



Vegbygging

NORMAL

Håndbok N200



Håndbøker i Statens vegvesen

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

Denne håndboka finnes kun digitalt (PDF) på Statens vegvesens nettsider, www.vegvesen.no.

Statens vegvesens håndbøker utgis på to nivåer:

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

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

Vegbygging

Nr. N200 i Statens vegvesens håndbokserie

Forsidefoto: Vegard Thorvaldsen

ISBN: 978-82-7207-723-4

Forord

Denne vegnormalen, N200 Vegbygging, er utarbeidet med hjemmel i Samferdselsdepartementets forskrifter etter veglovens § 13. I tillegg presiseres det i denne vegnormalen i henhold til Veglovens § 12 at plan- og bygningsloven gjelder for planlegging av offentlige veger.

Normalene for vegbygging danner grunnlaget for alle som planlegger, dimensjonerer og bygger veger. Det er også et hensiktsmessig ledelsesverktøy for å ta standpunkt til sentrale bestemmelser for funksjons- og kvalitetskrav ved planlegging og bygging av veger.

N200 er den grunnleggende tekniske standarden for vegbygging i Norge. Normalens krav og anbefalinger bygger i stor grad på erfaring og på en helhetlig vurdering av de totale kostnadene for samfunnet, trafiksikkerhet, helse og arbeidsmiljø, ytre miljø, klimapåvirkning, jordvern, trafikkberedskap og framkommelighet. Fravik fra normalen skal behandles på en smidig og effektiv måte i henhold til nærmere beskrivelse i kapittel 1. Fravikssystemet gir åpning for utviklingsarbeid, innovasjon og utprøving av nye løsninger der det foreligger gode argumenter for dette.

Ved denne revisjonen er det gjort vesentlige endringer i alle kapitlene. Hovedområder ved revisjonen har vært opprydding i kravstoff og veiledningsstoff, faglig oppdatering og implementering av nye teknologiske løsninger. Veiledningsstoff som er tatt ut av N200 vil bli ivaretatt i nye veiledninger som vil bli utarbeidet i tilknytning til kapittel 4, 5 og 6.

Kapittel 1 inneholder stoff fra kapittel 0 og 1 i 2014-utgaven. Teksten er tilpasset slik at den dekker generell bruk av N200 for ulike vegeiere og vegutbyggere.

Kapittel 2 «Underbygning og grunnforhold» er en del omarbeidet for å oppnå klarere prosjekteringsregler. Blant annet er det gjort en tydeligere tolkning av eurokodene innen geoteknikk, samt at ingeniørgeologiske forhold er grundigere innarbeidet og miljøaspekter har fått noe større plass.

I kapittel 4 er temaene om hydrologiske beregninger og hydraulisk dimensjonering betydelig omarbeidet. Delkapitlene om kontroll, toleranser og dokumentasjon er tatt ut da dette vil bli dekket i egne retningslinjer.

Kapittel 5 er nå et rent dimensjoneringskapittel og har fått endret tittel til «Dimensjonering av vegoverbygning». Det omhandler krav til bæreevnessig dimensjonering og krav til frostsikring av vegoverbygningen. Forsterkning av veg er fortsatt en del av dette kapittelet.

Kapittel 6 «Materialer og utførelse» inneholder krav og beskrivelser for alle materialer i vegoverbygningen, inkludert isolasjonsmaterialer og fiberduk. Krav til asfaltmasser er på et mer overordnet plan i den reviderte normalteksten.

Stoffet i kapittel 7 har grenseflater mot flere normaler og retningslinjer. Det er ryddet opp i stoffet slik at det ikke gjentas krav fra andre normaler og retningslinjer.

Referanselistene, og henvisninger til håndbøker mv. i løpende tekst, er oppdatert i alle kapitlene.

Vedlegg: Antall vedlegg er redusert fra 13 i 2014-utgaven til 3 i denne utgaven av N200. Vedlegg som er tatt ut av N200, vil bli innarbeidet i ny retningslinje og nye veiledninger.

Normalen legges ut på internett, www.vegvesen.no (klikk på Fag, deretter Publikasjoner, Håndbøker). Gjeldende versjon vil være den som til enhver tid ligger på nettet.

Den nye normalen forutsettes tatt i bruk fra 15. juli 2018 ved planlegging av alle nye prosjekter og ved utarbeidelse av konkurransegrunnlag. Der utlysning av konkurranse allerede har skjedd, må det vurderes om endringer i tekniske krav i henhold til ny håndbok er hensiktsmessig. Melding om endringer må i så fall skje i god tid før innlevering av tilbud og endringene kan ikke være vesentlige (jf. § 8-2 i lov om offentlige anskaffelser).

Som grunnlag for senere revisjoner, er det ønskelig at erfaringer og opplysninger av betydning sendes Vegdirektoratet, e-post N200@vegvesen.no.

Håndbok N200 Vegbygging gjelder fra 15. juli 2018 og erstatter foregående håndbok N200 (juni 2014).

Vegdirektoratet, juli 2018



Jane Bordal
Direktør

Ansvarlig avdeling: Vegavdelingen
Faglig utarbeidelse: Vegavdelingen

Innhold/oversikt

(se egen innholdsliste for det enkelte kapittel)

	Side
Kapittel 1 Overordnet del	7
11 Innledning	8
12 Gyldighet og fravik	10
Referanser i kapittel 1	11
Kapittel 2 Underbygning og grunnforhold	13
20 Generelt	16
21 Fjerning av vegetasjon og toppmasser	36
22 Skråninger og skjæringer i berg	38
23 Grunnforsterkning og stabiliserende tiltak	43
24 Skråninger, skjæringer og uttrauing i løsmasser	54
25 Fyllinger	57
26 Skråninger mot vann	66
Referanser i kapittel 2	71
Kapittel 3 Tunneler	73
30 Generelt	74
Kapittel 4 Vannhåndtering	75
40 Overordnet del	79
41 Åpne grøfter	111
42 Lukkede rørgrøfter	113
43 Overvannsledninger og dremsledninger	117
44 Trekkerørsanlegg for kabler	121
45 Stikkrenner/kulverter	124
46 Kummer, sluk, rister og lokk	128
47 Sikring og avstiving av grøfter	131
Referanser i kapittel 4	132
Kapittel 5 Dimensjonering av vegoverbygning	137
51 Dimensjoneringsgrunnlag	139
52 Frostsikring	147
53 Veg med bituminøst dekke	154
54 Trafikkarealer med belegningsstein, gatestein, heller av betong og plater av naturstein	158
55 Parkeringsplasser og andre trafikkarealer med tunge kjøretøy	162
56 Gang- og sykkelveg	164
57 Vegoverbygning i tunnel	165
58 Veg med grusdekke	167
59 Forsterkning av veg	169
Referanser i kapittel 5	177

Kapittel 6 Materialer og utførelse	179
60 Generelt	183
61 Separasjonslag og filterlag	190
62 Frostsikringslag	194
63 Forsterkningslag	198
64 Bærelag	203
65 Asfalt	215
66 Grusdekker	235
67 Dekker av belegningsstein og heller av betong, gatestein og plater av naturstein	237
Referanser i kapittel 6	243
Kapittel 7 Vegutstyr og miljøtiltak	247
71 Støttekonstruksjoner	250
72 Støytiltak	253
73 Serviceanlegg	258
74 Vegetasjonsetablering i veg- og gateanlegg	260
75 Kantstein, rekkverk, gjerder og faunapassasjer	265
76 Trafikkregulering og belysning	273
77 Skilt og oppmerking	277
Referanser i kapittel 7	278
Kapittel 8 Bruer og kaier	283
80 Generelt	284
Vedlegg	285
V1 Årsmiddeltemperatur og frostmengder	287
V2 Lastfordelingskoeffisienter	295
V3 Ordforklaringer	297

Kapittel 1

Overordnet del

INNHold

11	INNLEDNING	8
111	OMFANG OG BRUKSOMRÅDE.....	8
112	KRAV TIL FUNKSJON	8
113	BRUK AV STANDARDER	9
114	VALG MELLOM ALTERNATIVE LØSNINGER	9
115	DOKUMENTASJON AV UTFØRELSE	9
12	GYLDIGHET OG FRAVIK	10
	REFERANSER I KAPITTEL 1	11

11 Innledning

111 Omfang og bruksområde

Normalen N200 Vegbygging inneholder sentrale krav og føringer for:

- Geoteknisk og geologisk prosjektering, løsninger og byggemetoder for underbygning, vegfyllinger, skjæringer og skråninger.
- Dimensjonering, materialvalg og utførelse for håndtering av overvann og drensvann.
- Dimensjonering, materialvalg og utførelse av vegoverbygning (vegfundament og vegdekke).
- Vegutstyr og miljøtiltak.

Normalen N200 Vegbygging har krav som gjelder planlegging, prosjektering, bygging, vedlikehold og forsterking av veier. Kravene sikter som hovedregel mot en standard som tilfredsstillende kravene til egenskaper som nybygget anlegg. For forsterkning og utbedring av veier kan det være nødvendig å gjøre lokale tilpasninger som ikke fullt ut tilfredsstillende kravene i normalen.

Noen av kravene i normalen N200 Vegbygging har sammenheng med krav i andre normaler (N-håndbøker) i Statens vegvesens håndbokserie, som N100 Veg- og gateutforming [1], N101 Rekkverk og vegens sideområder [2], N400 Bruprosjektering [3] og N500 Vegtunneler [4].

For gjennomføring av prosjekter i regi av Statens vegvesen finnes det interne retningslinjer (R-håndbøker) i Statens vegvesens håndbokserie. De kan brukes også i prosjekter utenom Statens vegvesen der dette er hensiktsmessig. Utdyping av det faglige stoffet i normalen er gitt i separate veiledninger (V-håndbøker) i Statens vegvesens håndbokserie.

Mange av kravene er knyttet til trafikkmengde (årsdøgntrafikk, ÅDT) og trafikkenes sammensetning (andel tunge kjøretøy, tillatt aksellast mv.). Kravnivået regnes å gi en samfunnsøkonomisk optimal balanse mellom investeringskostnad veid opp mot levetid og kostnad for drift og vedlikehold – samt miljøpåvirkning og trafikksikkerhet i alle faser.

112 Krav til funksjon

Alle objekter i håndbok N200 har tekniske standardkrav for vegbygging på offentlig vegnett. For noen av objektene er det i tillegg angitt funksjonskrav slik som levetid, tilstandsutvikling, bruksegenskaper, mv. Der kravene i N200 er funksjonsrettede kan vegmyndighetene gjennom særskilte avtaler ved kontraktsinngåelse, gi åpning for at kun funksjonskravene benyttes. Gjennom slike avtaler vil de tekniske standardkravene kun være veiledende. Det forutsettes da at de aktuelle objektene sikres den tilsiktede funksjon på annen, egnet måte, og at løsningen tilfredsstillende kravene til vegnettet mht. samfunnsøkonomiske, miljømessige, sikkerhetsmessige og beredskapsmessige forhold. Løsningene skal dokumenteres på en slik måte at det er sannsynliggjort at ovennevnte forhold er tilfredsstillende.

Tilsiktet funksjon av objektene kan for eksempel oppnås gjennom mekanismer i kontraktene for bygging, drift og vedlikehold uten at de tekniske standardkravene til objektet i normalen er oppfylt. Slike kontraktsmekanismer kan eksempelvis være at ansvaret for bygging blir kombinert med ansvaret for drift og vedlikehold i en periode som dekker objektets forventede levetid. Slike mekanismer vil normalt være egnet å innføre i totalentrepriser hvor entreprenøren har hoveddelen av prosjekteringsansvaret.

113 Bruk av standarder

De mest aktuelle standarder er omtalt i de respektive kapitler i denne normalen. Normalen stiller krav innenfor de rammer som standardene gir og vil i noen tilfeller også stille krav som går lenger enn standardene. Dette kan være krav til egenskaper eller dokumentasjon som ikke er tilstrekkelig dekket av standardene.

114 Valg mellom alternative løsninger

Når man står overfor valget mellom flere mulige tekniske løsninger, velges den løsningen som gir lavest totale kostnader for samfunnet og som tilfredsstiller krav til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø, ytre miljø, klimapåvirkning, jordvern, trafiksikkerhet, trafikkberedskap, framkommelighet, mv.

115 Dokumentasjon av utførelse

Til noen av arbeidene beskrevet i denne normalen forutsettes et visst kontrollomfang for å kunne dokumentere bygget kvalitet. Mange krav til kontroll, dokumentasjon og toleranser er tatt ut av N200 da slike krav er knyttet mer opp mot kontrakten enn selve prosjekteringen. Kontroll, dokumentasjon og toleranser ivaretas av kvalitetssikringsystemene for prosjektet.

Innenfor geoteknikk og geologi er kontroll og dokumentasjon av prosjektering og utførelse underlagt egne krav for å ivareta sikkerhet.

All dokumentasjon som kan ha betydning for framtidig drift, vedlikehold og utbedringer, eller som har betydning for oppdatering av normaler og retningslinjer, skal samles og rapporteres. Alle data som hører hjemme i Nasjonal vegdatabank (NVDB), Felles kartdatabase (FKB), Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG), samt data i henhold til lovverk, overføres etter gjeldende rutiner.

All dokumentasjon skal ha opplysninger som gjør det mulig å identifisere hvilket prosjekt den tilhører og hvem som har utarbeidet den.

12 Gyldighet og fravik

Samlebegrepet “normaler” innbefatter både normaler hjemlet i vegloven og normaler hjemlet i vegtrafikkloven/skiltforskriften.

Denne håndboka er en vegnormal hjemlet i forskrift til veglovens § 13.

Vegnormalene skal i henhold til forskrift etter veglovens § 13 gjelde for all planlegging og bygging av veger og gater på det offentlige vegnettet. Statens vegvesen kan fravike denne vegnormalen for riksveger. For fylkesveger og kommunale veger er denne myndighet tillagt henholdsvis fylkeskommunen og kommunen.

Vegnormalene har to nivå av krav – skal og bør – der skal-krav er de viktigste. Betydningen av verbene skal, bør og kan, og hvem som har myndighet til å fravike de tekniske kravene for riksveger framgår av tabell 12.1. Søknad om fravik gjøres på eget skjema. Skjema og saksbehandlings-/prosesskrav finnes i Statens vegvesens kvalitetssystem. Før rette myndighet kan behandle fravikssøknaden, skal konsekvensene vurderes.

Tabell 12.1 Bruk av skal, bør og kan. Myndighet til å fravike krav for riksveger gitt i denne normalen.

Verb	Betydning	Myndighet til å fravike krav
Skal	Krav	Kravene fravikes av Vegdirektoratet. Søknad om fravik skal begrunnes.
Bør	Krav	Kravene fravikes av Regionvegkontoret. Søknad om fravik skal begrunnes. Vegdirektoratet skal ha melding med mulighet for å endre fraviksvedtaket innen 3 uker (6 uker i perioden 1. juni til 31. august).
Kan	Anbefaling	Fravikes etter faglig vurdering uten krav til godkjenning.

Referanser i kapittel 1

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

1. Statens vegvesen: Veg- og gateutforming. Håndbok N100. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
2. Statens vegvesen: Rekkverk og vegens sideområder. Håndbok N101. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
3. Statens vegvesen: Bruprosjektering. Håndbok N400. Vegdirektoratet, Oslo 2015.
4. Statens vegvesen: Vegtunneler. Håndbok N500. Vegdirektoratet, Oslo 2016.

Kapittel 2

Underbygning og grunnforhold

INNHold

20 GENERELT	16
201 GRUNNLAGSMATERIALE.....	16
202 GEOTEKNISK KLASIFISERING AV PROSJEKTER.....	16
202.1 Geotekniske kategorier.....	16
202.2 Konsekvensklasse.....	17
202.3 Pålitelighetsklasse.....	17
203 KONTROLL AV PLANLEGGING, PROSJEKTERING OG UTFØRELSE.....	17
203.1 Prosjekteringskontrollklasse.....	17
203.2 Utførelseskontrollklasse.....	18
203.3 Krav til kontrollform.....	18
203.4 Omfang av prosjekteringskontroll.....	19
203.5 Dokumentasjon av kontroll.....	20
204 GEOTEKNISK PLANLEGGING OG PROSJEKTERING, OMFANG AV UTREDNINGER OG LEVERANSER.....	20
204.1 Generelt.....	20
204.2 Kommunedelplan og/eller fylkesdelplan.....	21
204.21 Omfang av geoteknisk utredning i kommunedelplan/fylkesdelplan.....	21
204.22 Leveranse i kommunedelplan/fylkesdelplan.....	21
204.3 Reguleringsplan.....	22
204.31 Omfang av geoteknisk utredning i reguleringsplan.....	22
204.32 Leveranse i reguleringsplan.....	22
204.4 Geoteknisk prosjektering for konkurransegrunnlag og andre entrepriseformer.....	24
204.41 Omfang av geoteknisk utredning.....	24
204.42 Leveranser – generelt.....	24
204.43 Leveranser – utførelsesentrepriser (konkurransegrunnlag).....	25
204.44 Leveranser – andre entrepriseformer enn utførelsesentrepriser.....	26
205 SIKKERHETSnivÅ VED GEOTEKNISK PROSJEKTERING.....	26
205.1 Generelt.....	26
205.2 Stabilitetsanalyser.....	27
205.3 Lokalstabilitet.....	27
205.4 Områdestabilitet.....	28
205.5 Sikkerhet for eksisterende veg.....	28
205.6 Trafikkklaster ved geoteknisk prosjektering.....	28
205.7 Seismisk påvirkning.....	28
206 SETNINGER.....	29
206.1 Tillatt totalsetning.....	29
206.2 Tillatt setningsforskjell på langs.....	29
206.3 Tillatt setningsforskjell på tvers.....	30
207 GEOLOGISKE FORUNDERSØKELSER.....	31
207.1 Forundersøkelser generelt.....	31

207.2 Forundersøkelser i tidlig planfase, i kommunedelplan og/eller fylkesdelplan	31
207.3 Forundersøkelser i reguleringsplan	32
207.4 Geologisk rapport for konkurransegrunnlag	33
208 SIKKERHET MOT SKRED	34
21 FJERNING AV VEGETASJON OG TOPPMASSER	36
211 GENERELT	36
212 PERMANENT SIKRING AV EKSISTERENDE VEGETASJON	36
213 VEGETASJONSRYDDING	36
214 AVTAKING AV TOPPMASSER	36
214.1 Avtaking av vegetasjonsdekke av naturbunn	36
214.2 Avtaking av matjord	37
214.3 Avtaking av underliggende løsmasser	37
215 HÅNDBTERING AV LØSMASSER INFISERT MED FREMMEDE SKADELIGE ARTER OG UGRAS	37
22 SKRÅNINGER OG SKJÆRINGER I BERG	38
221 FUNKSJONSKRAV	38
222 UTFORMING AV BERGSKJÆRINGER OG FANGGRØFT	38
223 AVDEKNING FØR UTTAK AV BERGSKJÆRING	39
224 UTTAK AV BERGSKJÆRING OG GRØFT	39
224.1 Generelt	39
224.2 Dypsprengning	40
224.3 Grunnsprengning	41
224.4 Vibrasjoner	41
225 RENSK OG SIKRING AV BERGSKJÆRINGER	42
226 SIKRING AV SKRÅNINGER	42
227 UTFØRELSE OG GEOLOGISK SLUTTDOKUMENTASJON	42
23 GRUNNFORSTERKNING OG STABILISERENDE TILTAK	43
231 GENERELT	43
232 MASSEUTSKIFTING	43
233 FORBELASTNING	44
234 MOTFYLLING	45
235 FYLLINGER AV LETTE MASSER	45
235.1 Generelt	45
235.2 Lettklinker	47
235.3 Skumglass	48
235.4 Ekspandert polystyren (EPS)	48
236 PELING UNDER VEGFYLLING	50
237 KALK-/SEMENTPELER	51
238 VERTIKALDREN	51
239 ANDRE TYPER GRUNNFORSTERKNING	51
239.1 Dypkomprimering med fallodd	51
239.2 Grunnvannssenkning	52
239.3 Grunnfrysing	52
239.4 Armering under fylling	52
24 SKRÅNINGER, SKJÆRINGER OG UTTRAIING I LØSMASSER	54
241 GENERELT	54
242 UTFORMING AV LØSMASSESJÆRINGER	54
243 VALG AV SIKRINGSMETODE	55
244 DRENERING AV VEGSKRÅNINGER	55

245 BYGGING PÅ MYR OG ANNEN VÅTMARK.....	56
25 FYLLINGER	57
251 GENERELT	57
252 SKRÅNINGSHELNING FOR FYLLINGER.....	58
253 RENSK AV FYLLINGSSÅLE.....	58
254 FYLLINGSSÅLE I TVERRSKRÅNENDE TERRENG	59
254.1 <i>Generelt</i>	59
254.2 <i>Fyllingssåle i løsmasseterreng</i>	59
254.3 <i>Fyllingssåle i bergterreng</i>	59
255 DRENERING AV FYLLINGER	60
256 KRAV TIL FYLLMASSENE	60
257 KRAV TIL UTLEGGINGEN	61
257.1 <i>Generelt</i>	61
257.2 <i>Fylling av friksjonsmasser</i>	61
257.3 <i>Fylling av leire</i>	62
257.4 <i>Fylling av stein</i>	62
257.5 <i>Utkiling i overgang mellom steinfylling og bergskjæring</i>	62
257.6 <i>Komprimering</i>	63
258 BREDDEUTVIDELSE	63
259 FYLLING INNTIL BRUER, KULVERTER OG STØTTEMURER	64
26 SKRÅNINGER MOT VANN	66
261 ELVEFORBYGNING	66
262 SIKRING MOT BØLGEEROSJON	66
262.1 <i>Dimensjonering</i>	66
262.2 <i>Krav til utforming</i>	67
262.3 <i>Steinmaterialer til plastring</i>	70
262.4 <i>Filterlag</i>	70
REFERANSER I KAPITTEL 2	71

20 Generelt

201 Grunnlagsmateriale

For geoteknisk og geologisk prosjektering vises det til Eurokode 0, NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [21], og Eurokode 7, NS-EN 1997-1 og NS-EN 1997-2 Geoteknisk prosjektering, del 1 og 2 [16, 17].

