosjon på stålplater i neoprenlager.

Skadetype: 42 Korrosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **1V**  
Skadeårsak: 20 Materialfeil

**Tiltak:**  
Ingen.



**Eksempel 9.7-11**

Korrosjon på pendellager. Påvirker ikke bæreevnen. For manglende rengjøring se skadetype 81.

Skadetype: 42 Korrosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **2V**  
Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**  
Overflatebehandling innen 5 år.

# 81 Manglende rengjøring



Eksempel 9.7-12

Manglende rengjøring av lager og lageravsats forhindrer bevegelse og har ført til korrosjons-skade på lager. For korrosjon se skadetype 42.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøres innen 1/2 år.



Eksempel 9.7-13

Mye smuss på lageravsats - grasset har gode vekstvilkår.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøres innen 3 år.



Eksempel 9.7-14

Sand og skitt på lageravsatsen hindrer bevegelse i pendellagrene.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøres innen 1 år.



# 83 Manglende opprydding/fjerning



### Eksempel 9.7-15

Dårlig utførelse av lagerunderstøp samt manglende opprydding etter utførelsen.

Skadetype:	83 Manglende opprydding/fjern.
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

### Tiltak:

Opprydding innen 5 år. (Opprydding innenfor reklamasjonsperioden dersom mulig).

# 90 Annen skade/mangel



### Eksempel 9.7-16

Beskyttelsesbelgen rundt lageret har løsnet.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	37 monteringsfeil

### Tiltak:

Beskyttelsesbelg festes innen 5 år.



### Eksempel 9.7-17

Rullelager står i vann som er frosset til is. Lageravsatsen er ikke utformet slik at vannet kan renne vekk.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

### Tiltak:

Lageravsats dreneres innen 1 år.

## 9.8 Fuge/fugeterskel

Disse elementene er illustrert i Figur 2.3-17. Følgende skadetyper kan forekomme på fuger, fugekonstruksjoner og fugeterskler:

12	Bevegelse
14	Riss/Sprekk
15	Brudd
17	Lekkasje/fuktbelastning
42	Korrosjon
71	Sporslitasje
72	Ujevnhet
73	Krakelering/Hull
81	Manglende rengjøring
82	Manglende del
83	Manglende opprydding/fjerning
90	Annen skade/mangel

Det vises til kapitlene 9.2 Elementer av betong, 9.3 Elementer av stål, 9.6 Slitelag/fuktisolasjon og 9.7 Lager m/lageravsats for nærmere beskrivelse av de aktuelle skadetyperne.

### Aktuelle oppmålinger

- Måling av fugeåpninger.
- Måling av høydeforskjeller.
- Måling av sporslitasje.

### Skadegrad/ skadekonsekvens

For fugekonstruksjoner og fugeterskler vil skader normalt ha betydning for trafikksikkerheten, fremtidige vedlikeholdskostnader og miljøet.

Hovedkriteriet for fastsettelse av skadegrad er i første omgang hvilke fare skaden representerer for trafikksikkerheten, f.eks. om det er løse elementer eller manglende fugeterskler. Dernest om skaden kan føre følgeskader og dermed økte vedlikeholdskostnader, f.eks. lekkasje i fugen kan føre til korrosjon på armeringsstål og avskalling av betong, skade på overflatebehandling, korrosjon på stål, fuktskader på tre og skader på grunn av isdannelse. Ved sporslitasje må skadegraden settes ut fra hvor raskt slitasjen har kommet og sannsynlig utvikling. Når fugetersklene ligger lavere enn fugekonstruksjonene vil de være svært utsatt for skade fra brøyteutstyr. Nivåforskjeller kan også medføre slag i fugekonstruksjonen, fare for utmatting og dermed redusert levetid. Fuger som støyer må vurderes i forhold til omgivelsene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for rengjøring av fuger og fugekonstruksjoner. Rengjøring må utføres før følgeskader oppstår. Fugeterskler må justeres slik at fugekonstruksjonene ikke kommer høyere enn 5 mm over slitelag i løpet av vintersesongen. **Løse fudedeler må sikres straks.** Det skal utføres tiltak for å redusere/stoppe lekkasjer der disse kan føre til skader på underliggende elementer. Det skal utføres tiltak for å redusere støy fra fuger som er til sjenanse for naboer til brua.



# 12 Bevegelse



**Eksempel 9.8-1**

Fugestål i fortau har løsnet og stikker ut i kjørebanelen.

Skadetype: 12 Bevegelse  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 37 Monteringsfeil

**Tiltak:**  
Fugestålet festes umiddelbart.



**Eksempel 9.8-2**

Forskyvning av landkar og overbygning har ført til at fugeåpningen over pilaren er helt lukket. Brua kan ikke lenger ta opp bevegelser fra temperaturøkning.

Skadetype: 12 Bevegelse  
Skadegrad/-konsekvens: **2V**  
Skadeårsak: 82 Følgeskade

**Tiltak:**  
Masser bak landkaret skiftes ut for å stoppe bevegelser. Deretter etableres ny fuge over pilaren. Utføres innen 5 år.

# 14 Riss/sprekk



**Eksempel 9.8-3**

Liten sprekk over rotasjonsfuge. For lekkasje/ fuktbelastning vises til skadetype 17.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Fugen skjæres opp og fylles med fugemasse innen 5 år.



**Eksempel 9.8-4**

Stor sprekk i slitelaget over fugen. Slitelaget er lagt over en fugekonstruksjon. For lekkasje/ fuktbelastning vises til skadetype 17.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Det legges en asfaltfuge innen 3 år.