Ytterligere beskrivelse av geoteknisk prosjektering er gitt i håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [2], håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [11] og NVE veileder 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred – Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper [23].

202 Geoteknisk klassifisering av prosjekter

202.1 Geotekniske kategorier

Prosjekter klassifiseres i geotekniske kategorier (1, 2 og 3) avhengig av kompleksitet og risiko. Geotekniske kategorier for vegprosjekter skal bestemmes i henhold til Eurokode 7 del 1 [16]. Ulike deler av prosjekter kan plasseres i ulike geotekniske kategorier. Det henvises til kapittel 7 for valg av geoteknisk kategori for armert jord.

Grunnlaget for valg av geoteknisk kategori skal angis i geotekniske og geologiske rapporter og notater. Dersom grunnundersøkelsene gir grunnlag for omklassifisering av geoteknisk kategori skal dette skriftlig dokumenteres og begrunnes.

Kvikkleire

I områder med kvikkleire (sprøbruddmaterialer) skal vegprosjekter plasseres i geoteknisk kategori 3. Prosjektene kan nedklassifiseres til geoteknisk kategori 2 dersom det er spesielt gunstige forhold, begrunnelsen for nedklassifiseringen skal dokumenteres skriftlig.

Fyllinger i sjø

Ved utfylling i sjø med skrånende sjøbunn, stor fyllingshøyde eller utfylling ved massefortrengning skal denne delen av prosjektet plasseres i geoteknisk kategori 3. Prosjektene kan nedklassifiseres til geoteknisk kategori 2 dersom det er spesielt gunstige forhold, begrunnelsen for nedklassifiseringen skal dokumenteres skriftlig.

Bergskjæringer

Følgende bergskjæringer skal plasseres i geoteknisk kategori 3:

- bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg)
- bergskjæringer der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger
- bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer
- bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor skredfare og stabilitet må håndteres
- bergskjæringer der hensynet til bygninger, konstruksjoner, infrastruktur o.l. i umiddelbar nærhet må ivaretas
- bergskjæringer i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning

Følgende bergskjæringer kan plasseres i geoteknisk kategori 2:

- middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet

Følgende bergskjæringer kan plasseres i geoteknisk kategori 1:

- lave skjæringer < 5m

202.2 Konsekvensklasse

Konsekvensklasser (CC) skal velges etter kriterier gitt i Eurokode 0 [21]. Eurokode 0 angir konsekvensklasse 1 (CC1), konsekvensklasse 2 (CC2) og konsekvensklasse 3 (CC3).

Veiledning til valg av geoteknisk konsekvensklasse for veg er gitt i håndbok V220 [2]. For bergskjæringer skal konsekvensklassen velges i henhold til tabell 202.1.

Tabell 202.1 Konsekvensklasser for vegprosjekter – bergskjæringer

Konsekvensklasse	Geoteknisk kategori
CC1	1
CC2	2
CC3	3

202.3 Pålitelighetsklasse

Pålitelighetsklassene (RC) er i Eurokode 0 [21] direkte knyttet til konsekvensklassene (CC), pålitelighetsklasse skal velges fra tabell 202.2.

Tabell 202.2 Valg av pålitelighetsklasse

Konsekvensklasse	Pålitelighetsklasse
CC1	RC1
CC2	RC2
CC3	RC3/RC4 ¹⁾

¹⁾ Vanligvis vil CC3 gi RC3. Spesielle vegprosjekter med ekstremt store konsekvenser, kan vurderes plassert i pålitelighetsklasse RC4.

203 Kontroll av planlegging, prosjektering og utførelse

203.1 Prosjekteringskontrollklasse

Eurokode 0 [21] angir krav til prosjekteringskontroll basert på valgt prosjekteringskontrollklasse (PKK). For vegprosjekter skal prosjekteringskontrollklassen velges på bakgrunn av både pålitelighetsklassen (RC) og geoteknisk kategori i henhold til tabell 203.1 og tabell 203.2 nedenfor. Det kan velges høyere prosjekteringskontrollklasse enn angitt i tabellen.

Det kan velges ulike prosjekteringskontrollklasser for ulike deler av samme prosjekt.

Tabell 203.1 Valg av prosjekteringskontrollklasse – geoteknikk

Pålitelighetsklasse (RC) \ Geoteknisk kategori	1	2	3	4 ¹⁾
Geoteknisk kategori 1	PKK1	PKK2		
Geoteknisk kategori 2	PKK2	PKK2	PKK3	
Geoteknisk kategori 3		PKK2	PKK3	Skal spesifiseres

¹⁾ Pålitelighetsklasse 4 omtales i nasjonalt tillegg (NA) til Eurokode 0 [21] og er aktuelt bl.a. ved grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i svært kompliserte tilfeller.

Tabell 203.2 Valg av prosjekteringskontrollklasse – bergskjæringer

	Pålitelighetsklasse	Prosjekteringskontrollklasse
Geoteknisk kategori 1	RC1	PKK1
Geoteknisk kategori 2	RC2	PKK2
Geoteknisk kategori 3	RC3	PKK3

203.2 Utførelseskontrollklasse

Eurokode 0 [21] angir krav til utførelseskontrollen basert på valgt utførelseskontrollklasse (UKK). For vegprosjekter skal utførelseskontrollklassen velges fra tabell 203.3 og tabell 203.4 nedenfor. Det kan velges høyere utførelseskontrollklasse enn angitt i tabellen.

Det kan velges ulike utførelseskontrollklasser for ulike deler av samme prosjekt.

Den prosjekterende skal i henhold til Eurokode 7 [16] angi nødvendige kontrolltiltak for anleggsperioden slik at sikkerheten ivaretas.

Tabell 203.3 Valg av utførelseskontrollklasse – geoteknikk

Pålitelighetsklasse (RC)	1	2	3	4 ¹⁾
Geoteknisk kategori				
Geoteknisk kategori 1	UKK1	UKK2		
Geoteknisk kategori 2	UKK2	UKK2	UKK3	
Geoteknisk kategori 3		UKK2	UKK3	UKK3 med eventuelle tilleggsbestemmelser

¹⁾ Pålitelighetsklasse 4 omtales i nasjonalt tillegg (NA) til Eurokode 0 [21] og er aktuelt bl.a. ved grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i svært kompliserte tilfeller.

Tabell 203.4 Valg av utførelseskontrollklasse – bergskjæringer

	Pålitelighetsklasse	Utførelseskontrollklasse
Geoteknisk kategori 1	RC1	UKK1
Geoteknisk kategori 2	RC2	UKK2
Geoteknisk kategori 3	RC3	UKK3

203.3 Krav til kontrollform

Kontroll i samsvar med tabell 203.5 skal utføres for alle prosjekter.

Utvidet kontroll i PKK3 skal gjennomføres fra og med reguleringsplan til og med byggefasen. For kommunedelplan kan det være aktuelt med utvidet kontroll (PKK3) av deler av prosjektet hvis grunnforhold, tiltak eller risiko- og sårbarhetsanalyse tilsier det.

Tabell 203.5 Krav til kontrollform

Kontroll-klasse	Kontrollform					
	Ved prosjektering			Ved utførelse		
	Egen-kontroll	Intern, systematisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll	Egen-kontroll	Intern, systematisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll
PKK1/UKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
PKK2/UKK2	Kreves	Kreves	Kreves ¹⁾	Kreves	Kreves	Kreves ¹⁾
PKK3/UKK3	Kreves	Kreves	Kreves ²⁾	Kreves	Kreves	Kreves ²⁾

¹⁾ Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

²⁾ Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK3/UKK3 skal utføres som en faglig kontroll.

Kravene til prosjekteringskontroll og utførelseskontroll for prosjekter i pålitelighetsklasse RC4 skal i henhold til Eurokode 0 [21] spesifiseres i hvert enkelt tilfelle.

Prosjekteringskontroll

Prosjekteringskontrollen skal utføres i henhold til Eurokode 0 [21].

Eurokode 0 angir at utvidet prosjekteringskontroll «skal utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidene.».

Dersom byggherrens egen organisasjon har utført prosjekteringen skal den utvidete prosjekteringskontrollen i PKK3 utføres av et annet firma (uavhengig foretak).

Utførelseskontroll

Utførelseskontroll skal gjennomføres i henhold til Eurokode 0 og 7 [21, 16].

Eurokode 0 angir at utvidet utførelseskontroll «skal utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidene.».

For utvidet utførelseskontroll i UKK3 er byggherren tilstrekkelig uavhengig av den utførende og vil kunne gjennomføre den utvidete kontrollen. Dersom byggherrens egen organisasjon er delaktig i utførelsen skal den utvidete kontrollen i UKK3 utføres av et annet firma (uavhengig foretak).

203.4 Omfang av prosjekteringskontroll

Prosjekteringskontroll skal omfatte planleggings- og prosjekteringsforutsetninger, omfang av geotekniske og geologiske forundersøkelser, beregninger, beskrivelse, tegninger etc.

Geoteknikk

Følgende skal kontrolleres ved utvidet kontroll i PKK3:

- Sjekk av myndighetskrav/regelverk; inklusiv valg av konsekvensklasse, pålitelighetsklasse og bruddmekanisme, samt partialfaktor, jf. krav i Eurokode 0 [21] og Byggteknisk forskrift til Plan- og bygningsloven, TEK17 [27], med tilhørende retningslinjer og veiledninger.
- Vurdering av om utførte grunnundersøkelser gir tilstrekkelig grunnlag for de geotekniske vurderingene.
- Vurdering, eventuelt tolking, av jordparametere basert på tilgjengelig informasjon, og sammenligning med erfaringsverdier.
- Vurdering av utførte beregninger inklusiv benyttede lagdelinger/parametere og regnemodeller. Enkle overslagsbetraktninger for grov stikkprøvekontroll uten at det er behov for egne detaljerte beregninger.
- Vurdering om utførte beregninger dekker kritiske faser og områder. Sjekke at beregningsresultater, vurderinger og konklusjoner virker fornuftige.

- Vurdering av omfang og gjennomførbarhet av angitte tiltak, inklusiv beskrivelse av utførelse av disse.
- For spesielt kompliserte tilfeller utføres separate kontrollberegninger av utvalgte snitt eller situasjoner.
- Sjekk at flere alternative løsninger er vurdert og at det er valgt en gjennomførbar løsning.
- Vurdering av om utførelsen vil kunne påføre omgivelsene skade, eller medføre redusert funksjon av det som skal bygges.
- Sjekk av at nødvendig utførelseskontroll er beskrevet og virker fornuftig.
- Faseplaner sjekkes der det er relevant.

Bergskjæringer

For bergskjæringer skal det ved utvidet kontroll i PKK3 kontrolleres at planlegging og prosjektering følger krav til geologiske forundersøkelser og rapporter i kapittel 207.

203.5 Dokumentasjon av kontroll

Dokumentasjon av egen- og intern systematisk prosjekteringskontroll

Det skal fremgå av de kontrollerte dokumentene at det er utført egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) av prosjekteringen. Kontrollen bør være gjennomført før plandokumentene eller konkurransegrunnlaget ferdigstilles. For andre entreprisformer enn utførelsesentrepriser skal kontrollen være utført, og de ferdig kontrollerte dokumentene skal forelegges byggherren før den aktuelle delen av anleggsarbeidet starter.

Dokumentasjon av utvidet prosjekteringskontroll i PKK3

Den som gjennomfører utvidet prosjekteringskontroll i PKK3 skal levere kontrollrapport/notat til byggherren. Kontrollørens vurdering av gjennomførbarhet og valg av løsning for prosjekterte tiltak skal fremgå tydelig av kontrollrapporten/notatet.

Dokumentasjon av utført utvidet prosjekteringskontroll (i form av kontrollrapport/notat) bør foreligge før plandokumentene eller konkurransegrunnlaget ferdigstilles. For andre entreprisformer enn utførelsesentrepriser skal kontrollen være utført, og ferdig kontrollrapport/notat skal forelegges byggherren før den aktuelle delen av anleggsarbeidet starter. For tidligere planfaser bør den utvidede prosjekteringskontrollen gjennomføres før plandokumentene ferdigstilles.

Dokumentasjon av utvidet utførelseskontroll i UKK3

Dokumentasjon fra utvidet utførelseskontroll i UKK3 skal forelegges byggherren.

204 Geoteknisk planlegging og prosjektering, omfang av utredninger og leveranser

204.1 Generelt

Eurokode 7 [16] angir krav til geoteknisk prosjektering og dokumentasjon. De følgende underkapitler angir hva som skal utredes og leveres i de enkelte fasene for vegprosjekter.

Rapporteringen kan gjøres strekningsvis der det er hensiktsmessig. Dokumentasjon og beregninger skal være presentert på en tydelig måte, datert, og være signert av den som har prosjektert og av den som har utført intern systematisk kontroll (kollegakontroll). Resultater fra beregninger skal sammenfattes på en oversiktlig måte i en tabell eller som et kortfattet sammendrag.

204.2 Kommunedelplan og/eller fylkesdelplan

204.21 Omfang av geoteknisk utredning i kommunedelplan/fylkesdelplan

Det skal gjennomføres tilstrekkelig med grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger til å avklare gjennomførbarhet av vegtiltaket innenfor korridorene som utredes i planfasen for kommunedelplan/fylkesdelplan, samt til at prosjektet holdes innenfor kravet til nøyaktighet i kostnadsoverslaget. Vurderingene skal også omfatte områdestabilitet der dette vil kunne påvirke vegen.

204.22 Leveranse i kommunedelplan/fylkesdelplan

Aktsomhetsområder

Grunnforholdene skal omtales i planbeskrivelsen. Områder med potensiell fare (aktsomhetsområder) skal avmerkes som hensynssoner i plankartet. Hensynssonene skal ha tilhørende planbestemmelser, som angir krav til mer detaljert kartlegging i de videre fasene i prosjektet. Det vises til gjeldende versjon av NVE veileder 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred [23] for videre detaljer.

Konsekvensutredningen, som gjøres i forbindelse med kommune-/fylkesdelplanen, omfatter en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse). Avdekking av aktsomhetsområder er en del av det som omfattes av denne analysen. Det vises til håndbok V712 Konsekvensanalyser [15] for veiledning til ROS-analyser.

Dokumentasjon av grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser skal dokumenteres i form av rapporter. Grunnundersøkelsene skal være dokumentert enten i en egen grunnundersøkelsesrapport eller som del av den geotekniske rapporten/notatet. Rapporteringen skal omfatte en beskrivelse som oppsummerer grunnforholdene og eventuelle begrensninger, usikkerheter og mangler ved grunnundersøkelsene.

Tidligere grunnundersøkelser som ikke foreligger digitalt, bør leveres som skannede dokumenter i pdf-format.

Det skal leveres oversiktskart som viser plassering av grunnundersøkelsene sammen med eksisterende terreng og gjeldende planer for utbygging (planlagt veg/tiltak).

Der det er relevant, kan det leveres representative lengde- og tverrprofiler som viser grunnundersøkelsene sammen med eksisterende terreng og planlagt veglinje.

Grunnundersøkelsene kan ved nærmere avtale med byggherren dokumenteres i en 3D-modell i stedet for i rapportform. For veiledning til oppbygging av modellen se håndbok V770 [6]. Ved leveranse av 3D-modell skal det alltid leveres en skriftlig oppsummering av grunnforholdene og eventuelle begrensninger, usikkerheter og mangler ved undersøkelsene sammen med modellen.

Geoteknisk rapport/notat

Det skal leveres geoteknisk rapport eller notat, der grunnforholdene beskrives og de geotekniske anbefalingene og vurderingene fremgår. Valgt geoteknisk kategori, pålitelighets- og konsekvensklasse skal fremgå. Det skal i den skriftlige dokumentasjonen også angis behov for videre utredninger i reguleringsplanarbeidet og potensielle risikoområder innen fagfeltet geoteknikk i prosjektet.

Dokumentasjon til NADAG

Som dokumentasjon til NADAG skal følgende leveres til byggherren:

- borlogg med grunnborers notater fra grunnundersøkelsene
- kalibreringssertifikater
- uredigerte rådatafiler
- kvalitetssikrede data, inklusive eventuelle tolkninger av lag i grunnen
- filer for presentasjon av laboratorieundersøkelser

Byggherren skal sørge for at dataene leses inn i den nasjonale databasen for grunnundersøkelser (NADAG) ved kommunedelplanfasens slutt.

204.3 Reguleringsplan

204.31 Omfang av geoteknisk utredning i reguleringsplan

Grunnforholdene vil i stor grad påvirke kostnader og gjennomførbarhet, samt hvor store arealer det er nødvendig å regulere både permanent og midlertidig. Hovedandelen av grunnundersøkelsene skal derfor utføres i reguleringsplanfasen.

Det skal gjennomføres tilstrekkelig med grunnundersøkelser, geotekniske vurderinger og prosjektering til å avklare gjennomførbarhet/byggbarhet av vegtiltaket innenfor arealet som reguleres, samt innenfor kravet til nøyaktighet i kostnadsoverslaget. Dette betyr bl.a. at tilstrekkelig stabilitet skal dokumenteres i reguleringsplanfasen. Vurderingene skal også omfatte områdestabilitet der dette vil kunne påvirke vegen.

Undersøkelser for vegtekniske forhold, som dimensjonering og frostsikring av overbygningen, bør så langt det er mulig gjennomføres samtidig med de geotekniske undersøkelsene. Anbefalt omfang av de vegtekniske undersøkelsene er gitt i kapittel 5.

Det skal også gjøres en vurdering, på bakgrunn av geotekniske forhold, om det er behov for midlertidig regulering av arealer til for eksempel midlertidige graveskrånninger o.l. i anleggsfasen. Dersom det er usikkerheter knyttet til valg av løsning skal det vurderes behov for ekstra regulering av areal, både permanent og midlertidig, slik at det som planlegges er mulig å bygge innenfor reguleringsgrensene.

Grunnundersøkelsene i reguleringsplanen bør gi grunnlag for å vurdere:

- fyllings- og skjæringsområder, inkludert brukbarhet av skjæringsmasser der det er aktuelt
- utstrekning av kvikkleiresoner
- lokal- og områdestabilitet
- behov for sikringstiltak eller behov for ekstra regulering av areal
- fundamenteringsmetoder for konstruksjoner og at disse er gjennomførbare (noe videre detaljering vil kunne være aktuelt i neste prosjektfase)
- setningspotensialet (som regel fyllinger, konstruksjoner og områder med potensiell grunnvannssenkning)
- massebalanse berg/løsmasser
- aktuelle deponiområder
- mulig forurenset grunn

204.32 Leveranse i reguleringsplan

Plandokument med avmerkede fareområder

Skredfare og kvikkleire (sprøbruddmateriale) skal avdekkes og utredes iht. NVE veileder 7/2014 [23]. Grunnforhold og nødvendige sikringstiltak for lokal- og områdestabilitet skal dokumenteres og omtales i planbeskrivelsen. Eventuelle fareområder (for eksempel kvikkleiresoner) skal avmerkes i plankartet som hensynssoner med tilhørende planbestemmelser. Bestemmelsene skal angi hvordan sikkerheten skal ivaretas videre.

Reguleringsplanarbeidet omfatter en Risiko og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse), avdekking av fareområder er en del av det som omfattes av denne analysen. Det vises til håndbok V712 Konsekvensanalyser [15] for veiledning til ROS-analyser.

Faresoneklassifisering - kvikkleire

I prosjekter hvor det påvises kvikkleire (sprøbruddmateriale), skal faresonen for et potensielt områdeskred faregradklassifiseres i henhold til gjeldende versjon av NVE veileder 7/2014 [23].

Dokumentasjon av grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser skal dokumenteres i form av rapporter. Grunnundersøkelser skal være dokumentert enten i en egen grunnundersøkelsesrapport eller som del av vurderingsrapporten/notatet. Rapporteringen skal omfatte en beskrivelse som oppsummerer grunnforholdene og eventuelle begrensninger, usikkerheter og mangler ved grunnundersøkelsene.

Tidligere grunnundersøkelser som ikke foreligger digitalt, bør leveres som skannede dokumenter i pdf-format.

Det skal leveres oversiktskart som viser plassering av grunnundersøkelsene sammen med eksisterende terreng og planer for utbygging (planlagt veg/tiltak). Det skal leveres representative lengde- og tverrprofiler som viser grunnundersøkelsene sammen med eksisterende terreng, planlagt utbygging og planlagte geotekniske tiltak.

Grunnundersøkelsene kan ved nærmere avtale med byggherren dokumenteres i en 3D-modell i stedet for i rapportform. For veiledning til oppbygging av modellen se håndbok V770 [6]. Ved leveranse av 3D-modell skal det alltid leveres en skriftlig oppsummering av grunnforholdene og eventuelle begrensninger, usikkerheter og mangler ved undersøkelsene sammen med modellen.

Geoteknisk rapport/notat

Det skal leveres geoteknisk rapport eller notat som dokumenterer prosjekteringen, der grunnforholdene beskrives og de geotekniske anbefalingene og vurderingene fremgår. Rapportene/notatene skal gi en oversikt over behov for sikringstiltak og omfang av aktuelle sikringsmetoder basert på de geotekniske forhold som er kartlagt ved befaringer og grunnundersøkelser og med de variasjoner som vil kunne forventes. Det skal fremgå tydelig av dokumentasjonen hvordan utfordringer er vurdert og tenkt løst.

Rapportene/notatene skal dokumentere:

- problemstillinger
- beskrivelse av det som planlegges bygd (fylling, skjæring, konstruksjoner etc.)
- valgt geoteknisk kategori, pålitelighets- og konsekvensklasse
- henvisning til anvendte forskrifter og standarder
- grunnforhold
- beregningsforutsetninger, parametervalg og begrunnelser mv. som leder fram til resultatet
- opptegning av beregnede situasjoner (relevante profiler/fundamenteringsløsninger)
- relevante resultater fra beregningene
- beskrivelse av prosjekterte tiltak, med relevante tegninger
- anbefalte løsninger
- det skal angis behov for supplerende grunnundersøkelser for videre detaljering og påpekes eventuelle usikkerheter og spesielle ting man skal være oppmerksom på i det videre arbeidet

Dokumentasjon til NADAG

Som dokumentasjon til NADAG skal følgende leveres til byggherren:

- borlogg med grunnborers notater fra grunnundersøkelsene
- kalibreringssertifikater
- uredigerte rådatafiler
- kvalitetssikrede data, inklusive eventuelle tolkninger av lag i grunnen
- filer for presentasjon av laboratorieundersøkelser

Byggherren skal sørge for at dataene leses inn i den nasjonale databasen for grunnundersøkelser (NADAG) ved reguleringsplanfasens slutt.

204.4 Geoteknisk prosjektering for konkurransegrunnlag og andre entreprisereformer

Kapittel 204.4 stiller krav til prosjekteringen som foregår i fasen etter reguleringsplanfasen. Dersom en entreprisekontrakt omfatter tidligere faser skal kravene til kommunedelplan, fylkesdelplan og reguleringsplan også ivaretas.

204.41 Omfang av geoteknisk utredning

Det skal vurderes om det geotekniske grunnlaget fra reguleringsplanfasen er tilstrekkelig og om det er behov for supplerende undersøkelser eller geotekniske vurderinger. Det skal gjennomføres tilstrekkelig med grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger til at det som er prosjektert er mulig å bygge innenfor kravet til nøyaktighet i kostnadsoverslaget. I utførelsesentrepriser bør det også vurderes behov for supplerende undersøkelser for mengdeangivelser i konkurransegrunnlaget.

Nødvendige supplerende grunnundersøkelser for prosjektering og geotekniske vurderinger skal gjennomføres før konkurransegrunnlaget sendes ut (utførelsesentreprise) eller i forbindelse med prosjekteringen (andre entreprisereformer).

Undersøkelser for vegtekniske forhold bør så langt det er mulig gjennomføres samtidig med de geotekniske undersøkelsene. Anbefalt omfang av de vegtekniske undersøkelsene er gitt i kapittel 5.

204.42 Leveranser – generelt

Prosjekteringen skal uavhengig av entreprisereform beskrive alle aktuelle geotekniske tiltak, og ta hensyn til geotekniske forhold i alle beskrivelser, for både permanente og midlertidige arbeider. Det skal vises tydelig hvilke begrensninger og krav som blir pålagt den utførende på grunn av geotekniske forhold. Et eksempel på dette er eventuelle rekkefølgebestemmelser for arbeidsoperasjoner. Andre eksempler på slike krav er restriksjoner på nødvendige liggetider for fyllinger av hensyn til setninger, angivelse av eventuelle områder med begrensninger til mellomlagring av masser, begrensninger i bygging av anleggsveger og andre terrenginngrep mv. grunnet geotekniske forhold.

Geoteknisk prosjekteringsrapport/notat

Det skal leveres geoteknisk rapport eller notat, der prosjekteringen og de geotekniske vurderingene dokumenteres. Det skal fremgå tydelig av dokumentasjonen hvordan utfordringer er vurdert og tenkt løst.

Rapportene/notatene skal gi en oversikt over behov for sikringstiltak og omfang av aktuelle sikringsmetoder basert på de geotekniske forhold som er kartlagt ved befaringer og grunnundersøkelser. Variasjoner som vil kunne forventes skal fremkomme av rapportene/notatene.

Dokumentasjon av utført geoteknisk prosjektering skal gjøres i form av tekniske rapporter/notater som beskriver:

- problemstilling
- beskrivelse av det som planlegges bygd (fylling, skjæring, konstruksjoner etc.)
- valgt geoteknisk kategori, pålitelighets- og konsekvensklasse
- henvisning til anvendte forskrifter og standarder
- grunnforhold
- beregningsforutsetninger, parametervalg og begrunnelser mv. som leder fram til resultatet
- opptegning av beregnede situasjoner (relevante profiler/fundamenteringsløsninger)
- relevante resultater fra beregningene

- beskrivelse av prosjekterte tiltak, med relevante tegninger
- anbefalte løsninger med angivelse av dimensjoner og materialkrav
- forutsetninger, restriksjoner og andre føringer for utførelse beskrives med tekst og som påskrift på arbeidstegninger
- spesielle risikoer og nødvendige kontrolltiltak under utførelsen
- anbefalinger til erfaring og kompetanse for de som skal utføre utførelseskontrollen

Tegninger

Prosjekterte geotekniske tiltak og tilhørende arbeidsbeskrivelse skal være med på relevante tegninger. Rekkefølgebestemmelser skal komme tydelig fram av tegningene. Det skal også fremgå om det er andre spesielle føringer eller prosedyrer for utførelsen, for eksempel hvilke områder det er restriksjoner for mellomlagring av masser og nødvendig liggetid for fyllinger av setningshensyn o.l.

Dokumentasjon til NADAG

Som dokumentasjon til NADAG skal følgende leveres til byggherren:

- borlogg med grunnborers notater fra grunnundersøkelsene
- kalibreringssertifikater
- uredigerte rådatafiler
- kvalitetssikrede data, inklusive eventuelle tolkninger av lag i grunnen
- filer for presentasjon av laboratorieundersøkelser

Byggherren skal sørge for at dataene leses inn i den nasjonale databasen for grunnundersøkelser (NADAG) når prosjekteringen avsluttes.

3D-modell

Undersøkelsene kan i tillegg dokumenteres i en 3D-modell. Ved leveranse av 3D-modell skal det alltid leveres en skriftlig oppsummering av grunnforholdene og eventuelle begrensninger, usikkerheter og mangler ved undersøkelsene sammen med modellen. For veiledning til oppbygging av modellen se håndbok V770 [6].

204.43 Leveranser – utførelsesentrepriser (konkurransesgrunnlag)

Det henvises til kapittel 204.42 for generelle krav til leveranser for alle entreprisformer. Dette kapittelet omhandler leveranser i utførelsesentrepriser.

Konkurransesgrunnlag

For utførelsesentrepriser resulterer prosjekteringen i et konkurransegrunnlag. Geotekniske rekkefølgebestemmelser skal komme tydelig fram av konkurransegrunnlaget. Det skal også fremgå om det er andre spesielle føringer eller prosedyrer for utførelsen, for eksempel hvilke områder det er restriksjoner for mellomlagring av masser og nødvendig liggetid for fyllinger av setningshensyn o.l.

Geoteknisk rapport for konkurransegrunnlaget

Det skal utarbeides geoteknisk rapport for konkurransegrunnlaget som skal deles opp i en fakta- og tolkningsdel. Rapporten skal inneholde følgende:

Faktadel

- Oversiktskart som viser plassering av grunnundersøkelsene sammen med prosjektert veg/tiltak.
- Observasjoner i felt (bergblotninger, observerte blokkforekomster, prøvegravinger etc.)
- Oversiktlig presentasjon/opptegning av grunnundersøkelser (sonderinger, poretrykkmålinger etc.) og prøvetaking.
- Representative lengde- og tverrprofiler som viser grunnundersøkelsene sammen med eksisterende terreng, prosjektert veg og prosjekterte geotekniske tiltak.
- Resultater fra laboratorieanalyser.

- Resultater fra tidligere undersøkelser i området. Tidligere grunnundersøkelser som ikke foreligger digitalt, bør leveres som skannede dokumenter i pdf-format.

Tolkningsdel

- Tolking av grunnforhold i form av lagdeling, variasjoner i grunnforhold, grunnvannstand og grunnens egenskaper.
- Den skriftlige dokumentasjonen skal omfatte en beskrivelse som oppsummerer grunnforholdene og eventuelle begrensninger, usikkerheter og mangler ved undersøkelsene og tolkningene av dem.
- Vurdering av grunnforholdene med tanke på det som vil bli bygd og arbeidet som planlegges utført (for eksempel spuntbarhet, rambarhet for peler, vurdering av massenes brukbarhet i fyllinger etc.)

204.44 Leveranser – andre entreprisformer enn utførelsesentrepriser

Det henvises til kapittel 204.42 for generelle krav til leveranser for alle entreprisformer. Dette kapitlet omhandler leveranser i andre entreprisformer enn utførelsesentrepriser.

Grunnundersøkelsesrapport

Grunnundersøkelser skal være dokumentert på en oversiktlig måte, enten i en egen grunnundersøkelsesrapport eller som del av prosjekteringsrapporten/notatet. Rapporteringen skal omfatte en beskrivelse som oppsummerer grunnforholdene og eventuelle begrensninger, usikkerheter og mangler ved grunnundersøkelsene.

Tidligere grunnundersøkelser som ikke foreligger digitalt, bør leveres som skannede dokumenter i pdf-format.

Det skal leveres oversiktskart som viser plassering av grunnundersøkelsene sammen med eksisterende terreng og planer for utbygging (prosjektert veg/tiltak). Det skal leveres representative lengde- og tverrprofiler som viser grunnundersøkelsene sammen med eksisterende terreng og planlagt utbygging, eventuelt vises også prosjekterte geotekniske tiltak.

205 Sikkerhetsnivå ved geoteknisk prosjektering

205.1 Generelt

Nødvendig sikkerhet skal ivaretas både i byggefase og for planlagt ny og utbedret veg. Krav til sikkerhetsnivå er gitt i dette kapitlet.

NVE veileder 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred – Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging av områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper [23] gir følgende definisjon av lokal- og områdestabilitet som er omforent i det norske fagmiljøet:

Lokalstabilitet: *Betegnelsen på en lokalt avgrenset stabilitetstilstand med mulighet for brudd (utglidning) i grunnen. Bruddet begrenses til det lokale påvirkningsområdet for spenningsendringen som har oppstått i skråningen. Typiske eksempler er lokalt grunnbrudd under fylling eller fundament, lokal utglidning ved graving i skråning i byggegrop eller i skjæring (stabilitetsbrudd), eller lokal utglidning i naturlig skråning som følge av poretrykksendring eller erosjon.*

Områdestabilitet: *En stabilitetstilstand der et initialt brudd kan igangsette en progressiv fram- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmaterialer, slik som er typisk for*

kvikkleire. Skredet kan bli omfattende dersom det omrørte sprøbruddmaterialet får fritt utløp i fallende terreng.

205.2 Stabilitetsanalyser

Det skal gjennomføres tilstrekkelig med stabilitetsanalyser til å dokumentere at sikkerheten er ivaretatt for vegen, tilstøtende terreng og bebyggelse. I grunnforhold med nøytral eller seig bruddoppførsel er det tilstrekkelig å vurdere lokalstabiliteten.

I grunnforhold med innslag av kvikkleire (sprøbruddmateriale) skal områdestabiliteten undersøkes med hensyn til fare for progressiv bruddutvikling.

For veger nær strandsoner bør kartlegging av både terreng og grunnforhold foretas i god avstand ut i vannet fra strandkanten, ut til og forbi marbakken.

Ved kryssing av elver skal erosjonsfaren i elva undersøkes både oppstrøms og nedstrøms, nødvendig erosjonssikring eller andre stabilitetstiltak skal prosjekteres. Det henvises til kapittel 4 for ytterligere krav til erosjonssikringen.

205.3 Lokalstabilitet

Geotekniske anleggstiltak og konstruksjoner prosjekteres i samsvar med sikkerhetsprinsippene gitt i Eurokode 7 [16] og øvrige standarder. Veiledende kommentarer og anbefalinger er gitt i håndbok V220 [2].

Sikkerhetsnivå for lokalstabilitet basert på partialfaktorer for løsmassenes skjærfasthetsparametere skal velges i tråd med tabell 205.1 og tabell 205.2 nedenfor. Partialfaktorene skal anvendes hvis datagrunnlaget for bestemmelse av jordparametere anses som dekkende. Ved mangelfullt grunnlag kan det være aktuelt å vurdere høyere verdi av partialfaktor.

Partialfaktorene for påvirkning og materialer tar hensyn til små variasjoner i geometriske data. Ved større usikkerhet eller avvik i geometriske data skal geometrien vurderes ved konservativt valg (til sikker side) av geometrien, eller utledes i samsvar med Eurokode 7 [16].

Tabell 205.1 Partialfaktorer for $\gamma_{M, \phi}$ og $\gamma_{M, c}$ ved effektivspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Tabell 205.2 Partialfaktorer for $\gamma_{M, cu}$ ved totalspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,4*	1,4*	1,4
CC2 Alvorlig	1,4*	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

* Eurokode 7 krever at $\gamma_{M, cu} \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyser

205.4 Områdestabilitet

Utredning av områdestabilitet gjøres i henhold til Byggteknisk forskrift til Plan- og bygningsloven, TEK17 [27], med tilhørende NVE veileder 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred [23]. Der gis det prosedyrer for kartlegging og faregradsbestemmelse av kvikkleiresoner og krav til sikkerhet for områdestabilitet. Bruk av prosentvis forbedring i stedet for absolutt partialfaktor i denne sammenheng skal begrunnes.

NVE veileder 7/2014 [23] angir tiltakskategorier for ulike typer tiltak. For veiledning til valg av tiltakskategorier for veg vises det til håndbok V220 [2].

NVE veileder 7/2014 [23] angir krav til kvalitetssikring for de ulike tiltakskategoriene. Kontrollomfanget for vegprosjekter skal tilfredsstille både kapittel 203 og krav til kvalitetssikring gitt i NVE veileder 7/2014 [23].

205.5 Sikkerhet for eksisterende veg

Ved utbedringer av eksisterende veg skal i utgangspunktet sikkerhetsnivået være tilsvarende som for ny veg. For mindre utbedringer på eksisterende veger kan det (i samråd med byggherren) enkelte ganger, ut fra samfunnsøkonomiske hensyn, aksepteres at sikkerhetsnivået ved geoteknisk prosjektering ikke oppnår samme krav som for ny veg. I slike tilfeller bør prosjektet gjennomgå utvidet prosjekteringskontroll. Den prosjekterende skal vurdere om det er behov for spesielle kontrolltiltak ved utførelsen, og beskrive disse. Se også håndbok V220 [2].

205.6 Trafikkklaster ved geoteknisk prosjektering

For trafikkklaster ved stabilitetsberegninger skal det benyttes en jevnt fordelt karakteristisk last på 15 kPa over hele vegbredden hvis dette er mest ugunstig. Vegbredden omfatter også vegskulderen.

Det skal benyttes en jevnt fordelt last på 10 kPa for gang- og sykkelveger.

Trafikklast på parkeringsplasser skal være tilsvarende som tilstøtende veg, dersom det ikke er etablert restriksjoner på hvilke kjøretøyer som har adgang.

Det skal benyttes en partialfaktor for trafikklast på $\gamma_Q = 1,3$ (eller 0 hvis lasten har gunstig virkning) i henhold til Eurokode 7 [16].

For trafikkklaster på bærende konstruksjoner henvises det til forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet (trafikklastforskrift for bruer m.m.) [29].

205.7 Seismisk påvirkning

Seismisk påvirkning skal regnes som en unormal naturlast.

I Eurokode 8, NS-EN 1998-1 Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1 [18] er det gitt sonekart som skal brukes ved vurderinger av jordskjelv i Norge.

Veiledende tabell for valg av seismisk klasse (I til IV) for en rekke konstruksjoner, inklusiv veg- og gangbruer, er gitt i Eurokode 8-1 [18]. Geotekniske konstruksjoner skal ha samme seismisk klasse som konstruksjonen de støtter. For seismisk klasse for bruer vises det til håndbok N400 [3].

For veg mellom permanente konstruksjoner skal det i forbindelse med Risiko og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) av plan jf. plan- og bygningsloven [28] gjøres en vurdering om jordskjelv er en aktuell problemstilling for den planlagte vegstrekningen.

Dersom ROS-analysen kommer frem til at konsekvensen ved et eventuelt jordskjelv ikke vil bli akseptert, skal en videre utredning gjennomføres. For veiledning til geoteknisk prosjektering ved seismisk påvirkning av veg vises det til håndbok V220 [2].

206 Setninger

Det skal utføres setningsvurderinger ved planlegging og prosjektering av veganlegg. Vurderingene skal dokumenteres og begrunnes. Kravene gitt i dette kapittelet gjelder for setning av vegfyllinger. Kravene til maksimalt tillatte setninger for konstruksjoner fundamentert på løsmasser er gitt i håndbok N400 [3].

Setninger skal vurderes for bruksgrensetilstanden med partialfaktor $\gamma_M = 1,0$. Det vil si at det skal anvendes karakteristiske parametere for setningsberegninger. Totalsetninger og setningsforskjeller på langs og på tvers av vegbanen skal ikke overstige kravene gitt i punktene 206.1, 206.2 og 206.3 i løpet av 40 år etter ferdigstillelse av anlegget.

Ved prosjektering skal det dokumenteres at kravene til maksimalt tillatte setninger er oppfylt ved beregning av setninger og tidsforløp. Beregninger skal omfatte setninger både i undergrunnen og i fyllinger. Setningsberegninger skal ta hensyn til setninger som er forårsaket av endringer i effektivspenning og tid etter ferdigstillelse av anlegget (krypsetninger).

Setningskravene gitt i dette kapittelet gjelder for ferdig veg. Byggefasen kan med stor fordel planlegges slik at mest mulig av setningene gjøres unna i denne perioden og nødvendig omfang av permanente sikringstiltak reduseres.

Setningsberegninger skal utføres etter anerkjente metoder, eksempelvis som angitt i håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [2]. Dersom beregnede setninger er større enn kravene gitt i dette kapittelet, skal det prosjekteres setningsreducerende tiltak slik at kravene oppnås.

206.1 Tillatt totalsetning

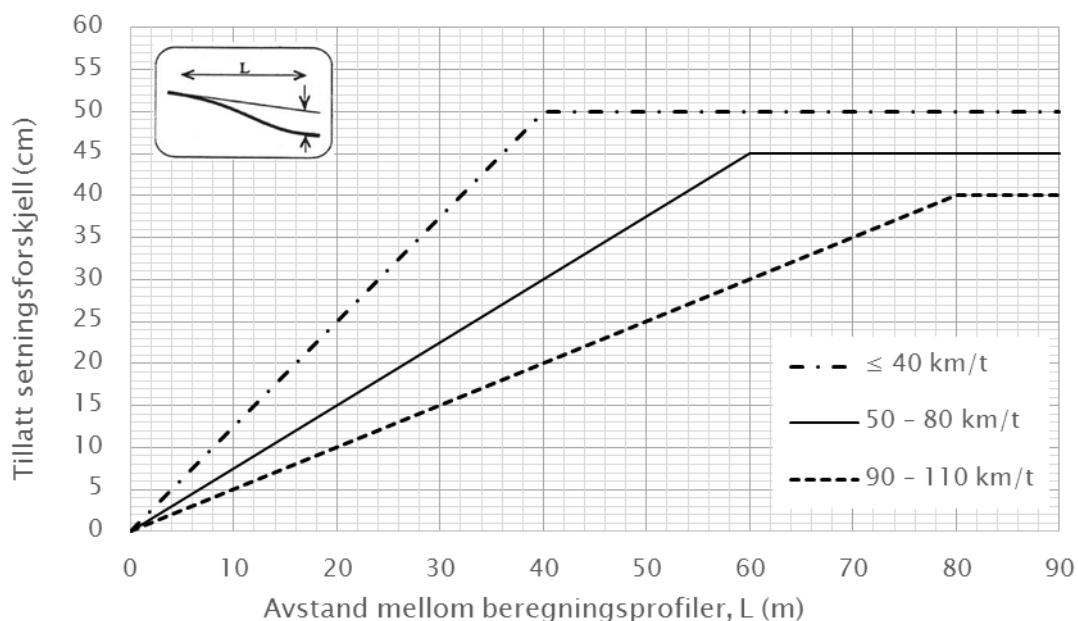
Totalsetningen ved et enkelt profil skal ikke overstige kravene gitt i tabell 206.1 i løpet av 40 år etter ferdigstillelse av anlegget.

Tabell 206.1 Tillatt totalsetning ved ulike fartsgrenser

Dimensjonerende fartsgrense (km/t)	Tillatt totalsetning (cm)
≤ 40	50
50 – 80	45
90 – 110	40

206.2 Tillatt setningsforskjell på langs

Setningsforskjellen i lengderetningen regnes som differansen i setninger mellom to profiler over en strekning L. Den største setningsforskjellen på strekningen L i løpet av 40 år etter ferdigstillelse av anlegget skal tilfredsstille figur 206.1.



Figur 206.1 Tillatt setningsforskjell på strekningen L ved ulike fartsgrenser

Håndbok N400 [3] angir generelle krav til når det benyttes overgangsplate. I følge figur 206.1 skal den tillatte setningsforskjellen være lik null (0) i overgangen mellom bru og vegfylling inntil bruenden. Hvis dette ikke er tilfellet, skal det benyttes overgangsplate dimensjonert i henhold til N400 [3]. I så fall skal det regnes setningsforskjell mellom endene av overgangsplaten i lengderetningen, der L = lengden på overgangsplaten. Beregningsresultatet skal oppfylle kravet i figur 206.1.