**Eksempel 9.8-5**

Kraftig oppsprekking i asfaltfuge pga av feil materialvalg og store bevegelser. For lekkasje/ fuktbelastning vises til skadetype 17.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	10 Prosjekteringsfeil 20 Materialfeil

**Tiltak:**

Det legges ny asfaltfuge innen 3 år.



# 17 Lekkasje/fuktbelastning



**Eksempel 9.8-6**

Liten lekkasje i fugen fører til nedfukning av landkaret og betongelementer. Ikke salting.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	<b>1V</b>
Skadeårsak:	15 Feil utforming

**Tiltak:**

Ingen.



**Eksempel 9.8-7**

Lekkasje i riffelstålfuge har ført til armeringskorrosjon og betongavskalling på tverrbærere ved fugen. Brua saltes.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	15 Feil utforming

**Tiltak:**

Det monteres en tett fuge innen 3 år.

## 42 Korrosjon



**Eksempel 9.8-8**

Kraftig korrosjon på fjærbelastet festebolt for riffelstål.

Skadetype:	42 Korrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	15 Feil utforming

**Tiltak:**

Bolter skiftes ut i løpet av 5 år.

## 9.8 FUGE/FUGETERSKEL

### 71 Sporslitasje



Eksempel 9.8-9

Sporslitasje som gjør at fugeterskelen ligger i samme høyde som fugekonstruksjonen.

Skadetype:	71 Sporslitasje
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Det legges ny fugeterskel innen 1 år.



Eksempel 9.8-10

Sporslitasje har ført til kraftig slitasje på selve fugekonstruksjonen.

Skadetype:	71 Sporslitasje
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	81 Normal nedbrytning/slitasje

**Tiltak:**

Slitte fugeelementer skiftes ut innen 1 år.



Eksempel 9.8-11

Sporslitasje som gjør at fugeterskel ligger ca. 10 mm under fugekonstruksjonen.

Skadetype:	71 Sporslitasje
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4V</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Det legges ny fugeterskel innen 1/2 år.



### 72 Ujevnhet



Eksempel 9.8-12

Store ujevnheter i fuge på grunn av at det er brukt for myk asfalt i fugen.

Skadetype:	72 Ujevnhet
Skadegrad/-konsekvens:	3T
Skadeårsak:	20 Materialfeil

**Tiltak:**

Fugen må repareres innen 1 år.

### 73 Krakelering/Hull



Eksempel 9.8-13

Det er lagt asfalt direkte på kanalstål i fugen. Heften mellom stål og asfalt er ikke god nok slik at det oppstår krakeleringer og hull.

Skadetype:	73 Krakelering/hull
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Fugen skiftes ut innen 1 år.



Eksempel 9.8-14

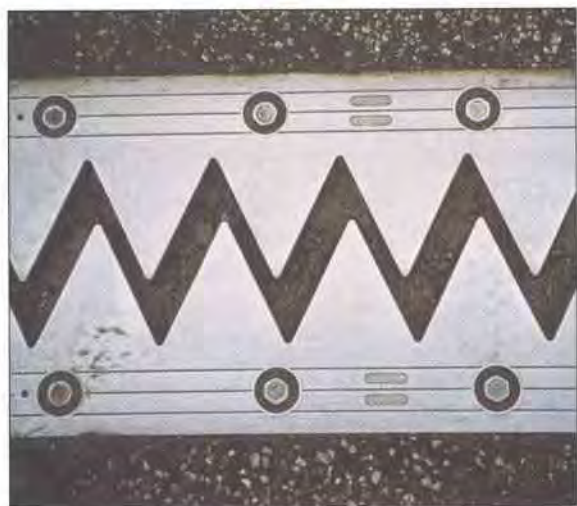
Krakeleringer og hull i fugeterskel som har løsnet fra underlaget.

Skadetype:	73 Krakelering/hull
Skadegrad/-konsekvens:	4T
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Repareres innen 1/2 år.

# 81 Manglende rengjøring



Eksempel 9.8-15

Tilsmussing av tannfuge. Sand og grus ligger i belgen.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøring innen 1 år og deretter skal fugekonstruksjonen rengjøres årlig.



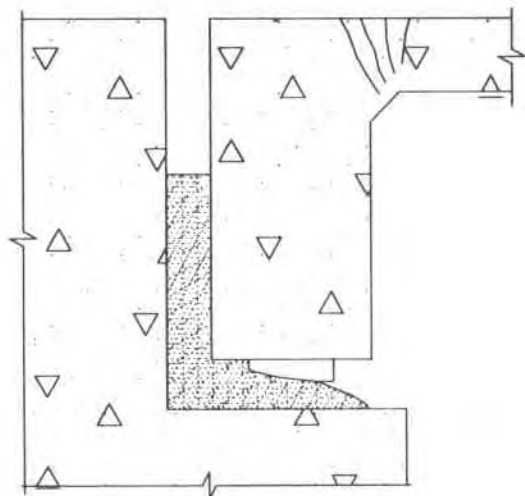
Eksempel 9.8-16

Ansamling av sand ved fugeavslutning mot føringskant. Mangler deksel i føringskant vises til skadetype 82.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøring innen 1/2 år og deretter skal fugekonstruksjonen rengjøres årlig. Montering av deksel.



Eksempel 9.8-17

Store ansamlinger av sand og grus mellom tverrbærer og bakmur på hengebru.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøring utføres umiddelbart.



### 82 Manglende del



Eksempel 9.8-18

Del av fugekonstruksjon (STUP-fuge) er borte. Flere andre overplater er løse.