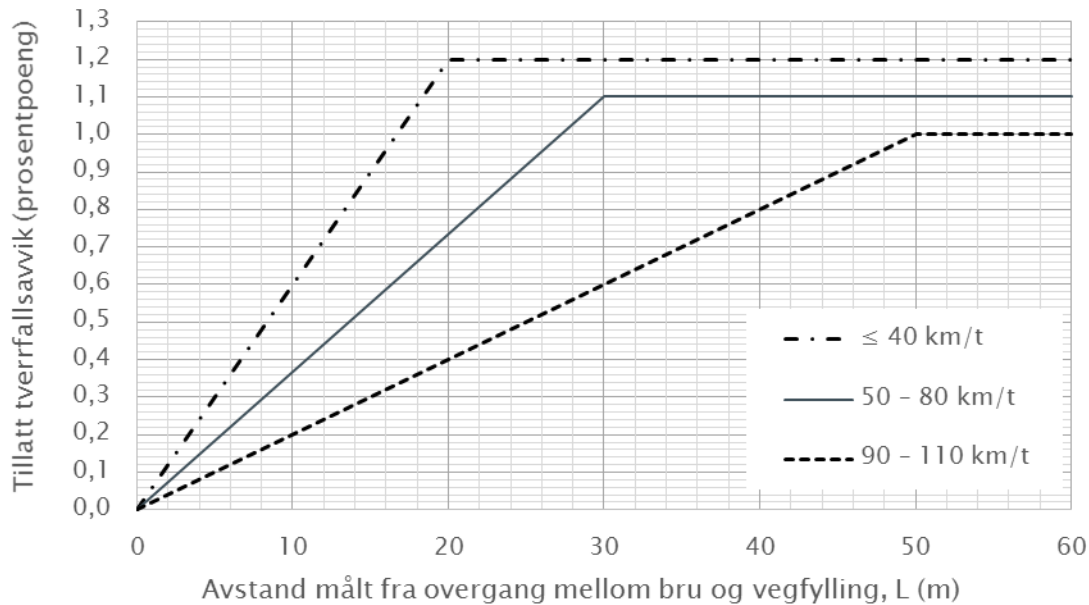
206.3 Tillatt setningsforskjell på tvers

Største tillatt tverrfallsavvik på grunn av setninger skal være i henhold til tabell 206.2. Setningsforskjellen på tvers av vegen skal ikke overstige kravene i løpet av 40 år etter ferdigstillelse av anlegget.

Tabell 206.2 Tillatt tverrfallsavvik ved ulike fartsgrenser

Dimensjonerende fartsgrense (km/t)	Tillatt tverrfallsavvik (prosentpoeng)
≤ 40	1,2
50 - 80	1,1
90 - 110	1,0

Ved bruer er tillatt tverrfallsavvik null (0) ved overgangen mellom bru og vegfylling, og øker lineært til verdiene gitt i over en strekning i vegfyllingen som er gitt i figur 206.2.



Figur 206.2 Tillatt tverrfallsavvik for setninger inn mot bruer ved ulike fartsgrenser

207 Geologiske forundersøkelser

207.1 Forundersøkelser generelt

For vegprosjekter der det planlegges skjæringer i berg skal geolog vurdere de geologiske forholdene. For hvert plannivå skal geoteknisk kategori vurderes, se kapittel 202. Rapportering tilpasses prosjektets kompleksitet og geoteknisk kategori. I geoteknisk kategori 1 og 2 i henhold til Eurokode 7 [16] kan det utarbeides geologiske notater. For bergskjæringer i geoteknisk kategori 3 skal resultatene presenteres i egen geologisk rapport. Metoder for geologiske undersøkelser er beskrevet i håndbok R211 Feltundersøkelser [12].

Utvidelser av eksisterende bergskjæringer bør prosjekteres som ny skjæring.

I vegprosjekter med skredfare skal sikkerhetsnivå for skred på veg bestemmes, se kapittel 208.

207.2 Forundersøkelser i tidlig planfase, i kommunedelplan og/eller fylkesdelplan

De geologiske forundersøkelsene fram til og med kommunedelplan/fylkesdelplan skal utføres for å vurdere prosjektets gjennomførbarhet, bidra til valg av linjealternativ og gi grunnlag for mengde/kostnadsoverslag.

Forundersøkelsene og vurderingene skal omfatte:

- linjeføring, skjæringshøyder, massebalanse
- eksisterende geologisk informasjon og eksisterende skjæringer
- geologisk kartlegging
 - bergarter, bergartsgrenser, berg i dagen
 - geologiske strukturer og svakhetssoner, lagdeling, foliasjon og oppsprekking med tanke på skjæringsstabilitet
 - løsmasser, typer og mektighet
- hydrologiske og hydrogeologiske forhold
- skredfare, studier av aktsomhetskart, tidligere kartlegginger og innrapporterte hendelser

- kvalitet på steinmaterialer med tanke på bruk i vegbyggingen
- bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning, behov for spesialdeponi
- behov for grunnundersøkelser som grunnboringer og geofysiske undersøkelser

For kommunedelplan/fylkesdelplan skal forundersøkelsene sammenstilles i en geologisk rapport som skal inneholde:

- oversiktskart med veglinjer med profilnummer, skjæringer skal vises og bergskjæringer i geoteknisk kategori 3 merkes
- utsnitt av berggrunnsgeologisk og kvartærgeologisk oversiktskart (NGU) med veglinjer med profilnummer
- geologiske kart i målestokk 1:1000 til 1:5000 i A3, inntegnet geologiske observasjoner som bart berg/løsmasser (blotningskart), bergarter, svakhetssoner, sprekkeagrammer langs trasé, utførte grunnboringer med plassering og dybde til berg, seismiske undersøkelser og øvrige undersøkelser
- tverrprofiler med høyde/lengde 1:1, inntegnet geologiske observasjoner og utførte undersøkelser
- oversikt over områdets geologi, og en beskrivelse av geologiske og hydrologiske/hydrogeologiske forhold som vil kunne være av betydning for valg av alternativ
- identifisering av områder som vil kunne kreve spesielle tiltak
 - bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning
 - skredfare, aktsomhetskart
 - grunnvannssenkning
 - annet
- forslag til plan for videre forundersøkelser
- referanser

Undersøkelsene kan i tillegg dokumenteres i en 3D-modell.

207.3 Forundersøkelser i reguleringsplan

Sammen med undersøkelsene fra tidligere planfaser, danner forundersøkelsene i reguleringsplanfasen grunnlaget for prosjektering og utarbeidelse av konkurransegrunnlaget.

Alle undersøkelser bør være utført i løpet av dette planstadiet.

Det skal utarbeides egen geologisk rapport for reguleringsplanen, basert på både tidligere undersøkelser og grunnundersøkelser/feltarbeid i forbindelse med dette plannivået. I rapporten skal alle relevante geologiske forhold beskrives og sees i sammenheng med skjæringens geometri, grøftebredde og stabilitetsvurdering/-sikring.

Geologisk rapport til reguleringsplan skal inndeles i en faktadel og en tolkningsdel:

Del 1: Faktadelen i rapport for reguleringsplan skal inneholde:

- oversiktskart over veglinja med de planlagte skjæringene, med profilnummer, skjæringslengder og -høyder. Bergskjæringer i geoteknisk kategori 3 merkes.
- utsnitt av berggrunnsgeologisk og kvartærgeologisk oversiktskart (NGU) med veglinje med profilnummer
- geologisk kart langs traseen i målestokk 1:1000 i A3, inntegnet bart berg/løsmasser (blotningskart), bergarter, svakhetssoner, sprekkeagrammer langs trasé, grunnboringer med plassering og dybde til berg, seismiske undersøkelser og øvrige undersøkelser
- tverrprofiler i målestokk 1:100-1:200 med høyde/lengde 1:1, inntegnet geologiske observasjoner og utførte undersøkelser
- beskrivelse av bergarter, foliasjon, strukturer og andre geologiske observasjoner

- sprekketetthet og sprekkeorientering, sprekkerose og stereoplott med skjæringens orientering inntegnet
- hydrologiske og hydrogeologiske forhold
- resultater fra utførte undersøkelser:
 - grunnboringer
 - geofysiske undersøkelser
 - kvalitetsanalyser av steinmaterialer med tanke på bruk i veglinja
 - vannkjemiske forhold/analyser
 - mineralogiske analyser og eventuell kjemisk analyse av bergarter
- dokumenterte skred, aktsomhetskart
- spesielle lokale hensyn
- referanseliste over alle rapporter og annet som rapporten bygger på

Del 2: Tolkningsdelen i rapport til reguleringsplan bør inneholde:

- tolkninger av de geologiske forholdene langs traseen med tanke på skjæringsstabilitet: bergarter, bergartsgrenser, bruddstrukturer og svakhetssoner, løsmasser over skjæringstopp
- aktuelle stabilitetssikringstiltak/-metoder og mengdeestimat
- hydrologiske og hydrogeologiske forhold (grunnvann/sprekkevann, bekkeløp, etc.): antatt behov for drenering, avskjæringsgrøfter, nedføringsrenner, fare for grunnvannssenkning, iskjøving, etc.
- anbefaling av uttaksmetode
- påpekning av eventuelle forhold som vil kunne ha betydning for boring og sprengning (borbarhet, sprengbarhet, boreavvik, ladevansker o.a.)
- anbefaling av utforming av tverrprofilen langs traseen
- oversikt over skredfare og anbefaling av skredsikringstiltak, ev. henvisning til egen rapport
- kvalitet på steinmaterialene med tanke på bruk i veglinja
- effekter på ytre miljø, behov for spesialdeponi, ev. andre anbefalinger
- påpekning av usikkerheter eller spesielle risikoer

Geologisk rapport for reguleringsplan skal foreslå bemanning i byggefasen, ut fra forventede geologiske utfordringer.

Undersøkelsene kan i tillegg dokumenteres i en 3D-modell.

I prosjekter som inkluderer skredsikringstiltak, kan det utarbeides en egen rapport om dette temaet.

207.4 Geologisk rapport for konkurransegrunnlag

Geologisk rapport for konkurransegrunnlag utarbeides på grunnlag av foreliggende undersøkelser fra tidligere planfaser. Eventuelle supplerende undersøkelser skal være avklart og gjennomført før geologisk rapport til konkurransegrunnlag.

Arbeidsbeskrivelser knyttet til uttaksmetode, sikringsmetoder og -mengder behandles andre steder i konkurransegrunnlaget og er ikke en del av geologisk rapport.

Grenseverdier for sprengningsinduserte vibrasjoner er ikke en del av geologisk rapport. Se kapittel 22.

En fagansvarlig for de geologiske undersøkelsene skal kvalitetssikre at konkurransegrunnlaget gjenspeiler de geologiske utfordringene.

Den geologiske rapporten for konkurransegrunnlaget skal ha en faktadel og en tolkningsdel; det skilles klart mellom observasjoner og vurderinger slik at den utførende får best mulig informasjon om bergforholdene for egne vurderinger og tolkninger.

Del 1: Faktadelen skal inneholde:

- oversiktskart, veglinja med de planlagte skjæringene, med kart som viser profilnummer, skjæringslengder- og -høyder. Bergskjæringer i geoteknisk kategori 3 merkes.
- geologisk kart langs traseen i målestokk 1:1000 i A3, inntegnet bart berg/løsmasser (blotningskart), bergarter, svakhetssoner, sprekkeagrammer langs trasé, grunnboringer med plassering og dybde til berg, seismiske undersøkelser og øvrige undersøkelser
- tverrprofiler i målestokk 1:100-1:200 med høyde/lengde 1:1, inntegnet geologiske observasjoner og utførte undersøkelser
- beskrivelse av bergarter, foliasjon og lagdeling, strukturer, svakhetssoner og andre geologiske observasjoner
- løsmasser og løsmassemektighet
- hydrologiske og hydrogeologiske forhold
- sprekke tetthet og sprekkeorientering, sprekkerose og stereoplott med skjæringens orientering inntegnet
- resultater fra utførte undersøkelser:
 - grunnboringer
 - geofysiske undersøkelser
 - kvalitetsanalyser av steinmaterialer med tanke på bruk i veglinja
 - vannkjemiske forhold/analyser
 - mineralogiske analyser og eventuell kjemisk analyse av bergarter
 - eventuelle andre undersøkelser og målinger
- spesielle lokale hensyn
- referanseliste over alle rapporter og annet som rapporten bygger på

Del 2: Tolkingsdelen skal inneholde:

- tolkninger av de geologiske forholdene: bergartsgrenser, bruddstrukturer og svakhetssoner, løsmasser, med vekt på hvor og hvordan disse forventes å opptre i bergskjæringene, og mulige følger for sprengning, stabilitet og sikring
- påpekning av eventuelle forhold som vil kunne ha betydning for uttaksmetode (borbarhet, sprengbarhet, boreavvik, ladevansker o.a.)
- hydrologiske og hydrogeologiske forhold (grunnvann/sprekkevann, bekkeløp, etc.): behov for drenering, avskjæringsgrøfter, nedføringsrenner etc.
- oversikt over skredfare og tiltak for å sikre vegen
- konsekvenser og tiltak mht. nærliggende veg, bygninger, konstruksjoner, bergrom, etc.
- steinmaterialenes kvalitet og egnethet til vegbygging (se kapittel 6)
- konsekvenser og tiltak knyttet til avrenning/ytre miljø
- HMS: Ev. spesielle forhold som fare for steinsprang og snøskred, kvarts/asbest i bergartene, høyt/bratt for mannskaper og utstyr, etc.
- påpekning av usikkerheter eller spesielle risikoer

Undersøkelsene kan i tillegg dokumenteres i en 3D-modell.

Ved andre entreprisformer enn utførelsesentreprise skal geologisk rapport følge samme detaljeringsnivå.

208 Sikkerhet mot skred

Fare for skred ned på veg fra naturlig sideterreng skal vurderes av skredfaglig rådgiver, og sikkerhetstiltak skal planlegges ut ifra valgt sikkerhetsnivå. Valg av sikkerhetsnivå (restrisiko) for skred på veg gjøres for hvert enkelt vegprosjekt. Det tas utgangspunkt i samlet skredsannsynlighet per km veg og dimensjonerende trafikkmengde.

Restrisikoen for skred på veg skal være lavere enn tolererbar skredsannsynlighet, og bør være lavere enn akseptabel skredsannsynlighet gitt i tabell 208.1. I valg av endelig sikkerhetsnivå (restrisiko) skal det legges vekt på skredintensitet og skadepotensiale fra skred, konsekvenser av stengt veg regionalt og lokalt, kostnader for å oppnå ulike sikkerhetsnivå mv.

Kravene i tabell 208.1 er en tilpasning av sikkerhetskravene i byggteknisk forskrift til plan- og bygningsloven, TEK17 [27], og gjelder for strekninger hvor trafikken normalt er i flyt. For områder hvor det tilrettelegges for stans, som oppstillingsplasser, rasteplasser mv, gjelder sikkerhetskravene i TEK17 [27].

Tabell 208.1 Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg.

Dimensjonerende trafikkmengde	< 200	200 – 499	500 – 1499	1500 – 3999	4000 – 7999	> 8000
Skred-sannsynlighet						
Akseptabel skredsannsynlighet pr. km og år (bør-krav)	1/10	1/20	1/50	1/50	1/100	1/1000
Tolererbar skredsannsynlighet pr. km og år (skal-krav)	1/2	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100

En vurdering av skredfare i prosjektet skal beskrives, sammen med forslag til sikringstiltak og tilhørende restrisiko for skred på veg. Dette beskrives i egen rapport eller kan inngå i geologisk rapport, se kapittel 207.

21 Fjerning av vegetasjon og toppmasser

211 Generelt

Kapittel 21 må ses i sammenheng med kapittel 7. Beskrivelsen under gjelder alle arbeider med hogging, rydding og fjerning av buskas, trær og hogstavfall, fjerning av stubber og røtter samt avtaking og håndtering av toppmasser. En nyttig veiledning for slike arbeider er håndbok V271 Vegetasjon i veg- og gatemiljø [5].

Avtaking og gjenbruk av toppmasser vurderes for forurensing og risikovurderes med tanke på miljø iht. lovverket.

Geoteknisk stabilitet skal sikres for all lagring av toppmasser.

Det kan lages en rigg- og marksikringsplan. En slik plan konkretiserer, synliggjør og stedfester mange forhold knyttet til ytre miljø- og landskap sett i sammenheng med anleggslogistikk. Den vil være et verktøy for å ivareta lov- og forskriftskrav, for vellykket anleggsgjennomføring og for kvalitet. En rigg- og marksikringsplan kan inngå som en del av reguleringsplanen og/eller som leveranse fra prosjekteringen. Mer om rigg- og marksikringsplan er å finne i håndbok V271 [5].

212 Permanent sikring av eksisterende vegetasjon

Eksisterende vegetasjon som planlegges bevart, skal stedfestes, f.eks. i en rigg- og marksikringsplan (se kapittel 211) og, om nødvendig, sikres og merkes. For veiledning om sikring av vegetasjon vises det til V271 [5].

213 Vegetasjonsrydding

Vegetasjonsrydding skal ikke foretas utover det areal som er angitt i godkjent plan. Rigg- og marksikringsplan kan benyttes til dette, se kapittel 211.

Stubber og røtter som i mengder og dimensjoner defineres som biologisk nedbrytbart avfall skal enten fjernes eller flises opp. Mindre dimensjoner og mengder kan inngå i toppmasser til bruk på anlegget dersom dette ikke vesentlig forringer massekvaliteten.

214 Avtaking av toppmasser

Både toppmasser og underliggende løsmasser som benyttes som voksemedium, skal behandles slik at jordstrukturen ikke blir komprimert ved avtaking og mellomlagring.

214.1 Avtaking av vegetasjonsdekke av naturbunn

Dersom miljørisikovurderingen tilsier at stedlige toppmasser er egnet til bruk (f.eks. fri for forurensing og fremmede skadelige arter), bør en planlegge lokal gjenbruk på skråninger og midlertidige inngrep. Midlertidig lagring av toppmasser egnet til gjenbruk i anlegget bør skje utenfor veglinja, men likevel så nært utleggingsstedet som mulig. Veiledning til prinsipper for avtaking og mellomlagring av toppmasser til naturlig revegetering fra stedlige toppmasser, se V271 [5]. Eventuell mellomlagring

utenfor anleggsområdet skal planlegges og miljørisikovurderes, slik at mellomlagring ikke er i konflikt med plan- og bygningslovens regler, miljølovverk og geoteknikk.

214.2 Avtaking av matjord

Matjord er toppmasser og omfatter øverste løsmasselag på dyrket og tidligere dyrket areal. Matjord med tydelig lagdeling og som planlegges gjenbrukt, skal tas av lagvis, skal mellomlagres separat og adskilt fra andre løsmasser, og skal legges tilbake lagvis (se kapittel 7). Det skal gjennomføres tiltak for ugraskontroll/ ugrasbekjempelse både i mellomlager og ved utlegging. Se veiledning i V271 [5].

214.3 Avtaking av underliggende løsmasser

Rydding av vegetasjon og avtaking av toppmasse skal gjøres først. Deretter tas eventuelle andre løsmasser ut som planlegges gjenbrukt til revegetering, jordproduksjon eller dyrkningsformål.

215 Håndtering av løsmasser infisert med fremmede skadelige arter og ugras

Kartlegging av fremmede skadelige arter bør skje i reguleringsplanfasen. Dersom det ikke er gjort eller om det er behov for supplerende kartlegging, skal denne kartleggingen gjennomføres før anleggsstart.

Løsmassene skal miljørisikovurderes med utgangspunkt i kartleggingene. Dersom miljørisikovurderingen av løsmassene tilsier at det er fremmede skadelige arter eller aggressivt ugras i anleggsområdet, skal det planlegges tiltak for å hindre videre spredning og/eller for å bekjempe arten både i forbindelse med håndtering av selve plantedekket og massene. Rengjøring av maskiner og utstyr bør utføres. Permanent deponering av plantemateriale og fremmedartinfiserte løsmasser vil som oftest være løsningen, se V271 [5].

Ut fra miljørisikovurderingen skal også mellomlagring planlegges. Det vil kunne være behov for at ulike typer løsmasser håndteres hver for seg og ikke blandes.

22 Skråninger og skjæringer i berg

221 Funksjonskrav

Funksjonskrav for skråninger og skjæringer i berg er vist i tabell 221.1.