Skadetype:	82 Manglende del
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4T</b>
Skadeårsak:	11 Mangelfullt regelverk 61 Trafikklast

**Tiltak:**

Skiftes ut umiddelbart.

### 83 Manglende opprydding/fjerning



Eksempel 9.8-19

Gjenglemt isopor i fuge oppdaget ved ferdigbe-  
faring. Isoporen er benyttet som forskaling.  
Den hindrer bevegelse i fugen.

Skadetype:	83 Manglende opprydding/fjern.
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3V</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Isopor fjernes innen 1 år.

### 90 Annen skade/mangel



Eksempel 9.8-20

Skade fra brøyteplog. Fugekonstruksjon ligger i  
høyde med slitelaget.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4V</b>
Skadeårsak:	83 Brøyteskade

**Tiltak:** Nye fugeterskler bygges opp innen 1/2 år (før neste vintersesong).

## 9.9 Rekkverk

Skadetyper som kan forekomme på rekkverk vil avhenge av hva slags materiale rekkverket er laget av. I det etterfølgende er det derfor skilt på:

9.9.1 Rekkverk av betong

9.9.2 Rekkverk av stål

9.9.3 Rekkverk av tre

### Aktuelle oppmålinger materialundersøkelser

- Måling av utbøyninger
- Armeringslokalisering (betong)
- Karbonatisering (betong)
- Kloridinnhold (betong)
- Opphugning (betong)

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Generelt gjelder at skadetyper som på bærende bruelementer får konsekvens for bæreevnen får konsekvens for trafikksikkerheten for rekkverk. Ved slike skader bør det normalt brukes høye skadegrader.

Skader på rekkverk får også konsekvenser for fremtidige vedlikeholdskostnader og miljøet. Man bør være klar over at betydningen for miljøet er spesielt viktig for rekkverk fordi dette er den delen av brua som er lettest synlig for trafikantene.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Alle bruer skal sikres med rekkverk. Rekkverk skal som et minimum tilfredsstillende det regelverk som var gjeldende på den tiden brua ble bygd og det skal være i god stand. Rekkverksvslutninger som er farlige for trafikantene skal utbedres.

Det skal som hovedregel benyttes brurekkverk. For kulverter uten gang- og sykkeltrafikk, kan brurekkverket erstattes med vegrekkverk. Forutsetningen for dette er at avstanden fra rekkverket til kulvertens ytterkant er minimum 2 m og at utbøyningsrommet for vegrekkverket er ihht. Håndbok 166. Kulvertens ytterkant bør sikres med et flettverksgjerde eller lignende.

Brurekkverk på gamle bruer skal ha en høyde på minst 0,9 m og fortrinnsvis 1,20 m. Brurekkverk som er lavere enn 0,9 m skal heves. Svake rekkverk forsterkes eller skiftes ut.

Det skal etableres rutiner for rengjøring av rekkverk. Rengjøring må utføres før følgeskader oppstår. Skader på rekkverk som er til fare for trafikanter (f.eks. løse/utstikkende ender) skal utbedres straks. Det samme gjelder knust glass i rekkverk. Utbøyninger over 100 mm skal repareres inne 1 måned.

Brukne stolper eller stolper med tverrsnittsreduksjoner skal forsterkes eller skiftes ut straks. Det bør utføres tiltak dersom det er skader som kan påvirke miljøet (utseendet).

For rekkverk over jernbane er det særskilte krav, det vises til håndbok 100.



## 9.9.1 Rekkverk av betong

På rekkverk av betong kan følgende skadetyper forekomme:

13	Deformasjon
14	Riss/Sprekk
15	Brudd
16	Skade på overflatebehandling
18	Misfarging
31	Liten/skadet overdekning
32	Forvitring
33	Støpesår
34	Bom
35	Avskalling
36	Armeringskorrosjon
81	Manglende rengjøring
90	Annen skade/mangel

Det vises til kap. 9.2 Elementer av betong for nærmere beskrivelse av de aktuelle skadetyperne.

I det etterfølgende er det vist eksempler på noen av de aktuelle skadetyperne.

## 9.9.1 REKKVERK AV BETONG

# 14 Riss/sprekk



### Eksempel 9.9-1

Langsgående sprekk i rekkverk av betong på grunn av armeringskorrosjon.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
	36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2T</b>
Skadeårsak:	53 Karbonatisering
	82 Følgeskade

### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 5 år.



### Eksempel 9.9-2

Kraftige sprekker i stabbestein av betong. Sprekkene er så grove at vedlikeholdskostnadene ikke påvirkes.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2T, 3M</b>
Skadeårsak:	25 Alkalireaktivt tilslag

### Tiltak:

Stabbesteinen hugges ned og ny støpes innen 3 år.

# 18 Misfarging



### Eksempel 9.9-3

Kraftig misfarging av betongrekkverk pga. korrosjon på stålrekkverk. Stor gangtrafikk. For korrosjon på stålrekkverk vises det til kapittel 9.9.2.

Skadetype:	18 Misfarging
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3M</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

### Tiltak:

Rengjøring innen 1 år.



## 9.9.1 REKKVERK AV BETONG

# 31 Liten/skadet overdekning 35 Avskalling, 36 Armeringskorr.



Eksempel 9.9-4

Kraftige avskallinger og armeringskorrosjon som påvirker trafikksikkerheten og miljøet.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning 35 Avskalling 36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsek.: <b>3T, 3M</b>	
Skadeårsak:	32 Feilplassert armering 53 Karbonatisering

**Tiltak:**

Repareres eller skiftes ut i løpet av 1 år.



Eksempel 9.9-5

Avskallinger og armeringskorrosjon som påvirker trafikksikkerheten og miljøet.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning 35 Avskalling 36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsek.: <b>2T, 2M</b>	
Skadeårsak:	32 Feilplassert armering 53 Karbonatisering

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon innen 5 år.



Eksempel 9.9-6

Avskallinger og armeringskorrosjon som påvirker trafikksikkerheten og miljøet.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning 35 Avskalling 36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsek.: <b>2T, 3M</b>	
Skadeårsak:	32 Feilplassert armering 53 Karbonatisering

**Tiltak:**

Mekanisk reparasjon innen 3 år.

## 9.9 REKKVERK AV BETONG



### Eksempel 9.9-7

Avskallinger og armeringskorrosjon som påvirker trafiksikkerheten og miljøet.

Skadetype:	31 Liten/skadet overdekning 35 Avskalling 36 Armeringskorrosjon
Skadegrad/-konsekvs.:	<b>3T, 3M</b>
Skadeårsak:	32 Feilplassert armering 53 Karbonatisering

### Tiltak:

Mekanisk reparasjon innen 2 år.

## 90 Annen skade/mangel



### Eksempel 9.9-8

En rad med betongkantstein danner bruas rekkverk. Dette er ikke tilstrekkelig når det er mindre enn 1,6 m til bruas kant.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

### Tiltak:

Det settes opp brurekkverk innen 1 år.



### Eksempel 9.9-9

Betongkantstein står og vipper på kanten etter påkjørsel.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4T</b>
Skadeårsak:	71 Påkjørsel

### Tiltak:

Sikres umiddelbart.



## 9.9.2 Rekkverk av stål

På rekkverk av stål kan følgende skadetyper forekomme:

13	Deformasjon
14	Riss/Sprekk
15	Brudd
16	Skade på overflatebehandling
18	Misfarging
41	Løse skruer/nagler
42	Korrosjon
81	Manglende rengjøring
82	Manglende del
90	Annen skade/mangel

Det vises til kapittel 9.3 Elementer av stål for nærmere beskrivelse av de aktuelle skadetyperne.

I det etterfølgende er det vist eksempler på noen av de aktuelle skadetyperne.

# 13 Deformasjon



Eksempel 9.9-10

Utbøyning av rekkverkstolpe etter påkjørsel.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: 2T  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Repareres/skiftes ut innen 5 år.



Eksempel 9.9-11

Forholdsvis liten utbøyning av rekkverk etter påkjørsel.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: 2T  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Repareres/skiftes ut innen 5 år.



Eksempel 9.9-12

Større utbøyning av rekkverk etter påkjørsel.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: 4T  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Repareres umiddelbart.



## 9.9.2 REKKVERK AV STÅL



Eksempel 9.9-13

Rekkverket er helt ødelagt etter påkjørsel.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Sikres umiddelbart inntil utskifting er utført.



Eksempel 9.9-14

Kraftig utbøyning av rekkverk etter påkjørsel.

Skadetype: 13 Deformasjon  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Sikres umiddelbart inntil utskifting er utført.

# 14 Riss/sprekk



Eksempel 9.9-15

Sprekk i en rekkverkstolpe etter påkjørsel.  
De øvrige stolpene er i orden.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T</b>
Skadeårsak:	71 Påkjørsel

**Tiltak:**

Forsterkes/skiftes ut innen 1 år.



Eksempel 9.9-16

Kraftig sprekk i sveis i rekkverkstolpe.  
Gjelder flere av stolpene.

Skadetype:	14 Riss/sprekk
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4T</b>
Skadeårsak:	37 Monteringsfeil

**Tiltak:**

Forsterkes/skiftes ut umiddelbart.



## 9.9.2 REKKVERK AV STÅL

### 15 Brudd



Eksempel 9.9-17

Brudd i rekkverkstolpe etter påkjørsel.

Skadetype: 15 Brudd  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**  
Repareres umiddelbart.



Eksempel 9.9-18

Brudd i rekkverkstolpe etter påkjørsel.

Skadetype: 15 Brudd  
Skadegrad/-konsekvens: **4T**  
Skadeårsak: 71 Påkjørsel

**Tiltak:**  
Repareres umiddelbart.

# 16 Skade på overflatebehandling

## 42 Korrosjon



### Eksempel 9.9-19

Skadet overflatebehandling og korrosjon på rekkverk. Lite gangtrafikk.

Skadetype: 16 Skade på overflatebehandl.  
42 Korrosjon

Skadegrad/  
konsekvens: **2T, 2V**  
Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Malingsbelegget fornyes innen 5 år, eventuelt utskifting av rekkverk.



### Eksempel 9.9-20

Nedslitt malingslag med korrosjon på bru i boligområde med mye trafikk. Stor betydning for miljøet.

Skadetype: 16 Skade på overflatebehandl.  
42 Korrosjon

Skadegrad/  
konsekvens: **2T, 3M**  
Skadeårsak: 40 Manglende drift/vedlikehold

#### Tiltak:

Malingsbelegget fornyes innen 3 år.

## 82 Manglende del



### Eksempel 9.9-21

Rekkverkstolpen er festet med kun 2 bolter mens det er beskrevet 4.

Skadetype: 82 Manglende del  
Skadegrad/-konsekvens: **3T**  
Skadeårsak: 37 Monteringsfeil

#### Tiltak:

Det settes inn bolter innen 1 år.