Tabell 221.1 Funksjonskrav for skråninger og skjæringer i berg

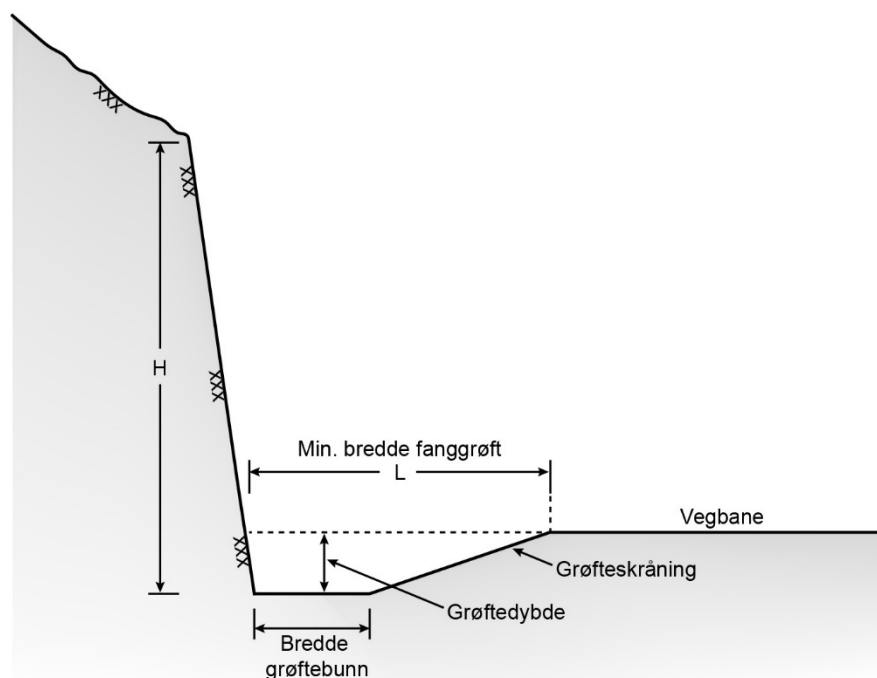
Krav til	Krav
Stabilitet, sikkerhet mot utfall og skred	Bergskjæringer skal etableres slik at det ikke er fare for nedfall av stein og is på veg. Bergskjæringer bør etableres slik at man unngår rensk og annen sikring de første 20 årene. Det samme gjelder rensk og sikring av løsmasse på skjæringstopp.
Sikkerhetsnivå skjæringstopp/ skråning	Inngjerding bør vurderes for å hindre fall av dyr eller mennesker fra skjærings-/skråningstopp.
Trafikksikkerhetsnivå / Grunnlag for prosjektering	Sikkerhetsnivået i skråninger/skjæringer bør være likt for hele vegstrekningen som bygges ut.

En rigg- og marksikringsplan kan utarbeides med tanke på ytre miljø og anleggsgjennomføring, se kapittel 211.

222 Utforming av bergskjæringer og fanggrøft

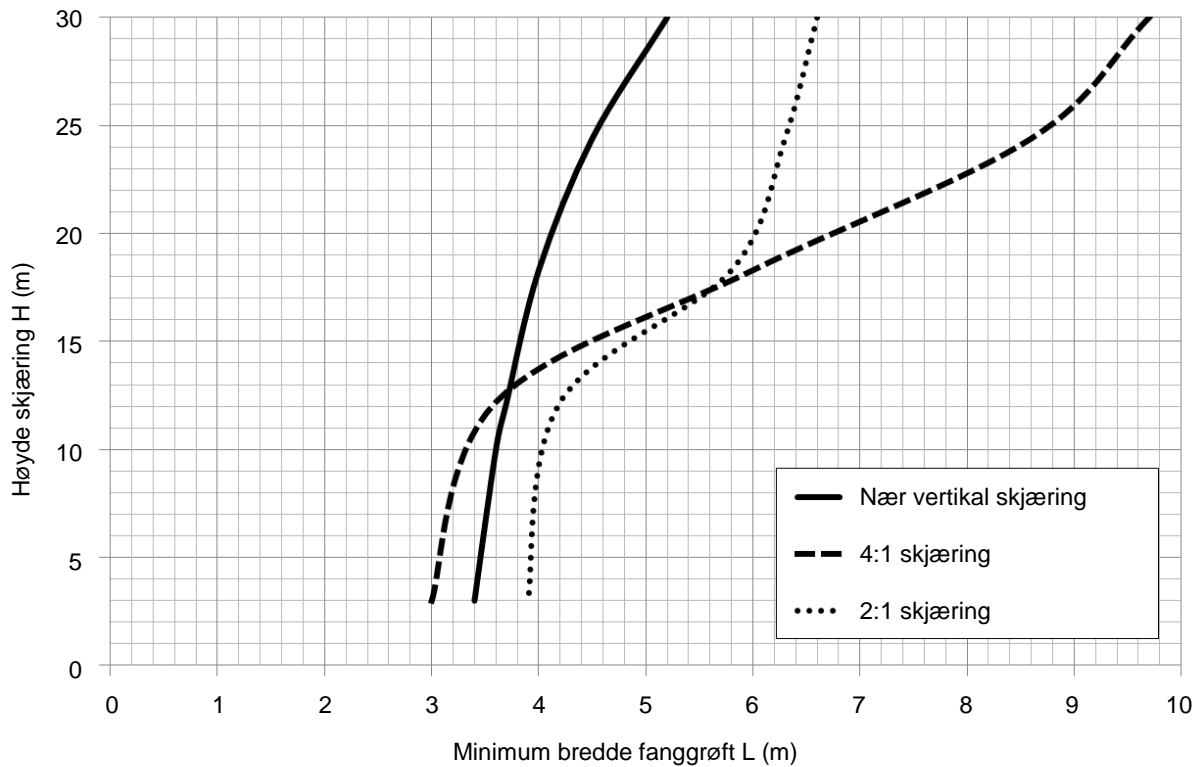
Bergskjæringer bør utformes som nær vertikale skjæringer (10:1 eller brattere). Helning og utforming skal tilpasses forhold som geologi, grunnvann og landskap.

Bergskjæringer skal utformes med fanggrøft, se figur 222.1.



Figur 222.1 Prinsippkisse for utforming av fanggrøft i bergskjæring

Minimumsbredde på fanggrøft for steinnedfall (L) skal dimensjoneres i henhold til figur 222.2. Ved behov for andre skjæringshelninger enn de som er oppgitt i figuren benyttes interpolering.



Figur 222.2 Minimum bredde av fanggrøft avhengig av skjæringshøyde og skjæringshelning.

Krav som gjelder grøfter er gitt i kapittel 4. Bredden på sikkerhetssonen og ev. trafikksikkerhetstiltak mot bergskjæringen er gitt i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [4].

For rensk og sikring av skjæringer og skråninger vises det til kapitlene 225 og 226.

223 Avdekning før uttak av bergskjæring

Bergoverflaten bør renskes til minimum 2 m utenfor prosjektert skjæringstopp for bergskjæringen.

Løsmasser utenfor skjæringstopp skal utformes med stabil skråningshelning eller sikres slik at erosjon og utglidning hindres, se kapittel 24.

For håndtering av vegetasjon og toppmasser, se kapittel 21.

224 Uttak av bergskjæring og grøft

224.1 Generelt

Bergsprengning er ved siden av teknisk sprengning regulert av forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff [24]. I situasjoner og områder hvor bergsprengning ikke er hensiktsmessig eller mulig, tas massene ut med mekaniske metoder.

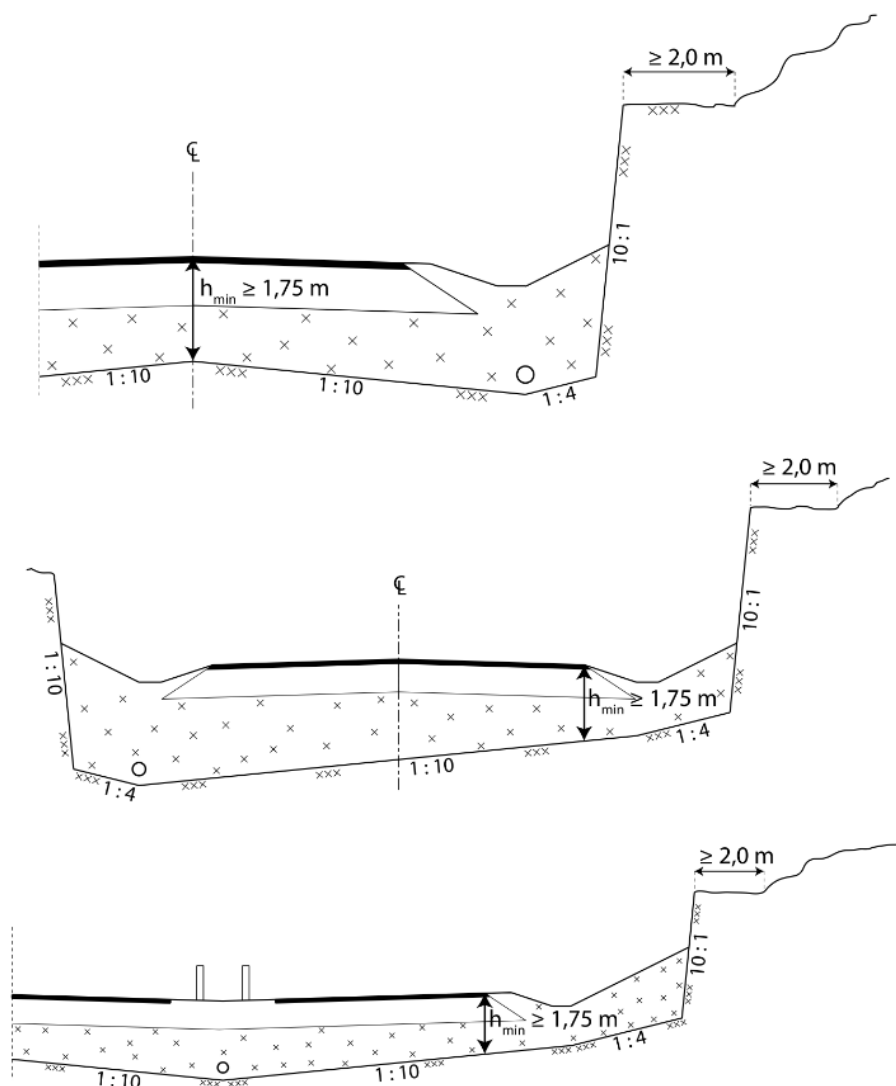
I områder med kvikkleire (sprøbruddmateriale) skal områdestabiliteten utredes i henhold til kapittel 20. Det skal påses at salven ikke bryter ut i leirmassene og at eventuelt utkast av sprengningsmasser over bakkenivå ikke lander på og belaster terrenget over kvikkleira.

For å sikre drenering og frostsikring for bunnen av vegskjæringer skilles det mellom dypspregning, se kapittel 224.2, eller grunnsprengning, se kapittel 224.3.

224.2 Dypspregning

Veganlegg i dagen på undergrunn av berg skal gis en utførelse som sikrer drenering og hindrer teleskader. I bergarter som ved forundersøkelser er klassifisert ikke å bli vannømfintlige etter sprengning skal det dypsprenes. Se kapittel 207.

Ved dypspregning skal berget bores og sprenges ned til et nivå uten å lastes ut. Andelen finstoff mindre enn 0,063 mm skal etter sprengningen være mellom 1 og 7 %, regnet av materiale mindre enn 90 mm. Det skal da regnes at det sprengte materialet er litt telefarlig, dvs. i telefarlighetsklasse T2, se kapittel 5. Største tillatte stein skal ikke ha sidekant som overstiger 500 mm. Avstand fra topp ferdig veg til fast bergsåle skal være minimum 1,75 m, og minimum helning på sålen skal være 1:10, se figur 224.1.



Figur 224.1 Dypspregning

Hvis forundersøkelser av bergkvaliteten viser fare for høy finstoffproduksjon ved dypspregning, skal det projekteres for grunnsprengning, se punkt 224.3.

Ved dypspregning i områder med frostmengder større enn 20 000 h°C skal behovet for sprengning til frostsikker dybde vurderes. Frostdybder i knust berg er vist i kapittel 5.

Ved korte skjæringer (< ca. 50 m) og halvskjæringer vil dypsprengning til forutsatt dybde normalt gi tilstrekkelig drenering. Ved stor avrenning og lange drensveger skal det legges egne drensledninger.

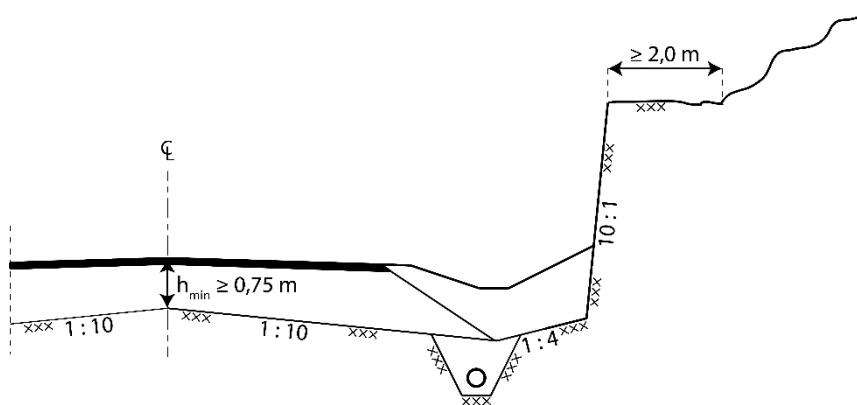
224.3 Grunnsprengning

Veganlegg i dagen på undergrunn av berg skal gis en utførelse som sikrer drenering og hindrer teleskader. I bergarter som ved forundersøkelser er klassifisert å kunne bli vannømfintlige etter sprengning skal det prosjekteres for grunnsprengning. Se kapittel 207.

Avstand fra topp ferdig veg til bergsåle skal være minimum 0,75 m. Minimum helning på bergsålen skal være 1:10. Ved utlastering av sprengt berg skal sålen finrenses slik at det maksimalt blir liggende igjen 50 mm løs masse. Finrensk av sålen inkluderer også tiltak for å unngå vannansamlinger og dårlig drenering.

Oppfylling til planum skal utføres med ikke-telefarlige materialer, eventuelt med materialer av samme kvalitet som forsterkningslaget, i telefarlighetsklasse T1. Oppfyllingen komprimeres tilsvarende som for forsterkningslaget.

Hoveddreneringen skal ligge frostfritt, se figur 224.2.



Figur 224.2 Drenering ved grunnsprengning

224.4 Vibrasjoner

Det skal fastsettes grenseverdier for sprengnings- eller anleggsinduserte vibrasjoner. Metoden for å fastsette veiledende grenseverdier og anbefalt omfang av bygningsbesiktigelse er gitt i NS 8141 [19, 20, 22]. Se også håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [2].

Før sprengnings- og anleggsarbeider igangsettes skal det utføres en forhåndsvurdering av faktorer som vil kunne påvirke størrelse og utbredelse av vibrasjoner, og en kartlegging og vurdering av byggverk, ømfintlig utstyr, infrastruktur etc. i området som vil kunne påvirkes av vibrasjonene. For sprengningsarbeider gjelder dette også for lufttrykkstøt.

Hvis det er kvikkleire (sprøbruddmateriale) eller områder med dårlig stabilitet i nærheten av sprengnings-, eller anleggsstedet, skal man vurdere faren for at vibrasjoner vil kunne medføre deformasjoner eller utløse skred. Ved store eller vanskelige grunnarbeider og i områder med kvikkleire (sprøbruddmateriale) skal vurderingene utføres så tidlig at resultatene vil kunne innarbeides i konkurransegrunnlaget. Størrelsen på området som omfattes av forhåndsvurderingen vil avhenge av prosjektets størrelse og mulige virkninger, men det bør inkludere et større område enn det som omfattes av bygningsbesiktigelse.

225 Rensk og sikring av bergskjæringer

Bergskjæringer skal renskes for løst berg og sikres mot nedfall i veggen.

Veggen skal være sikret mot iskjøving og nedfall av is.

Ved bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider skal følgene av inngrepet og stabiliteten av overliggende bergpartier spesielt vurderes.

226 Sikring av skråninger

Fare for skred fra naturlig skrånende terreng over skjæringstopp skal vurderes, se kapittel 208.

Valg av sikringsmetoder skal avgjøres ut fra risiko, type skredfare, behov for vedlikehold og økonomi. For sikring mot steinskred vises til rapport Vd 32 Sikring av vegger mot steinskred [7], for sikring mot snøskred vises til V138 Vegger og snøskred [8], og for sikring mot flomskred og sørpeskred vises til V139 Flom- og sørpeskred [9].

227 Utførelse og geologisk sluttdokumentasjon

For byggefasen skal det sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning og den nødvendige bergtekniske/ingeniørgeologiske kompetanse for å håndtere de forventede utfordringene. En person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha det faglige ansvar for permanent sikringen. Innsatsen skal gjenspeile, og tilpasses, prosjektets geotekniske kategori.

Under etablering av bergskjæringer skal berget fortløpende kartlegges og stabilitetsforholdene vurderes slik at uttaksmetoder, helningsvinkel og metode og omfang av permanent sikring vil kunne bestemmes og utføres på forsvarlig vis. Håndtering av vann og is skal vurderes.

Den utførte sikringen sammen med de geologiske forholdene skal dokumenteres i sluttrapport. Rapporten skal inneholde informasjon for fremtidig vedlikehold.

23 Grunnforsterkning og stabiliserende tiltak

231 Generelt

Forskjellige tiltak som kan benyttes ved dårlig grunn er vist tabell 231.1. Tabellen gir også et bilde av når de ulike metodene vil kunne være aktuelle. Valg av metode skal foretas av faglig sakkyndig på grunnlag av grunnundersøkelser, funksjonskrav og kostnadsoptimalisering.

Tabell 231.1 Aktuelle tiltak

Tiltak	Setningsreduserende	Overflatestabilitet	Stabilitet/bæreevne
Masseutskifting	X	X	X
Forbelastning	X		
Motfylling			X
Lette masser	X		X
Peling under fylling	X		X
Kalk og sementpeler	X		X
Vertikaldren	X		(X)
Dypkomprimering med fallodd	X		
Grunnvannssenkning		X	X
Grunnfrysing			X
Armering under fylling		X	X

Tegnforklaring: X Egnet/aktuell løsning

(X) Mindre aktuell/sekundær funksjon

For nærmere beskrivelse av de ulike metodene henvises det til håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [11].

Den prosjekterende skal angi hvilke kontroller som forutsettes gjennomført ved utførelse for å verifisere at tilfredsstillende resultat er oppnådd og at nødvendig sikkerhet er ivarettatt.

I forbindelse med valg av metode skal den prosjekterende gjennomføre en vurdering av risiko for arbeidene og eventuelle HMS tiltak der hvor prosjekterende anser dette som nødvendig. Faren for at nærliggende områder vil kunne ta skade av tiltak skal også vurderes.

232 Masseutskifting

Der masseutskifting velges som tiltak skal det avklares i reguleringsplanfasen at det finnes deponier for massene.

Ved bruk av sprengsteinmasser eller forurensede masser gjøres en vurdering av innvirkning på ytre miljø mht. forurensning i tråd med overordnet regelverk.

Utgraving

Den prosjekterende skal vurdere skråningsstabiliteten, slik at nødvendig utskiftingsbredde blir opprettholdt. Nødvendig utskiftingsbredde og eventuelle restriksjoner i utførelsen skal beskrives.

Masser til tilbakefylling skal bestå av sprengt stein når det står vann i utgravingen eller er vanninnstrømning i graveskråningene. Er det ikke vann tilstede, kan det tilbakefylles med friksjonsmasser (sand og grus).

Massefortrengning ved sprengning foran fyllingstipp

Der hvor det er for dypt til fast grunn/berg til å masseutskifte ved graving skal det gjøres en faglig vurdering om sprengning foran fyllingstipp vil kunne være en aktuell metode, der hvor forholdene ligger til rette for det.

Ved massefortrengning skal det benyttes sprengt stein som erstatningsmasse. Det bør benyttes grovsprengt stein. Tunnelstein vil kunne være en aktuell masse avhengig av gradering og steinkvalitet og dette bør avklares i prosjekteringen.

Det skal påses at sprengningen utføres som forutsatt. Ved sprengning foran fyllingstipp skal ferdsel på fylling med maskiner og mannskap først skje etter at all ettervirkning av sprengningen har opphørt. Det skal gjøres en vurdering av hvor lang tid det er nødvendig å vente, før ferdsel på fyllingen tillates, i hvert enkelt tilfelle.

Ved bruk av sprengning som metode skal det utføres en vurdering av påvirkningen på områdestabilitet og eventuelle skader som vil kunne påføres omgivelsene fra vibrasjonene som oppstår. Metoden er nærmere beskrevet i håndbok V221 [11].

Ettersprengning ved massefortrengning

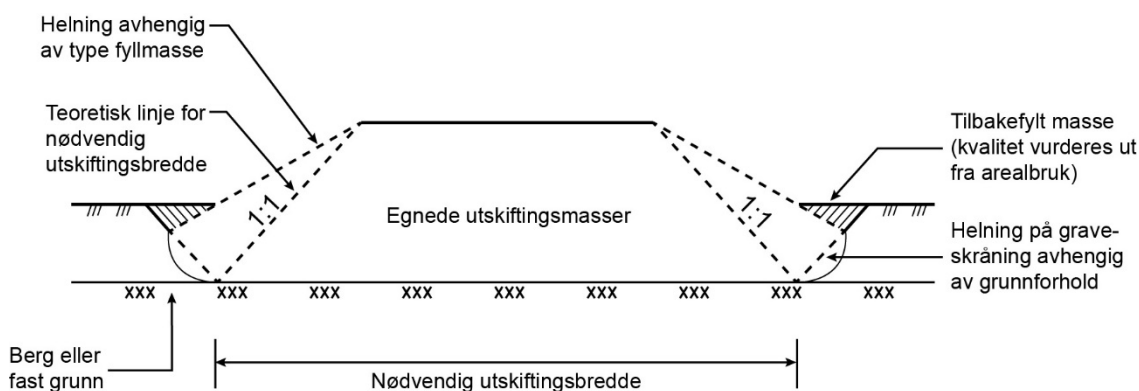
For å sikre tilstrekkelig sideveis fortrengning vil det kunne være nødvendig å utføre ettersprengning langs vegfyllingen. Ettersprengning skal sikre at fyllingen får kontakt med fast grunn eller berg ut til skråningshelning 1:1 fra vegkant, se figur 232.1. Det skal alltid utføres ettersprengning langs fyllinger i vann som fundamenteres ved fortrengning.

Fyllinger i sjø og vassdrag

Ved fyllinger i sjø og vassdrag skal arbeidsgangen ved tipping og plassering av masser på fyllingfronten planlegges spesielt med hensyn til sikkerhet (HMS). Det skal også gjøres en vurdering av innvirkning på naturmiljøet ved slike fyllinger (tilslamming).