# 90 Annen skade/mangel



**Eksempel 9.9-22**

Manglende omstøpning rundt en rekkverkstolpe.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T, 2V</b>
Skadeårsak:	20 Materialfeil 30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Støpes ut i løpet av 1 år.



**Eksempel 9.9-23**

Treklosser og pappforskaling er ikke fjernet etter støping. Forskalingen samler på sand og vann. Treklossene vil gi sprekker i betongen.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2V</b>
Skadeårsak:	37 Monteringsfeil

**Tiltak:**

Repareres innen 5 år.



**Eksempel 9.9-24**

Utstikkende ender på rekkverk.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4T</b>
Skadeårsak:	11 Mangelfullt regelverk

**Tiltak:**

Avslutning av rekkverket må utformes i henhold til bruhåndboka.

# 90 Annen skade/mangel



### Eksempel 9.9-25

Nedføring av rekkverk er ikke utført i henhold til regelverket.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	4T
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Nedføring av rekkverk monteres snarest eller senest i løpet av 1/2 år.



### Eksempel 9.9-26

Rekkverket på veg og bru flukter ikke.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	4T
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Justering av rekkverk utføres snarest eller senest i løpet av 1/2 år.



### Eksempel 9.9-27

Rekkverket over elektrifisert jernbane. Det er en spalte mellom nedre stålplate og kantbjelke.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	4T
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

#### Tiltak:

Spalte tette snarest eller senest i løpet av 1/2 år.



### 9.9.3 Rekkverk av tre

For rekkverk på tre kan følgende skadetyper forekomme:

13	Deformasjon
14	Riss/Sprekk
15	Brudd
16	Skade på overflatebehandling
18	Misfarging
61	Oppflising
62	Råte
81	Manglende rengjøring
82	Manglende del
90	Annen skade/mangel

Det vises til kapittel 9.5 – Elementer av tre for nærmere beskrivelse av de aktuelle skadetyperne. I det etterfølgende er det vist eksempler på to av de aktuelle skadetyperne.

# 14 Riss/sprekk



Eksempel 9.9-28

Vridning i toppunkt av trebue har ført til sprang i rekkverkets håndlist.

Skadetype:	13 Deformasjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2T</b>
Skadeårsak:	20 Materialfeil

**Tiltak:**

Justering av rekkverk innen 5 år.

# 16 Skade på overflatebehandling



Rekkverket er overmettet av kreosot som smitter av på klær etc. Brua ligger på en skolevei med gangtrafikk.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4M</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Fjerning av overflødig kreosot eller innkledning.

# 82 Manglende del



Eksempel 9.9-29

Manglende del på trekkverk.

Skadetype:	82 Manglende del
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T</b>
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Repareres innen 1 år.



## 9.10 Vannavløp/ drenssystem

Følgende skadetyper kan forekomme på vannavløp/drenssystem:

14	Riss/Sprekk
15	Brudd
17	Lekkasje/fuktbelastning
42	Korrosjon
81	Manglende rengjøring
82	Manglende del
90	Annen skade/mangel

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra stedlige forhold, skadens omfang og hvor raskt andre skader kan utvikle seg. Normalt vil dette være en skade som ikke utvikler seg over tid. Skadegrad må derfor settes ut fra hvor alvorlig skaden er ved inspeksjonstidspunktet.

Skade på vannavløp/drenssystem kan få konsekvenser for trafikk-sikkerheten, fremtidige vedlikeholdskostnader og miljøet.

Lekkasjer kan føre til skader på andre elementer eller skader på grunn av isdannelse. Tilsmussing kan påvirke vedlikeholdskostnadene og trafikk-sikkerheten. Tette vannavløp kan føre til store vannansamlinger som øker faren for vannplaning og nedspruting av trafikanter.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for rengjøring av vannavløp og drenssystem. Rengjøringen må utføres før følgeskader oppstår.

Det skal utføres tiltak umiddelbart når skader/mangler kan true trafikk-sikkerheten. Det skal også utføres tiltak når skader kan påvirke vedlikeholdskostnadene eller virker skjemmende på miljøet.

Når mangler oppdages på nye bruer, f.eks. ved ferdigbefaring eller reklamasjonsbesiktigelse, skal tiltak utføres umiddelbart.

### Eksempler

I det etterfølgende er det vist eksempler på noen av de aktuelle skadetyperne.

### 15 Brudd



Eksempel 9.10-1

Avløpsrøret er tett og frostsprengning har ført til brudd i røret.

Skadetype:	15 Brudd
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Røret skiftes ut innen 5 år.

### 17 Lekkasje/fuktbelastning



Eksempel 9.10-2

Det er ikke tett mellom avløpsrøret og betongen slik at vann kommer inn i brukassa.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Tettes innen 1 år.



Eksempel 9.10-3

Lekkasje gjennom betong/mørtel som er brukt i utsparing for avløp.

Skadetype:	17 Lekkasje/ fuktbelastning
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Tettes i løpet av 5 år.



# 42 Korrosjon



**Eksempel 9.10-4**

Korrosjon på avløpsrør av stål.

Skadetype: 42 Korrosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **2V**  
Skadeårsak: 13 Feil materialvalg

**Tiltak:**  
Skiftes ut innen 5 år.



**Eksempel 9.10-5**

Kraftig korrosjon og frostsprengning på vannavløp av stål. Uheldig materialvalg og mangelfullt vedlikehold.

Skadetype: 42 Korrosjon  
Skadegrad/-konsekvens: **3V**  
Skadeårsak: 13 Feil materialvalg  
40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**  
Skiftes ut innen 1 år.