Kontroll av arbeidsprosedyre og utførelse

Arbeidsprosedyre og utførelse skal for ovennevnte arbeider kontrolleres i henhold til utførelseskontrollklasse 3 (UKK3) gitt i kapittel 203.



Figur 232.1 Prinsippkisse for masseutskifting, tverrprofil

233 Forbelastning

Stabiliteten av fyllingen skal være tilstrekkelig til å tåle vekten av tilleggsbelastningen fra overhøyden på fyllingen. Motfylling vil også kunne være nødvendig for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

For å oppnå hensiktsmessig effekt skal metoden vurderes i reguleringsplanfasen. Tilstrekkelig liggetid for forbelastning og eventuelle behov for midlertidig tilgang til byggegrunn skal planlegges slik at tiltaket er gjennomførbart.

Ved dimensjonering av forbelastning skal en ta utgangspunkt i hvor store setninger som aksepteres på den ferdige vegen/konstruksjonen, se kapittel 206.

Ved bruk av forbelastning skal setninger registreres og dokumenteres under anleggsperioden. Den prosjekterende skal gjøre en vurdering av setningsforløpet som en del av prosjekteringen og sette opp et måleprogram som samsvarer med forventet konsolideringsforløp. Den prosjekterende skal også beskrive etterkontrollen og at den skal dokumenteres under bygging.

234 Motfylling

Motfyllinger skal dimensjoneres med tyngdetetthet for de masser som vil være tilgjengelige under bygging. Stabiliteten av motfyllingen skal tilfredsstillende krav gitt i kapittel 205.

Motfyllinger skal bygges opp samtidig med hovedfyllingen, slik at nivåforskjellen mellom hovedfylling og motfylling aldri overstiger den endelige høydeforskjellen mellom disse to. Motfyllingen skal utformes slik at den best mulig tilpasses tilstøtende terreng.

235 Fyllinger av lette masser

235.1 Generelt

For lette fyllinger skal det sikres at tyngden av den ferdige fyllingen er større enn oppdriften ved maksimal flomvannstand tilsvarende 200-års flom. Sikkerhetsfaktoren mot oppdrift for lette masser skal settes til minimum 1,3. Fyllingen skal også sikres mot flom i anleggsfasen.

Tekniske egenskaper og utleggingsdata for lette fyllmasser skal være i samsvar med tabell 235.1.

Tabell 235.1 Tekniske egenskaper og utleggingsdata for lette fyllmasser

Materiale	Lettklinker	Skumglass	Ekspandert polystyren (EPS-blokker)	
Materialkvalitet	Usortert 0/32 mm ¹⁾ Sortert 8/20 mm ²⁾	10/60 mm ³⁾	Trykkfasthet min. 100 kPa ved 5 % deformasjon	
Beregningsmessig tyngdetetthet i fylling, kN/m³	4,5 usortert 4,0 sortert	3,0	0,5 drenert tilstand 1,0 under H.G.V. ⁴⁾	
Beregningsmessig tyngdetetthet mot oppdrift, kN/m³ ⁴⁾	3,0 usortert 2,5 sortert	2,2	0,2	
Volumendring ved komprimering, %	8–12	15-25	~ 0	
U T L E G G I N G	Undergrunn leire/silt	Filterlag (separasjonslag)	Filterlag (separasjonslag)	
	Maksimal tykkelse av hvert lag, m (ferdig komprimert)	1,0 0,6 inntil landkar/støttemur	1,0 0,6 inntil landkar/støttemur	
	Komprimering	Beltegående maskin med beltetrykk ≤ 50 kN/m ² . Unngå nedknusing. Vibroplate ved landkar/støttemur.	Beltegående maskin med beltetrykk ≤ 50 kN/m ² . Unngå nedknusing. Vibroplate ved landkar/støttemur.	Blokkene stables i forband. Unngå gjennomgående sprekker.
	Skråningshelning på fylling av lette masser	1:2 eller slakere	1:1 eller slakere	Vanlig fylling 2:1 eller slakere Vertikal front kan vurderes
	Skråningshelning på overdekningsmasser (grus eller knuste steinmasser)⁶⁾	1:2 eller slakere	1:2 eller slakere	1:2 eller slakere
	Tykkelse overdekning på skrånninger med lette masser, m ⁷⁾	Min. 0,8	Min. 0,5	Min. 0,25

¹⁾ Nominell tørr densitet = 275 kg/m³ ± 15 %

²⁾ Nominell tørr densitet = 245 kg/m³ ± 15 %. Sorterte materialer har mindre egenstabilitet og krever noe mer oppfølging under utlegging og komprimering enn usorterte materialer.

³⁾ Nominell tørr densitet = 180 kg/m³ ± 15 %

⁴⁾ H.G.V. betyr høyeste grunnvannstand

⁵⁾ Ved fare for flom og neddykking av nyutlagte masser skal eventuell bruk av tørr tyngdetetthet vurderes

⁶⁾ For finkornige masser (leire, silt, finsand) maks helning 1:3

⁷⁾ Måles vinkelrett på skrånningen, øverst hvis tykkelsen varierer/øker med dybden

Vegfyllinger av lette masser skal utformes og dimensjoneres slik at beregningsmessig stabilitet og setninger er i samsvar med kapitlene 205 og 206.

Dersom lettklinker og skumglass blir liggende helt eller delvis under grunnvannstand skal det gjøres en bestemmelse av tyngdetettheten i hvert enkelt tilfelle. For veiledning til valg av tyngdetetthet under slike forhold vises det til håndbok V221 [11].

Helning på utkiling i lengderetningen (på grunn av setningsforskjeller) bør være minimum 1:10, men kan gjøres brattere dersom krav til maksimale tillatte setningsforskjeller i kapittel 206 er oppfylt.

Overgangsplate fra konstruksjoner til fyllinger av lette masser er beskrevet i håndbok N400 [3].

235.2 Lettklinker

Materialkrav

Tørrdensiteten til ukomprimert lettklinker skal være:

- $\rho_{\text{usortert}} = 275 \text{ kg/m}^3 \pm 15\%$ (0/32 mm)
- $\rho_{\text{sortert}} = 245 \text{ kg/m}^3 \pm 15\%$ (8/20 mm)

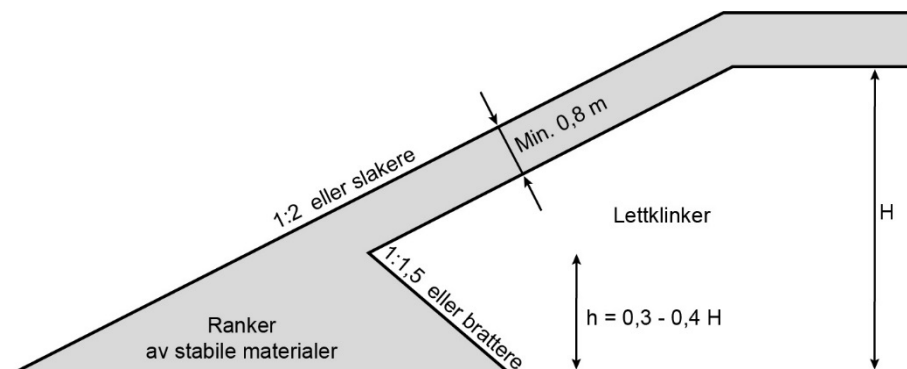
Prosentandelen av finstoff mindre enn 2 mm skal ikke overstige 4 % (vektprosent) for ukomprimerte masser (ved mottak).

Prosjektering

Det skal kontrolleres at sikkerheten mot oppdrift er tilstrekkelig jf. punkt 235.1. Lettklinker bør ligge drenert og over normal vannstand. Ved utlegging under grunnvannstand skal tyngdetettheten vurderes spesielt.

Ved utfylling med lettklinker på bløt grunn skal en fiberduk legges ut som filterlag. Fiberduken bør være av klasse 3 eller bedre.

For å sikre intern stabilitet, samt for å oppnå tilstrekkelig bæreevne i ytterkant av veggen, skal lettklinkerfyllingen prosjekteres med overdekningsmasser i henhold til tabell 235.1 og figur 235.1.



Figur 235.1 Prinsippskisse for oppbygging av fylling med lettklinker

Toppen av lettklinkerlaget skal prosjekteres til å være parallelt med overbygningen. Før overbygningen legges ut skal en fiberduk klasse 3 (eller bedre) legges over lettklinkerfyllingen. Lettklinkerlaget bør ikke belastes med konsentrerte laster.

Det skal påses at lettklinkeren ikke er frosset i klumper eller blir iblandet snø, is, løsmasser eller andre materialer.

Ved fyllinger over 3 meter skal det vurderes om det er behov for å bygge ranker av stabile masser som fyllingen komprimeres mot i nedre halvdel, se figur 235.1. Videre oppover skal lettklinkerlaget legges med en skråningshelning på 1:2 eller slakere. Overdekningsmassene skal legges ut med en helning på 1:2 eller slakere i henhold til kapittel 25. Overdekningsmassene skal legges ut slik at komprimering for hvert lag utføres etter at overdekningsmassene er lagt ut. Tykkelsen av overdekningslaget målt vinkelrett på skråningsflaten skal være minst 0,80 m jf. tabell 235.1 og figur 235.1.

Lettklinker skal legges ut lagvis i maksimalt 1 m tykke lag (ferdig komprimert). Ved utlegging inntil landkar eller støttemurer skal tykkelsen av hvert lettklinkerlag begrenses til 0,6 meter (ferdig komprimert).

For fundamentering av rekkverk i fyllinger med lettklinker vises det til kapittel 7.

Tykkelsen på de granulære lag i overbygningen over lettklinkerfyllingen skal prosjekteres i henhold til kapittel 5, men skal som minimum være 50 cm for å unngå ising på vegdekket.

235.3 Skumglass

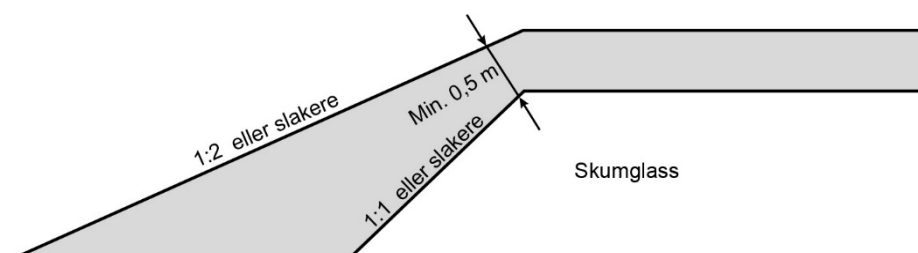
Materialkrav

Tørredensiteten til ukomprimert skumglass skal være $\rho = 180 \text{ kg/m}^3 \pm 15 \%$.

Prosentandelen av finstoff mindre enn 2 mm skal ikke overstige 4 % (vektprosent) for ukomprimerte masser (ved mottak).

Prosjektering

Det skal kontrolleres at sikkerheten mot oppdrift er tilstrekkelig jf. punkt 235.1. Skumglass bør ligge drenert og over normal vannstand. Ved utlegging under grunnvannstand skal tyngdetettheten vurderes spesielt, jf. punkt 235.1.



Figur 235.2 Prinsippkisse for oppbygging av fylling med skumglass

Toppen av skumglasslaget skal prosjekteres til å være parallelt med overbygningen. Fiberduk klasse 3 (eller bedre) skal benyttes for å separere skumglasslaget fra underliggende lag og overbygning.

Det skal påses at skumglasset ikke er frosset i klumper eller blir iblandet snø, is, løsmasser eller andre materialer.

Skumglass skal legges ut med skråningshelning 1:1 eller slakere og tykkelsen på overdekningslaget målt vinkelrett på skråningsflaten skal være minimum 0,5 m jf. tabell 235.1 og figur 235.2. Ved høye fyllinger av skumglass skal det vurderes om det er behov for støttefylling (ranke) av stabile masser ved utlegging, slik som vist for lettklinker i figur 235.1. Overdekningsmassene skal legges ut med en helning på 1:2 eller slakere i henhold til kapittel 25.

Anleggstrafikk med lastebiler og hjullastere direkte på skumglasslaget skal unngås da dette vil kunne føre til uønsket nedknusing av materialet.

For fundamentering av rekkverk i fyllinger med skumglass vises det til kapittel 7.

Tykkelsen på de granulære lag i overbygningen over skumglassfyllingen skal prosjekteres i henhold til kapittel 5, men skal som minimum være 50 cm for å unngå ising på vegdekket.

235.4 Ekspandert polystyren (EPS)

Materialkrav

Dimensjonerende trykkfasthet for ekspandert polystyren skal være minimum 100 kN/m^2 målt ved 5 % deformasjon. Trykkfastheten måles som angitt i håndbok R210 [1].

Ekspandert polystyren skal ikke inneholde bromerte flammehemmere og/eller stoffer av klorfluorkarboner, da disse er skadelige for ozonlaget. Minste sidekant på blokkene bør være større

eller lik 0,5 m og lengden på blokken bør være minimum 2,4 m. Blokkene skal være rettvinklede og ha plane overflater.

Prosjektering

For vanlige EPS-materialer med trykkfasthet $\sigma = 100 \text{ kN/m}^2$ skal dimensjonerende last vanligvis ikke overstige $q_d = 30 \text{ kN/m}^2$. For spesielle konstruksjoner, og konstruksjoner der permanent last (vekt av overbygning + permanent nyttelast) på EPS-laget er større enn $q = 30 \text{ kN/m}^2$, skal nødvendig trykkfasthet vurderes i det enkelte tilfelle. Det skal da regnes med en dimensjonerende trykkfasthet tilsvarende 30 % av materialets trykkfasthet ved 5 % deformasjon.

Det skal kontrolleres at sikkerhet mot oppdrift er tilstrekkelig jf. punkt 235.1. EPS-blokkene bør ligge drenert og over normal vannstand.

I skrånende terreng skal det prosjekteres tilstrekkelig drenering for å unngå oppbygging av horisontalt vanntrykk mot EPS-fyllingen. Ved høye fyllinger skal det tas hensyn til vindkrefter både i anleggsfasen og på permanent basis.

Dersom EPS-fyllingen blir, eller vil kunne bli, utsatt for horisontaltrykk, skal det vurderes tiltak for å sikre fyllingen. I skrånende terreng, spesielt for høye fyllinger, skal forankring av konstruksjonen vurderes spesielt.

EPS-fyllingens bredde i bunnen av fyllingen skal være minimum 2 m for å sikre intern stabilitet. EPS blokkene skal ikke legges ut ved tele i bakken.

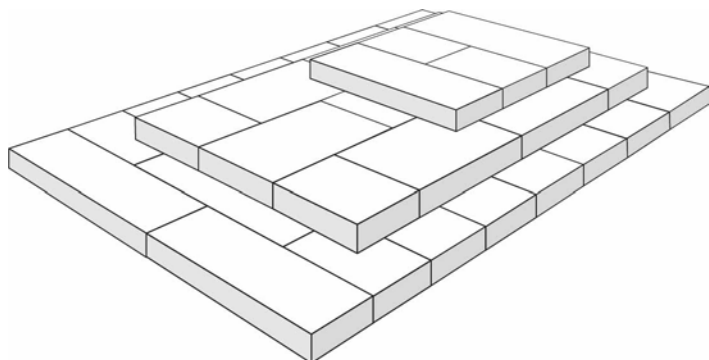
Avrettingslag under EPS-fylling skal bestå av minimum 10 cm med sand eller puk 0/16. Det første laget med EPS skal legges ut stabilt for å unngå vipping og uønskede sprekker i overliggende EPS-lag.

Når det bygges flere lag skal EPS-blokkene prosjekteres til å ligge i forband i begge retninger, se figur 235.3.

Det skal ikke forekomme gjennomgående vertikale sprekker. Ingen sprekker skal overstige 10 mm. I kurver tillates sprekker opptil 50 mm for lokal tilpasning og vinkelendring mellom blokker i samme lag. Alle sprekker skal fylles med sand eller lettklinker.

EPS-blokkene bør ikke stables brattere enn 2:1. Vertikal sideskråning kan vurderes i enkelte tilfeller og skal dekkes til med sprøytebetong eller tilsvarende. For nærmere beskrivelse av vertikal sideskråning henvises det til håndbok V221 [11].

For å forhindre at blokkene forskyver seg ved utlegging skal det brukes tannete (tømmer-)forbindere mellom lagene. Forbinderne skal ikke plasseres slik at de skader hjørnene på EPS-blokkene.



Figur 235.3 EPS-fylling i forband

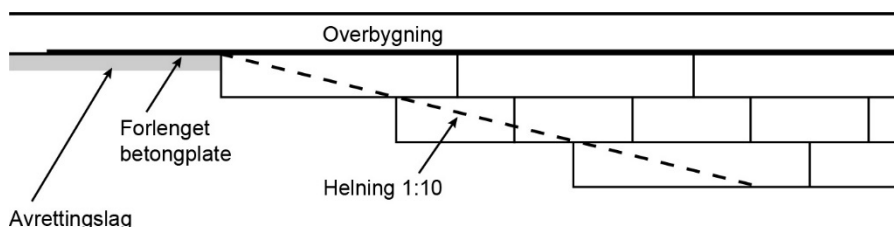
Tykkelsen på de granulære lag i overbygningen over EPS-fyllingen skal prosjekteres i henhold til kapittel 5, men skal som minimum være 50 cm for å unngå ising på vegdekket. Der det benyttes armert betongplate over EPS-fyllingen skal denne ha en tykkelse på 10 cm, og tykkelsen av betongplaten kan inkluderes som en del av overbygningen.

For fyllinger i skrånende terreng skal det vurderes om det er behov for betongplater i flere nivåer i fyllingen. Ved overgang fra EPS-fylling til ordinær vegoverbygning bør betongplaten forlenges minimum 2,0 meter forbi enden av EPS-fyllingen. For nærmere beskrivelse av betongplate henvises det til håndbok V221 [11].

Det skal legges membran (folie) mellom EPS og dekkmasser på sideskråningen. Dersom det ikke støpes betongplate, skal det også legges membran (folie) mellom EPS-fylling og overbygning. Ved overgang fra EPS-fylling til ordinær vegoverbygning bør membranen forlenges minimum 1,0 meter forbi enden av EPS-fyllingen. Membran skal ha tykkelse $\geq 1,0$ mm og være motstandsdyktig mot bensin og andre petroleumsprodukter. Det skal benyttes minimum 0,5 m overlapp i alle skjøter. Membranen skal dekket med en fiberduk klasse 3. Det skal benyttes minimum 0,5 m overlapp i alle skjøter for fiberduk. Ved betongplate over EPS-fylling skal membranen gå minimum 0,5 m inn under betongplaten.

Det skal støpes betongplate over EPS-fylling inn mot bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i henhold til håndbok N400 [3]. Betongplaten skal legges inn under tilstøtende overgangsplate. Det skal være minimum 1,0 meter overlapp mellom overgangsplate og betongplate over EPS-fyllingen. Avstanden mellom overgangsplaten og betongplaten over EPS-fyllingen, der hvor disse overlapper hverandre, bør være minimum 5 cm og det skal fylles med pukkk 8/16 mellom betongplate/overgangsplate og EPS-fylling/overgangsplate. Det skal legges membran og fiberduk mellom EPS-fyllingen og pukklaget.

EPS-lagene skal prosjekteres til å være parallelle med overbygningen. Avretting med løse EPS-biter, tynne EPS-plater < 10 cm o.l. i toppen av fyllingen skal ikke forekomme. Utkiling av EPS-fylling i vegens lengderetning bør utføres ved at underlaget utkiles og avrettes med trappetrinn jf. figur 235.4.



Figur 235.4 Prinsippskisse av utkiling EPS-fylling

236 Peling under vegfylling

For dimensjonering av pelar under fylling vises det til Eurokode 7 [16], håndbok V220 [2], V221 [11] og Peleveiledningen [26].

I vurderingen av om peling under vegfylling er en egnet metode, skal det tas hensyn til omrøring av masser og poretrykksøkning som peleinntallasjonen medfører.

Peleplanen skal utformes slik at det ikke oppstår resulterende horisontalkrefter som vil kunne forskyve enkeltpelar eller større deler av systemet.

Det skal lages en plan for utlegging av fyllingen for å unngå utilsiktet forskyvning av pelene.

Tiltak for utjevning av setninger i form av overgangsplate e.l. skal vurderes ved overgang mellom fylling på peler og tilstøtende fyllinger.

Pelet fylling på betongstriper eller hel betongplate defineres som annen bærende konstruksjon i henhold til håndbok N400 Bruprosjektering [3]. Dette medfører at prosjekteringsmaterialet skal oversendes Vegdirektoratet til kontroll og godkjenning, se håndbok N400 [3].

237 Kalk-/sementpeler

Før grunnforsterkning med kalk-/sementpeler velges, skal det vurderes om metoden er egnet for prosjektet. Dette fordi metoden vil tilføre trykkluft i undergrunnen som vil påvirke poretrykket og dermed stabiliteten. Planlegging av overvåking av poretrykket og ev. avbøtende tiltak under installasjonsarbeidet skal være en del av prosjekteringen. Det vises til håndbok V221 [11] og NGF Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler [30] for videre detaljering.

Kalk-/sementpeler vil få økt permeabilitet sammenlignet med den opprinnelige leiren. Det skal derfor vurderes om løsningen vil ha innvirkning på setninger og telefarlighet. Det skal vurderes om det er behov for avbøtende tiltak.

Effekten av innblanding av bindemiddel i den aktuelle jordarten skal være dokumentert ved laboratorieanalyser. Ved større prosjekter bør det prøvepeles som grunnlag for dimensjonering og valg av bindemiddel og mengde.