# 81 Manglende rengjøring



Eksempel 9.10-6

Sand, smuss og løv er i ferd med å tette avløpet helt. Hindrer vannavrenningen på brua.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøres innen 1 år.



Eksempel 9.10-7

Smuss og vegetasjon er i ferd med å tette dreneringsrenne.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøres innen 1 år.



Eksempel 9.10-8

Avløpet er helt tett.

Skadetype:	81 Manglende rengjøring
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Rengjøres innen 1/2 år.



# 90 Annen skade/mangel



**Eksempel 9.10-9**

Manglende utstikk på vannavløp har ført til misfarging på uk vinge. For skade på betong vises til kapittel 9.2.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	37 Monteringsfeil

**Tiltak:**

Avløpet forlenges innen 5 år.



**Eksempel 9.10-10**

Vannavløpene er plassert i tverrbærer over hver pilar. Dette fører til nedfukting av betongen.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	2V
Skadeårsak:	15 Feil utforming

**Tiltak:**

Avløpet forlenges innen 5 år.



**Eksempel 9.10-11**

Manglende utstikk på vannavløp har ført til armeringskorrosjon og avskalling på underkant vinge. For skade på betong vises til kapittel 9.2.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	3V
Skadeårsak:	37 Monteringsfeil

**Tiltak:**

Avløpet forlenges innen 3 år

## 9.11 Andre utstyrs- elementer

Dette kan omfatte skader på følgende utstyr:

- Ledning/kabel
- Tilleggsutstyr (markeringslys, støyskjerm, dører, etc)
- Fastmontert tilkomstutstyr (leider, trapp, heis, malevogn)
- Utstyrs- og servicebygg
- Overvåkningsanlegg
- Spesielt kaiutstyr
- Spesielle installasjoner

Hvilke skadetyper som kan forekomme vil avhenge av type utstyr og hva slags materiale det er laget av. Skadetypen må derfor vurderes i hvert enkelt tilfelle, men normalt er det en eller flere av følgende skadetyper som kan forkomme på dette utstyret:

13	Deformasjon
14	Riss/Sprekk
15	Brudd
16	Skade på overflatebehandling
18	Misfarging
41	Løse skruer/nagler
42	Korrosjon
61	Oppflising
62	Råte
82	Manglende del
83	Manglende opprydding/fjerning
90	Annen skade/mangel

### Skadegrad/ skadekonsekvens

Skadegraden må vurderes ut fra stedlige forhold og sannsynlig utvikling. Skadekonsekvens må vurderes i hvert tilfelle. Man må være spesielt oppmerksom på skader som kan redusere trafikksikkerheten.

### Tilstand som utløser vedlikehold

Det skal etableres rutiner for rengjøring av utsatte utstyrselementer. Rengjøring skal utføres før følgeskader oppstår.

For skader som kan redusere trafikksikkerheten skal tiltak utføres umiddelbart.

Når skader/mangler kan påvirke vedlikeholdskostnadene og/eller miljøet skal det utføres tiltak.



## 9.11 ANDRE UTSTYRSELEMENTER

### Tiltak utføres i følgende tilfeller:

<b>Markeringslys:</b>	Pærer som er sluknet skiftes i løpet av 1 uke.
<b>Pyntelys:</b>	Når 25% av pærene er sluknet skiftes alle.
<b>Tilkomststyr:</b>	Det skal foretas en årlig kontroll av fastmontert tilkomststyr.
<b>Instrumentering:</b>	Skader/mangler repareres innen 1 uke eller i henhold til spesiell instruks.
<b>Fenderverk:</b>	Skader på fenderpaneler på ferjekai (tilleggs kai) og fendere bak ferjekai bru skiftes umiddelbart.

I områder hvor det ferdes mye folk og spesielt barn bør det vurderes å sikre deler av bruene mot klatring. Dette kan gjelde hengebrukabler, buebruer, stålplatebærere osv.

<b>Tiltak</b>	Tiltak må vurderes i hvert enkelt tilfelle, men skal være i henhold til leverandørens beskrivelse/instruks. Dersom ansvaret for drift/vedlikehold ivaretas av en annen instans skal denne ha beskjed om skaden/mangelen.
<b>Eksempler</b>	I det følgende er det vist noen eksempler på noen av de aktuelle skadetyperne.

## 9.11 ANDRE UTSTYRSELEMENTER

# 16 Skade på overflatebehandling, 42 Korrosjon



Eksempel 9.11-1

Korrosjon på fester for belysningsmaster.

Skadetype:	16 Skade på overflatebehandling
	42 Korrosjon
Skadegrad/-konsekvens:	<b>2T</b>
Skadeårsak:	40 Manglende drift/vedlikehold

**Tiltak:**

Festene males innen 5 år.

## 90 Annen skade/mangel



Eksempel 9.11-2

Defekt koblingsboks pga. lekkasje. Belysningen over og under brua fungerer ikke. Stor gangtrafikk.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	<b>3T</b>
Skadeårsak:	82 Følgeskade

**Tiltak:**

Skader repareres innen 1 år.



Eksempel 9.11-3

Skade på kasse og isolasjon rundt vannrør.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	<b>4V</b>
Skadeårsak:	90 Annen/ukjent

**Tiltak:**

Repareres før neste vintersesong.



## 9.11 ANDRE UTSTYRSELEMENTER



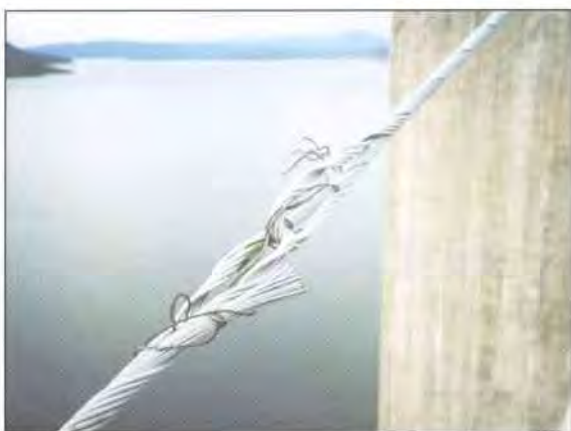
Eksempel 9.11-4

Rustutslag viser at katodisk beskyttelse på pilarer ikke virker.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	4V
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Anlegget skrus av umiddelbart. Kontroll/justering av strøm eventuelt reparasjon av anlegget.



Eksempel 9.11-5

Tvilsom skjøting av sikringsvaier langs kablene. Kan være et sikkerhetsproblem for inspektører.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	3T
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Skjøt repareres innen 1 år.



Eksempel 9.11-6

Tvilsom innfesting av sikringsvaier ved tårnet. Kan være et sikkerhetsproblem for inspektører.

Skadetype:	90 Annen skade/mangel
Skadegrad/-konsekvens:	3T
Skadeårsak:	30 Utførelsesfeil

**Tiltak:**

Innfesting repareres innen 1 år.

## 9.11 ANDRE UTSTYRSELEMENTER



### Eksempel 9.11-7

Nettingskjerm som skal hindre uvedkommende fra å gå på undergurten er ødelagt.

Skadetype: 90 Annen skade/mangel

Skadegrad/-konsekvens: 3T

Skadeårsak: 84 Hærverk

#### Tiltak:

Netting skiftes ut innen 1 år.



### Eksempel 9.11-8

Port som skal hindre uvedkommende fra å gå på buen er ødelagt.

Skadetype: 90 Annen skade/mangel

Skadegrad/-konsekvens: 3T

Skadeårsak: 84 Hærverk

#### Tiltak:

Port repareres innen 1 år.



### Eksempel 9.11-9

Buebru hvor det ikke er satt opp gjerde for å hindre at uvedkommende kan gå på buen.

Skadetype: 90 Annen skade/mangel

Skadegrad/-konsekvens: 2T

Skadeårsak: 11 Mangelfullt regelverk

#### Tiltak:

Gjerde settes opp inne 5 år.



# 10. Referanser

- [1] Statens vegvesen håndbok 014: Laboratorieundersøkelser
- [2] Statens vegvesen håndbok 015: Feltundersøkelser
- [3] Statens vegvesen håndbok 025: Prosesskode -1
- [4] Statens vegvesen håndbok 026: Prosesskode -2
- [5] Statens vegvesen håndbok 051: Arbeidsvarsling
- [6] Statens vegvesen håndbok 066: Anbudsgrunnlag. Bygg- og anleggsarbeider
- [7] Statens vegvesen håndbok 111: Vedlikeholdsstandard
- [8] Statens vegvesen håndbok 129: Definisjon og dokumentasjon av bruer
- [9] Statens vegvesen håndbok 145: Brudekker - Fuktisolering og slitelag
- [10] Statens vegvesen håndbok 147: Forvaltning, drift og vedlikehold av bruer
- [11] Statens vegvesen håndbok 150: Bruer, Sikkerhet og teknisk standard
- [12] Statens vegvesen håndbok 184: Lastforskrifter for bruer og ferjekaier i det offentlige vegnett
- [13] Statens vegvesen håndbok 185: Prosjekteringsregler for bruer
- [14] Statens vegvesen håndbok 193: Skadekatalog for bituminøse dekker
- [15] Statens vegvesen håndbok 203: BRUTUS - Rutinehåndbok
- [16] Statens vegvesen håndbok 214: Helse, miljø og sikkerhet (HMS)
- [17] Statens vegvesen Vegdirektoratet, Bruavdelingen. Temahefte nr. 3: Brufundamenter under vann
- [18] Statens vegvesen Vegdirektoratet, Bruavdelingen. Rapport nr. 94-06 BRU: Anbefaling for bruk av overflatebehandling på betongbruer
- [19] Statens vegvesen Vegdirektoratet, Bruavdelingen. Rapport nr. 94-08 BRU: Vedlikehold av korrosjonsbeskyttende belegg på stålbruer
- [20] Statens vegvesen Vegdirektoratet, Bruavdelingen. Rapport nr. 94-16 BRU: Anbefalinger for bruk av ElektroKjemisk Potensialmålestyr (EKP)
- [21] Arbeidsmiljøloven
- [22] Arbeidstilsynet, best. nr. 467: Sikrere dykking
- [23] Arbeidstilsynet, best. nr. 500: Stillaser, stiger og arbeid på tak m.m.
- [24] Arbeidstilsynet, best. nr. 500c: Hengestillas
- [25] Arbeidstilsynet, best. nr. 500d: Stiger, arbeidsbukker, rullestillas
- [26] Arbeidstilsynet, best. nr. 511: Dykking
- [27] Arbeidstilsynet, best. nr. 522: Maskiner
- [28] Arbeidstilsynet, best. nr. 524: Bruk av personlig verneutstyr på arbeidsplassen
- [29] Arbeidstilsynet, best. nr. 555: Bruk av arbeidsutstyr
- [30] Norges energiverkforbund, Publikasjon nr. 286-1992: Anleggsmaskiner og luftledninger
- [31] Jernbaneverket: Instruks for eksternt personale som arbeider i og nær trafikkert jernbanespor
- [32] OFU Gimsøystraumen bru: Anbefalinger for inspeksjon, reparasjon og overflatebehandling av kystbruer i betong. Veglaboratoriets publikasjon nr. 87. Vegdirektoratet, Veglaboratoriet 1998.