Avstand mellom kalk-/sementribber skal være slik at glidninger mellom ribber unngås. Åpning mellom ribber bør maksimum være 3,0 m.

238 Vertikaldren

Vertikaldren kan kombineres med forbelastning ved at fyllingen legges ut med overhøyde med en angitt forbelastningsperiode.

Før metoden velges skal det gjøres en vurdering av setningens størrelse og tidsforløp. Den prosjekterende skal i tillegg utarbeide et oppfølgingsprogram for både setnings- og poretrykkmålinger for anleggsperioden for å kontrollere at setningskravene i kapittel 206 ivaretas.

Til dre slag skal det benyttes materiale med god permeabilitet og uten innhold av stein som vil kunne skade installasjonsutstyret /drenene ved nedsetting.

Det skal etableres et bæredyktig arbeidsunderlag som også vil kunne fungere som dre slag.

Der det er påvist eller det vil kunne være mulighet for artesisk trykk i underliggende lag, skal metodens anvendelighet vurderes med hensyn til påvirkning av grunnvannet som vil kunne føre til for eksempel uønskede setninger på eksisterende konstruksjoner/bebyggelse og/eller skade på brønner o.l.

Nedsetting av prefabrikkerte vertikaldren bør utføres i tidsrommet før det blir kulde og frost i bakken.

239 Andre typer grunnforsterkning

239.1 Dypkomprimering med fallodd

Dypkomprimering som metode vil kunne påvirke omgivelsene i form av vibrasjoner og deformasjon på nærliggende konstruksjoner. Det skal derfor vurderes om det er en egnet metode for det enkelte prosjekt.

239.2 Grunnvannssenkning

Ved grunnvannssenkning skal den prosjekterende vurdere mulige konsekvenser.

NVE er ansvarsmyndighet på området og kontaktes dersom endringer i grunnvannet vil forårsake skader eller ulemper for allmenne eller private interesser.

Ved bruk av grunnvannssenkning som metode skal det påses at det ikke oppstår fare for setninger som vil kunne skade bygninger eller andre konstruksjoner innenfor influenssonen for grunnvannssenkningen. Det skal også tas hensyn til pelefundamenter som vil kunne bli påført påhengskrefter, eller råte i trepeler eller treflåtefundamenter som følge av metoden.

Det skal lages et kontrollopplegg for overvåking av endringer i poretrykket og utbredelse som følge av grunnvannssenkningen i anleggsperioden for å dokumentere at omgivelsene ikke blir påvirket. Anlegg hvor grunnvannssenkning benyttes bør overvåkes nøye med daglige inspeksjoner, helger inkludert.

239.3 Grunnfrysing

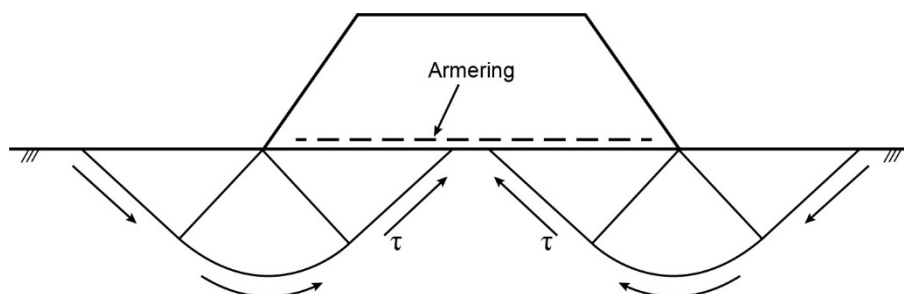
Ved stabilitetsvurderinger skal det tas hensyn til at leirmasser med høyt vanninnhold (høyere enn flytegrensen), rett etter tining vil kunne ha mye lavere udrenert skjærfasthet (c_u) enn før frysing (udrenert tilstand).

Dersom denne metoden benyttes inntil bygg og andre ømfintlige konstruksjoner, skal det tas hensyn til eventuelt telehiv ved innfrysning (kreftene virker normalt på frysefronten) og at setninger ved opptining vil kunne føre til skader på konstruksjonene. Det skal gjøres en vurdering om eventuelle skader vil kunne oppstå på naboeiendommer grunnet bruk av metoden. Det skal også gjøres en vurdering av avbøtende tiltak og lages et kontrollopplegg ved utførelse.

Ved prosjektering skal det tas hensyn til løsmassenes krypegenskaper. Det bør utføres laboratorieforsøk på frosne prøver for å bestemme løsmassenes mekaniske egenskaper i frossen tilstand.

239.4 Armering under fylling

Den prosjekterende skal vurdere bestandighetsegenskapene for det armeringsmaterialet som velges. Armeringsprodukter (geosynteter) som velges skal enten ha gyldig NorGeoSpec-sertifikat, eller det skal fremlegges dokumentasjon på at valgt produkt har tredjeparts verifisering til samme kvalitetsnivå som angitt i NorGeoSpec 2012 [31].



Figur 239.1 Prinsippkisse av totalstabilitet av fylling

Ved dimensjonering av armering under fylling, skal det vurderes om deformasjoner i fylling og undergrunn er akseptable, jf. kapitlene 206 og 258. I tillegg til dimensjonering av armering for strekkbrudd under fyllingen skal også totalstabiliteten av fyllingen vurderes, se figur 239.1.

Behov for separasjonsduk under fyllingen skal vurderes. Behov for avrettingslag under armeringen, samt korngradering og kornform på fyllmassene skal vurderes med tanke på mulig skade på armeringen i forbindelse med utleggingen.

Om armeringen er tiltenkt en sekundærfunksjon som filter, bør armeringen tilfredsstille filterkravene i kapittel 5.

Armeringen skal legges ut i hele lengder på tvers av vegen. Minimum overlapp langs veglinjen bør være 0,5 m.

Prosedyre for utlegging skal utarbeides som en del av prosjekteringen. For nærmere beskrivelse av armering under fylling henvises det til håndbok V221 [11].

24 Skråninger, skjæringer og uttrauing i løsmasser

241 Generelt

Masser fra skjæring og uttrauing i løsmasser skal kartlegges tidlig i planleggingen, senest i reguleringsplanfasen, slik at:

- Det blir mulig å vurdere skjæringsprofilenes konsekvenser for grunnverv og tilstøtende bebyggelse.
- Det blir mulig å utforme trasé og skjæringsprofil med sikte på å utnytte eksisterende masser på beste måte samtidig som en god terrengtilpasning sikres.

Vegetasjon og toppmasser skal fjernes fra skjæringsområdet før arbeidet med å ta ut skjæringsmasser påbegynnes. Se kapittel 21.

En rigg- og marksikringsplan kan utarbeides med tanke på ytre miljø og anleggsgjennomføring, se kapittel 211.

Ved vegbygging på leire- og siltholdig grunn (bløt grunn) skal ikke anleggsveger etableres på topp av skjæringer uten at det er gjort en særskilt geoteknisk vurdering.

Ved hellende terreng bak planlagt skjæringstopp skal det gjøres en vurdering om behov for nødvendig areal for etablering av avskjærende drenering (grøft eller annen drenering). Det vises til kapittel 4.

Det skal sørges for at det ved planering av planum er god jevnhet og nødvendig fall slik at oppbløting av overflaten unngås ved nedbør.

Etter at planum er ferdig kontrollert, skal det ikke trafikkeres med anleggsutstyr som vil kunne føre til spordannelse. Planum skal ikke ha langsgående spor når oppbygging av overbygningen påbegynnes.

Nødvendige restriksjoner for å ivareta stabilitet og sikkerhet ved graving og utlasting skal angis av den prosjekterende.

Det vises til håndbok V221 [11] for veiledning til kapittelet.

242 Utforming av løsmasseskjæringer

Skråningshelning

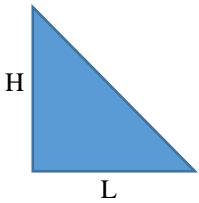
Skråningshelning i løsmasser og nødvendige sikringstiltak skal tilpasses løsmassenes stabilitetsegenskaper og erosjonsforhold. Det skal foretas geotekniske undersøkelser for å fastsette stabilitetsforholdene og skråningshelningen. Tilstrekkelig sikkerhet mot dyperegående glidninger skal undersøkes og dokumenteres. Det henvises til kapittel 205 for krav til sikkerhetsnivå.

Skråningshelningen skal ikke være brattere enn angitt i tabell 242.1.

Der det ikke bygges frostsikringslag skal planum bygges med tverrfall. Tverrfallet skal være minimum 3 %, og skal økes til 6 % ved vannømfintlige, finkornige materialer. Der det bygges frostsikringslag, kan planum bygges uten tverrfall.

I en veg som ikke gis frostsikker overbygning, skal det i overgang mellom telefarlig og ikke telefarlig grunn bygges en utkiling av telesikre masser, se kapittel 5. Ved overgangen mellom skjæring og fylling i telefarlige løsmasser skal utkilingen utføres med det materialet fyllingen er bygget opp av.

Tabell 242.1 Største skråningshelning for skjæring.

Grunnforhold	Største skråningshelning (H:L)		
	Uten sikringstiltak	Med sikringstiltak (overflatetiltak)	
Stein	1:1,5	1:1,5	
Grus	1:2	1:1,5	
Sand $C_u > 5$	1:2	1:1,5	
Finsand/silt			
- tørr	1:3	1:2	
- lagdelt	1)	1)	
- vannmettet	1)	1)	
Leire			
- skjæringsdybde 0-10m	1:3 ²⁾	1:2 ²⁾	
- skjæringsdybde >10 m	1:3 ²⁾		
Morene	1:2,5 ³⁾	1:2 ³⁾	
-lagdeling og grunnvannsuttrekk	4)	4)	

¹⁾ Ved lagdelt og/eller vannmettet finsand/silt skal skråningshelning vurderes spesielt. Profilet skal da vurderes i sammenheng med sikringstiltak.

²⁾ Tilstrekkelig sikkerhet mot dyperegående glidninger skal undersøkes og dokumenteres.

³⁾ En brattere helning kan aksepteres dersom masser, lagdeling og vannuttrekk tilsier at det vil være stabilt. En slik vurdering skal dokumenteres

⁴⁾ Ved lagdeling og grunnvannsuttrekk skal behovet for sikringstiltak vurderes spesielt.

Ut fra hensynet til trafiksikkerhet stilles det krav til helning og til ujevnheter (store steiner, bergnabber o.a.) i løsmasseskrånninger; se håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [4]. Det henvises til samme håndbok for sikkerhetsavstand i skjæringer.

For utforming av grøfteprofil henvises det til kapittel 4.

243 Valg av sikringsmetode

Grunnforhold, klima og værforhold skal være retningsgivende for valg av sikringsmetode og skråningshelning. Dersom man kjenner til lokale erfaringer når det gjelder omfanget av skråningsskader skal det tas med i vurderingsgrunnlaget. Skadetyper, veiledning til valg og nærmere beskrivelse av sikringstiltak er omtalt i håndbok V221 [11]. Se også håndbok V271 [5].

Sikringstiltak skal vurderes i reguleringsplanfasen.

244 Drenering av vegskråninger

Drenering av vegskråninger skal motvirke:

- overflateerosjon ved å avskjære vann som ellers vil renne ut over skråningsflaten
- grunnvannserosjon og overflateglidninger ved å ta vare på vann som kommer ut av grunnen i skråningen

Overflatedrenering i skjæringer

I tilfeller der overflatevann ventes å forårsake skadelig erosjon skal det vurderes avskjærende terrenggrøft bak skjæringstopp.

Grunnvannsdrenering

Der grunnvannet kommer fram i årer eller sjikt i skråningen, skal vannet fanges opp og føres kontrollert ned til veggrøft.

Der det er jevnt vannsig i skråningen og fare for overflateglidninger, vil det kunne være nødvendig med skråningsdren vinkelrett på veggrøften.

245 Bygging på myr og annen våtmark

Det skal utvises særlige hensyn ved vegbygging på myr og annen våtmark. Dette begrunnes i denne naturtypens viktige funksjoner: Naturmangfold, fordrøyning av grunn- og overvann, vannrensende funksjon og karbonlager.

Primært skal det vurderes om inngrep i myr og våtmark er mulig å unngå, f.eks. ved å justere veglinja. Ved inngrep skal følgende krav søkes oppnådd i prioritert rekkefølge:

- Unngå endring i grunnvannsstanden.
- Sikre at minst mulig areal blir drenert, bl.a. ved å vurdere vannstrømmen.
- Sikre at vannbalansen i våtmarka blir minst mulig berørt ved å gjøre avbøtende tiltak.

I tillegg skal ev. arealer som er disponert midlertidig under anlegget restaureres tilbake til opprinnelig tilstand slik at de på sikt vil kunne oppnå samme funksjoner som før. Myrmassene bør i størst mulig grad bli brukt i den samme myra til restaurering. Overskudd av myrmasser kan benyttes til blanding av vekstjord eller innblanding i toppmasser som planlegges benyttet til naturlig revegetering.

Det vises også til håndbok V221 [11] og rapport 423 Når vegen berører myra [13] for praktiske metoder for bygging av veg på myr.

25 Fyllinger

251 Generelt

Ved prosjekteringen skal det være utført grunnundersøkelser med relevante metoder og i et slikt omfang at man har faglig dekning for å vurdere setnings- og stabilitetsforholdene for fyllingen. Vurdering av behov for sikringstiltak, og dimensjonering av disse, skal gjøres på bakgrunn av grunnundersøkelser. Omfang av grunnundersøkelser og vurderinger, i ulike faser av planlegging og prosjektering, er gitt i kapittel 20. Metoder for grunnundersøkelser og sikringstiltak er omtalt i håndbok V220 [2] og håndbok V221 [11].

Løsmasser med ulike setningsegenskaper skal legges ut i horisontalt atskilte lag eller med utkiling mellom de ulike materialene for å oppnå jevnest mulig overgang.

Det gjøres en vurdering av innvirkning på ytre miljø mht. forurensning i tråd med overordnet regelverk dersom det planlegges brukt sprengsteinmasser eller forurensede masser, eller dersom fyllingen planlegges lagt på forurenset masse. Vær også oppmerksom på lover og regler for tiltak i og ved vassdrag.

Ved mellomlagring av masser skal geoteknisk stabilitet være sikret.

En rigg- og marksikringsplan kan utarbeides med tanke på ytre miljø og anleggsgjennomføring, se kapittel 211.

For oppbygging av fyllinger med høyde over 4 m legges følgende krav til grunn:

- Materialkvaliteten til aktuelle fyllmasser skal beskrives og dokumenteres slik at det gir et nødvendig grunnlag for dimensjonering av vegoverbygningen, derav også ev. behov for frostsikring.
- Ved bruk av ulike fyllingsmaterialer, skal prosjekteringen vise hvor de ulike materialene er tenkt plassert i fyllingen. Plassering av materialene i ferdig fylling skal dokumenteres.
- Det skal sikres tilstrekkelig stabilitet, akseptable setninger og tilstrekkelig drenering, se kapittel 205, kapittel 206 og kapittel 4.
- Skjæringsmasser bør i størst mulig grad benyttes på anlegget, og bør vurderes benyttet også i fyllinger. Kassasjon av potensielle fyllmasser skal begrunnes.
- Fyllmasser som mellomlagres skal håndteres på en slik måte at de ikke forringes med tanke på senere bruk. Geoteknisk stabilitet skal sikres for mellomlagrede masser.
- Anleggsteknisk utførelse, massetransport og annen trafikk i forbindelse med fyllingsarbeider skal foregå på en slik måte at fyllingen og vegfundamentet ikke overbelastes eller forringes. Fylling og vegfundament skal ha prosjektert kvalitet før vegdekket legges.
- Det skal prosjekteres erosjonssikring dersom det er benyttet eroderbare masser, dette gjelder både overflateerosjon og dypereliggende erosjon. Det bør også planlegges sikring mot erosjon i byggefasen. Se også kapittel 26 og kapittel 4.
- Der det legges stikkrenner, kulverter eller andre gjennomføringer i fyllingen, skal prosjekteringen ta hensyn til dette. For høye fyllinger gjelder særskilte regler, se kapittel 4.

Se også kapittel 257 for krav til utlegging av fylling og kapittel 26 og kapittel 4 for erosjonssikring.

252 Skråningshelning for fyllinger

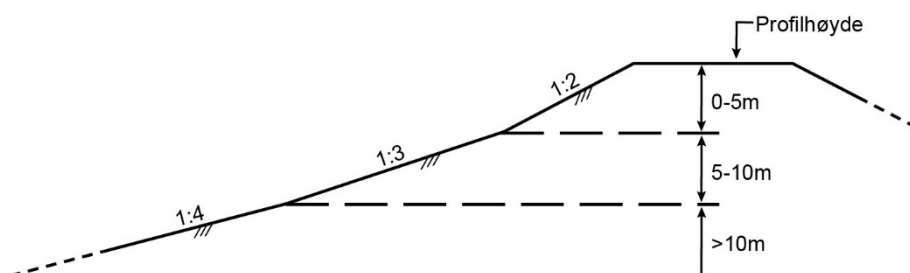
Skråningshelningen skal tilpasses løsmassenes stabilitetsegenskaper og erosjonsforholdene. Dersom det er tvil om stabilitetsforholdene, skal det foretas geotekniske undersøkelser for å fastsette skråningshelningen. Tabell 252.1 og figur 252.1 viser de største skråningshelninger som skal benyttes.

Tabell 252.1 Største skråningshelning for vegfyllinger

Materialer	Største skråningshelning
Stein	1: 1,5 ¹⁾
Grus	1:1,5
Sand	1:2
Finsand/silt	1:3
Leire	Se figur 252.1
Morene	1:2 ²⁾

¹⁾ Fylling av sprengt stein kan legges ut med helning inntil 1:1,25. Dette forutsetter lagvis utlegging og stein med egnet form og størrelse i skråningsflaten. Skråningsflaten skal ordnes, dvs. hver stein skal plasseres individuelt slik at skråningen blir stabil. Ved brattere helning enn 1:1,25 skal stabiliteten dokumenteres ved beregning som for en tørrmur, ev. med bruk av stabiliserende tiltak i form av jordarmering el.

²⁾ Slakere helning vurderes ut fra korngradering og finstoffinnhold.



Figur 252.1 Største tillatte skråningshelning for leirfylling

Det skal gjøres en helhetsvurdering av helning på fyllingsskråning, disponible masser og tilgjengelig plass opp mot behov for rekkverk. Behov for rekkverk vurderes i henhold til håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [4].

Dersom en ønsker å etablere vegetasjon i skråningene, vises det til kapittel 7. Det anbefales å bruke slakere skråninger enn 1:1,25 for å unngå sig i toppmassene. Toppmasser med høyt humusinnhold er mindre utsatt for sig.

Fylling under vann

Fylling av sprengt stein under vann bør ikke ha brattere helning enn 1:1,5. Ved prosjektering skal nødvendig helning vurderes ut fra grunnforhold, steinkvalitet og forventet steinform på tilgjengelig fyllingsmateriale. Se håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [11].

Skråningshelningen skal kontrolleres ved profilering eller dykker og eventuelt justeres/utjevnes, for eksempel ved sprengning.

253 Rensk av fyllingssåle

Før oppstart av fyllingsarbeider skal hele sålen (terreng under fyllingsareal) avdekkes og renskes for alle typer humusholdige lag, stubber og røtter, samt stein som bygger mer enn halve lagtykkelsen i første laget av fyllingen.

Rensk under motfylling skal utføres der det er nødvendig av hensyn til stabilitet.

Frosne masser i fyllingssålen skal fjernes før fyllingsarbeidene starter.

Alle arbeider i fyllingssålen skal planlegges/prosjekteres. Omfang vil variere med kompleksitet.

For håndtering av vegetasjon og toppmasser, se kapittel 21. Toppmassene skal behandles slik at de er egnet for eventuell senere bruk.

Se også kapittel 245 om bygging av veg på myr og annen våtmark.

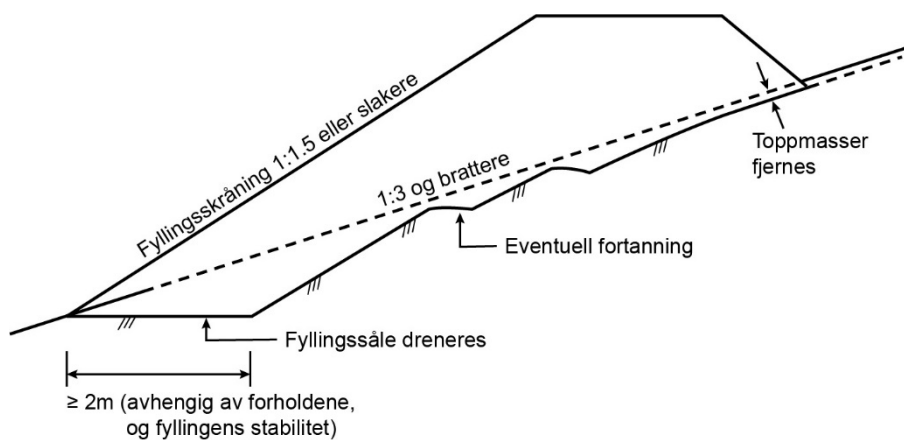
254 Fyllingssåle i tverrskrånende terreng

254.1 Generelt

For å oppnå god stabilitet for fyllinger i tverrskrånende terreng er det nødvendig med god kontakt mellom fylling og underliggende stabilt terreng. Humusholdige løsmasser og andre bløte løsmasser skal fjernes og det skal etableres fortanning.