# Vedlegg

Koder for:

- Inspeksjonstype
- Tilkomsstutstyr
- Skadegrad
- Skadekonsekvens
- Skadetype
- Skadeårsak



## Inspeksjonstype

- 1 Ferdigbefaring
- 2 Reklamasjonsbesiktigelse
- 3 Enkel inspeksjon
- 4 Hovedinspeksjon
- 5 Hovedinspeksjon kabler
- 6 Hovedinspeksjon under vann
- 7 Spesialinspeksjon
- 8 -
- 9 Annen inspeksjon

## Tilkomstutstyr

- 0 Ikke behov
- 1 Stige
- 2 Hengestillas
- 3 Båt
- 4 Flåte
- 5 Sakselift
- 6 Brulift
- 7 Islagt vann/fjord
- 8 -
- 9 Annet

## Skadegrad

- 1 Liten skade/mangel, ingen tiltak nødvendig
- 2 Middels skade/mangel, tiltak i løpet av 4-10 år
- 3 Stor skade/mangel, tiltak i løpet av 1-3 år
- 4 Kritisk skade/mangel, tiltak straks eller senest innen 1/2 år
- 9 Ikke inspisert.

## Skadekonsekvens

- B Skade/mangel som truer bæreevnen
- T Skade/mangel som truer trafikksikkerheten
- V Skade/mangel som kan øke vedlikeholdskostnadene
- M Skade/mangel som kan påvirke miljø/estetikk.

# Skadetype

**10** Materialuavhengige skader

11 Setning

12 Bevegelse

13 Deformasjon

14 Riss/Sprekk

15 Brudd

16 Skade på overflatebehandling

17 Lekkasje/fuktbelastning

18 Misfarging

## **20 Skade i grunnen**

21 Innsnevring

22 Erosjon

## **30 Skade på betong**

31 Liten/skadet overdekning

32 Forvitring

33 Støpesår

34 Bom

35 Avskalling

36 Armeringskorrosjon

37 Utvasking

## **40 Skade på stål**

41 Løse skruer/nagler

42 Korrosjon

43 Slitasje/gnisning

44 Trådbrudd

## **50 Skade på stein**

51 Utglidning

52 Utrasing

## **60 Skade på tre**

61 Oppflising

62 Råte

## **70 Skade på slitelag/fuktisolasjon**

71 Sporslitasje

72 Ujevnhet

73 Krakelering/hull

74 Blæring (Paddehatter)

75 Avflaking

## **80 Mangel**

81 Manglende rengjøring

82 Manglende del

83 Manglende opprydding/fjerning

## **90 Annen skade/mangel**



# Skadeårsak

## 10 Prosjekteringsfeil

- 11 Mangelfullt regelverk (f.eks. kystbruer som er bygget etter samme regelverk som innlandsbruer)
- 12 Avvik fra standard (den standard som gjaldt når brua ble bygd)
- 13 Feil materialvalg
- 14 Feil i beregninger
- 15 Feil utforming.

## 20 Materialfeil

- 21 Materialfeil, sammensetning (f.eks. feil proporsjonering av betong)
- 22 Materialfeil, fasthet
- 23 Materialfeil, laminering
- 24 Materialfeil, oppsprekking
- 25 Alkalireaktivt tilslag
- 26 Innstøpte klorider.

## 30 Utførelsesfeil

- 31 Stillassetning
- 32 Feilplassert armering
- 33 Feil utstøpning
- 34 Manglende bearbeiding
- 35 Manglende herdetiltak
- 36 For tidlig belastning (før betongen har fått den foreskrevne fastheten)
- 37 Monteringsfeil.

## 40 Manglende drift/vedlikehold

## 50 Miljøangrep

- 51 Frostangrep
- 52 Kloridangrep

53 Karbonatisering

54 Utluting (utvasking av kalken i betong, sees som kalkutfelling)

55 Biologisk angrep (sopp, pelemark, etc.)

56 Kjemisk angrep (syrer etc.).

## 60 Belastning

61 Trafikklast

62 Jordtrykk

63 Islast

64 Strømlast

65 Vindlast

66 Temperatur

67 Svinn/kryp

68 Overlast slitelag.

## 70 Ulykkeslast

71 Påkjørsel

72 Påsegling

73 Flom

74 Jord-/snøskred

75 Eksplosjon

76 Brann.

## 80 Bruksskade

81 Normal nedbrytning/slitasje (av slitelag, overflatebehandling, etc.)

82 Følgeskade (f.eks. deformasjon av overbygning pga. setning, misfarging pga. lekkasje/fuktbelastning)

83 Brøyteskade

84 Hærverk.

## 90 Annen/ukjent



## Statens vegvesen

Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Postboks 8142 Dep  
0033 Oslo

---

Håndbøkene kan bestilles fra:

Statens vegvesen

Vegdirektoratet

Håndbokeekspedisjonen

Postboks 8142 Dep

0033 Oslo

Tlf.: 22 07 35 00

Faks: 22 07 37 68

E-post: [firmapost@vegvesen.no](mailto:firmapost@vegvesen.no)

ISBN 82-7207-503-2