254.2 Fyllingssåle i løsmasseterreng

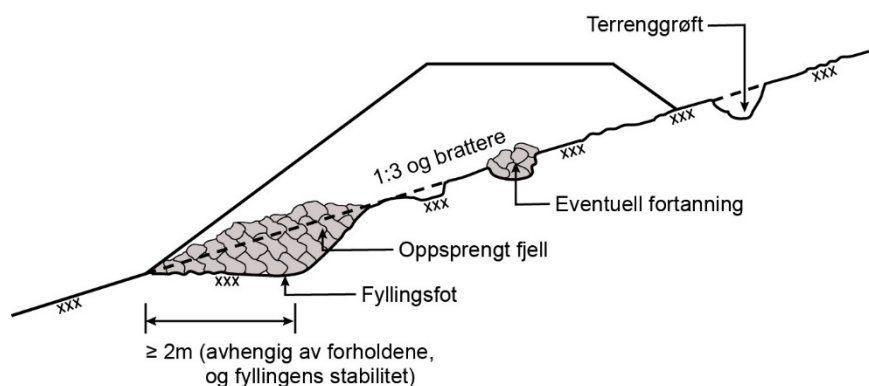
Når terrenget skråner 1:3 eller brattere i vegens tverretning skal det prosjekteres en såle i foten av fyllingen, se figur 254.1. Sålen skal dreneres. For fyllinger i vann benyttes massutsifting ved graving, eventuelt fortregning som beskrevet i kapittel 232.



Figur 254.1 Fyllingssåle ved terrengskråning 1:3 og brattere

254.3 Fyllingssåle i bergterreng

Når terrenget skråner 1:3 eller brattere, skal det prosjekteres fyllingsfot ved at berget sprenges ut, se figur 254.2. Det skal også sprenges fortanning når bergoverflaten er glatt. Dette er spesielt viktig for utfylling i vann.



Figur 254.2 Fyllingssåle ved terrengskråning 1:3 og brattere

255 Drenering av fyllinger

Fyllinger skal dreneres dersom alle tre forhold under er til stede:

- tverrskrånende terreng (brattere enn 1:3) med finkornige masser
- grunnvann kommer fram i skråningen
- det er fare for oppbløting, sig eller undervasking

Vannet skal fanges opp og føres kontrollert ned til nedsiden av fyllingen.

Filterkriteriene skal ivaretas for å sikre mot tetting, se kapittel 5.

Det skal sikres mot at vann fra veggrøft eller ovenforliggende terreng vil kunne renne under fyllingen og inn i ev. drenerende lag i fyllingen eller i drenggrøftene.

I fyllinger mot eksisterende terreng, hvor grunnvann kommer fram i skråningen, skal vannet ledes ut via korteste drensveg. Korteste drensveg vil i noen tilfeller være gjennom fyllingen. Se V221 [11] for videre veiledning.

256 Krav til fyllmassene

Masser som vurderes brukt i fyllinger skal undersøkes mht. egnethet og tilgjengelig volum før prosjekteringen ferdigstilles. Håndbok V221 [11] gir veiledning for egnethet av masser.

Det skal gjøres en vurdering av egnethet som fyllingsmateriale av alle disponible løsmasser med humusinnhold < 3 %. Er massene vurdert uegnet, skal dette begrunnes.

Avhengig av vanninnhold og omrørt fasthet i massene, kan leire og silt brukes til oppbygging av fyllinger. Er sprengt stein eller ikke-telefarlige materialer tilgjengelige, bør disse prioriteres plassert i frostsone, dvs. i toppen av fyllingen. Krav til frostsikring gjelder også for fyllinger, se kapittel 5. Vannømfintlige fyllmasser skal behandles på en slik måte at de ikke blir ustabile på grunn av oppbløting.

Mold, torvrest, røtter og hogstavfall skal ikke benyttes i oppbygging av vegfyllinger.

Fyllmasser av løsmasser skal ikke inneholde stein som bygger mer enn halve lagtykkelsen under utlegging. For steinfyllinger skal største steinstørrelse (målt som største steinlengde) i materialene ikke overstige 2/3 av lagtykkelsen og maks. 1,0 m.

Snø, is eller teklumper skal ikke finnes i massene.

Det skal påsees at materialene i den øverste delen av steinfyllingen er i samsvar med dimensjoneringsforutsetningene. I halvskjæringer og ved varierende dybde til berg over korte avstander skal det vurderes behov for frostsikring, se kapittel 5.

For fylling på veg med krav om frostsikring iht. kapittel, 5 skal det innenfor frostsikringsdybden benyttes frostsikringsmaterialer som tilfredsstillende krav beskrevet i kapittel 6. Dette gjelder hvis fyllingshøyden er mindre enn $1,4 \cdot$ frostsikringsdybden målt fra topp ferdig veg til naturlig undergrunn.

257 Krav til utleggingen

257.1 Generelt

For bygging av fyllinger med høyde over 4 m stilles det særskilte krav til prosjekteringen, se kapittel 251.

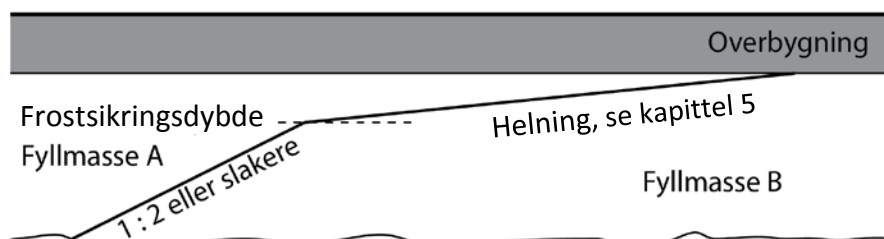
Det skal ikke legges ut frosne løsmasser i fyllinger. Det skal ikke fylles over allerede utførte lag av løsmasser som er frosset. Frosne masser skal fjernes før videre utførelse. Dette gjelder alle nivåer i fyllingen inklusive fyllingssåle.

Fyllinger skal legges ut og komprimeres på en slik måte at det ikke oppstår uakseptable egensetninger etter byggetiden, og slik at man oppnår størst mulig homogenitet i horisontal utstrekning. Se også setningskrav i kapittel 206.

Tverrfall på fylling i byggefasen skal være min. 3 %. Ved vannømfintlige, finkornige materialer skal tverrfallet økes til 6 % for å sikre god avrenning.

Dersom vegen frostsikres i sin helhet, er det ikke krav om utkiling av underliggende masser av hensyn til telehiv.

For veger som ikke frostsikres i sin helhet, dvs. veger med $\dot{A}DT \leq 1500$ og G/S-veger (jf. kapittel 5), skal fyllmasser som har ulike teletekniske egenskaper, skjøtes sammen i en kile i vegens lengderetning ned til dimensjonerende frostsikringsdybde. Kilen bør bygges av materialet med de beste teletekniske egenskapene. Frostsikringsdybden og helning på utkilingen finnes ut fra kapittel 5. Under dette nivå kan overgangen være 1:2 eller slakere. Det vises til figur 257.1.



Figur 257.1 Utkiling av fyllingsmasser. Fyllmasse A har de beste teletekniske egenskapene.

257.2 Fylling av friksjonsmasser

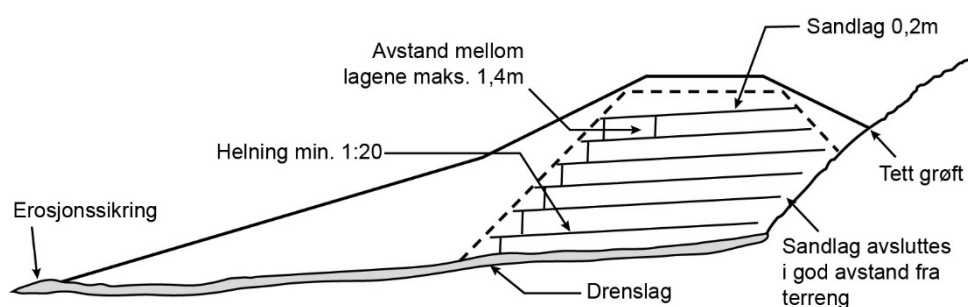
Fyllinger skal legges ut lagvis. Lagtykkelse, komprimeringsutstyr og antall passeringer skal planlegges. Planen skal etter behov justeres underveis i byggingen basert på kalibreringsdata fra densitetsmålinger eller setningsnivellement. Se veiledning for lagtykkelser, valg av komprimeringsutstyr og antall passeringer ved utlegging av ulike løsmassetyper i håndbok V221 [11].

257.3 Fylling av leire

Fylling av leire skal legges ut i maksimalt 0,2 m tykke lag, ferdig komprimert. For leirfyllinger med høyde over 3 m (fra terreng til planum) skal det legges inn 0,2 m tykke sandlag som et minimum for hver 1,4 m med leire, se figur 257.2. Det skal etableres vertikal forbindelse mellom sandlagene. Det nederste sandlaget skal ha god forbindelse til et dreinsrør eller en pukkestreng under fyllinga, slik at det fra dreinsystemet av sandlag er fritt avløp ut av fyllingsområdet.

Lagtykkelse, komprimeringsutstyr og antall passeringer skal planlegges. Planen skal etter behov justeres underveis i byggingen basert på kalibreringsdata fra densitetsmålinger. Veiledning med hensyn til brukbarhet av masser, utlegging og komprimering er gitt i håndbok V221 [11].

Frosne masser skal ikke brukes i vegfyllinger. Utlegging av leirfyllinger bør derfor utføres i sommerhalvåret da dette vil kunne ha betydning for framdrift.



Figur 257.2 Prinsippskisse for vegfylling av leire med drenerende sandlag. Tverrprofil.

257.4 Fylling av stein

Steinfyllinger kan legges ut fra endetipp opp til planum for fyllingshøyder mindre enn 2 m. For fyllingshøyder over 2 m skal massene legges ut lagvis fra bunnen med lagtykkelse 1-2 m opp til nivå 0,5-1,0 m under planum. Etter komprimering på dette nivå skal topplaget legges ut i 0,5-1 m tykkelse og komprimeres. Lengste sidekant på stein skal være mindre eller lik 2/3 av lagtykkelsen og maksimalt 1,0 m i alle lag. Hvert lag skal komprimeres. Lagtykkelser, utstyr og prosedyre for komprimering skal vurderes ut fra massenes kvalitet.

Ved prosjektering av fyllinger i vann skal det gjøres spesifikke vurderinger av sikkerheten ved utførelse. Det vises til omtale i håndbok V221 [11].

Lagtykkelse, komprimeringsutstyr og antall passeringer skal planlegges. Planen skal etter behov justeres underveis i byggingen basert på kalibreringsdata fra setningsnivellement. Se veiledning for lagtykkelser, valg av komprimeringsutstyr og antall passeringer ved utlegging av ulike løsmassetyper i håndbok V221 [11].

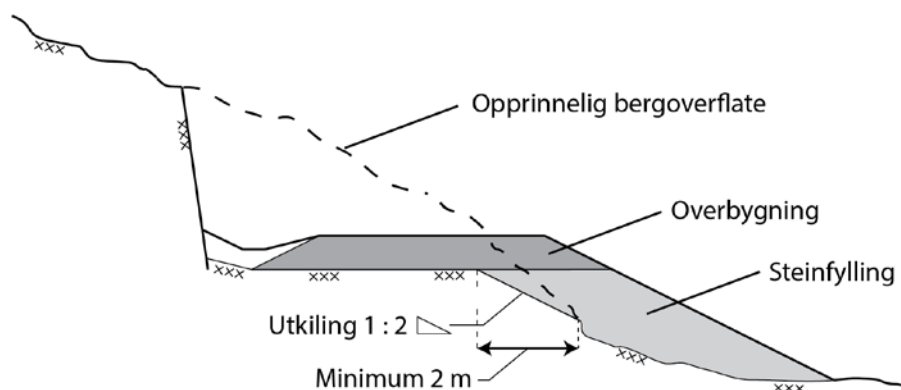
Masser fra fullprofilmaskiner er sterkt nedknust og får gjerne en kornfordeling som sand/grus. Dette er materialer som kan brukes i fyllinger på land, men som er direkte uegnet til fyllinger i vann og skal ikke benyttes der.

257.5 Utkiling i overgang mellom steinfylling og bergskjæring

Det bør tilstrebes samme byggemetode som for øvrige steinfyllinger.

Bredden på steinfyllinga skal være stor nok til at den er anleggsteknisk gjennomførbar med god kvalitet, gitt den massen og maskinparken man har til rådighet (for vanlig anleggsutstyr vil minimumsbredden være ca. 3 m).

I overgangen mellom steinfylling og bergskjæring skal det ved grunnsprengt berg utføres utkiling med helning 1:2 over minimum 2 m bredde i tverrprofilet, se figur 257.3.



Figur 257.3 Utkiling i overgang mellom steinfylling og bergskjæring (grunnsprengt berg).

257.6 Komprimering

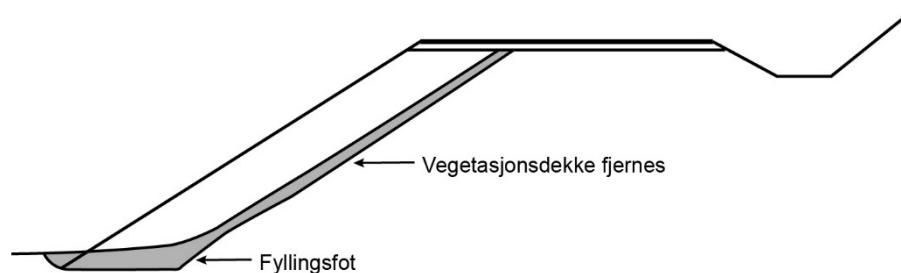
Fyllingsarbeider skal planlegges for inndeling i homogene seksjoner med like grunnforhold, fyllingsmaterialer og lagtykkelser. Oppnådd komprimeringsgrad skal dokumenteres.

258 Breddeutvidelse

Det skal utføres grunnundersøkelser der det er fare for at tyngden av prosjektert fylling vil kunne føre til utglidning, eller hvor det vil kunne oppstå store deformasjoner/setninger i undergrunnen. Dersom eksisterende vegoverbygning er dårlig dokumentert, skal det også gjøres undersøkelser av denne.

For fyllinger med høyde over 8 m bør det vurderes om påhengskrefter fra breddeutvidelsen vil føre til skjevdeformasjoner i tverrprofilet til eksisterende fylling uavhengig av om undergrunnen er setningsømfintlig. Faren for skjevdeformasjoner er størst i eldre fyllinger som er bygd uten god komprimering.

Gammel fyllingsskråning og fot under ny fylling skal renskes for toppmasser, se figur 258.1. Eventuelle behov for grunnforsterkningstiltak under skråningsfot skal underkastes faglig vurdering.



Figur 258.1 Breddeutvidelse av veg

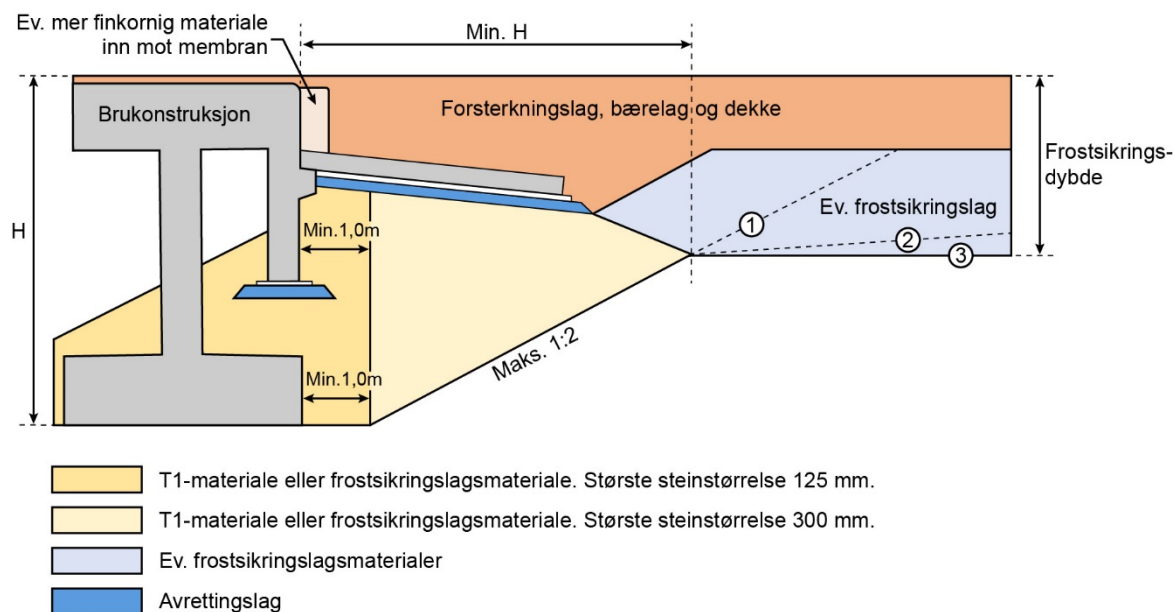
Fyllmassene skal være lett komprimerbare, velgraderte friksjonsmasser, fortrinnsvis av sprengt stein, se kapitlene 256 og 257. De skal legges ut lagvis og komprimeres, se beskrivelse i kapittel 257.

Ved fyllingshøyde 4 m eller mer planlegges arbeidet med oppbygging av fyllingen iht. kapittel 251.

Breddeutvidelsen skal være stor nok til at den er anleggsteknisk gjennomførbar med god kvalitet, gitt den massen og maskinparken man har til rådighet (for vanlig anleggsutstyr vil minimumsbredden være ca. 3 m).

259 Fylling inntil bruer, kulverter og støttemurer

Fylling inntil bruer betyr i denne sammenheng fylling rundt fundamenter og den del av tilstøtende vegfylling som er vist ut til en avstand H fra konstruksjonen på figur 259.1. Eksempler på dette er også vist på nettsiden for brudetaljer [14].



Figur 259.1 Fylling inntil bruer. Se tekst for krav til masser, komprimering og innpassing av ev. frostsikringslag.

Krav til fyllmasse, utlegging og komprimering

Fylling inntil konstruksjoner skal utføres med lett komprimerbare friksjonsmasser. Fyllmassene skal ikke inneholde humus, snø, is eller teleklumper. Dersom det benyttes lette masser skal utførelsen være i samsvar med kapittel 235.

I en avstand minimum 1 m fra konstruksjonen skal det brukes T1-materiale eller frostsikringslagsmateriale, med største steinstørrelse 125 mm og lagtykkelse inntil 300 mm. Massene komprimeres med vibrerende plate (maksimum 300 kg), minimum 6 overfarer.

Utenfor dette skal fyllingen bestå av T1-materiale eller frostsikringslagsmateriale med største steinstørrelse 300 mm og lagtykkelse inntil 500 mm, i en avstand minst lik høyden H av konstruksjonen. Massen innenfor avstanden H fra konstruksjonen skal komprimeres med lett vibrovals (maks. 1,5 tonn/maks. statisk linjelast 15 kN/m) eller vibrerende plate (maks lagtykkelse 300 mm). Det skal utføres minimum 6 overfarer.

Ved telefarlige masser i undergrunn eller tilstøtende fylling skal det bygges frostsikringslag. Krav til materiale i frostsikringslaget er gitt i kapittel 6. Krav til frostsikring for konstruksjonen er gitt i håndbok N400 [3]. Veiledende omtale er gitt i håndbok V220 [2].

Fyllingsmassene kan legges opp, og komprimeres, til underkant av endeskjørt før bruoverbygning og endeskjørt støpes.

Over avrettingslag skal det legges tynn betongavretting før støping av fundamenter og overgangsplate, se Brudetaljer [14].

Innpassing av vegoverbygning inkl. frostsikringslag mot bru

Vegoverbygning utenom frostsikringslag bør føres inn mot brua som vist på figur 259.1.

Overgangsplata bør overfylles med forsterkningslagsmasser slik at ev. grov stein i frostsikringslag ikke skader denne.

For innpassing av ev. frostsikringslag er det tre tilfeller:

1. Veg uten frostsikringslag (telesikker grunn): Det skal benyttes T1-materiale eller frostsikringslagsmateriale, og dette bør legges med samme helning (maksimalt 1:2) opp til møtet med vegens forsterkningslag. Det kan benyttes samme materiale som for oppfylling ved brua eller forsterkningslagsmaterialer.
2. Veg som vil kunne bygges uten frostsikringslag selv om det er telefarlig grunn (gjelder når $\text{ÅDT} \leq 1500$): Her skal det lages en utkiling for frostsikring. Det kan benyttes frostsikringslagsmaterialer eller forsterkningslagsmaterialer. Frostdybder og utkilingslengder er gitt i kapittel 5.
3. Veg som bygges med frostsikringslag: Frostsikringslaget bør føres inn mot brua som vist i figur 259.1. Se kapitlene 5 og 6 for hhv. dimensjonering og materialer.

Frostsikringslag mot kulverter som faller inn under definisjonen for bru (dvs. lysåpning lik 2,5 m eller mer), samt for støttemurer, innpasses etter kravene i dette kapitlet så langt det lar seg gjøre. Se også kapittel 5, hvor det bl.a. er beskrevet krav til utkiling ved kryssende ledninger, rør og kulverter, og kapittel 4, hvor det er krav til frostsikring av stikkrenner og mindre kulverter.

26 Skråninger mot vann

261 Elveforbygning

For sikring av skråninger mot elveerosjon vises det til kapittel 4. Krav til erosjonssikring av konstruksjoner er gitt i N400 [3].

262 Sikring mot bølgeerosjon

262.1 Dimensjonering

Skråninger mot sjø eller innsjø utsatt for bølgeerosjon skal sikres med sprengt stein etter prinsipper vist i dette kapittelet. Sikring med andre metoder skal oppnå tilsvarende sikkerhet som vist her.

Bølgebelastningen beskrives ved:

- Signifikant bølgehøyde H_s . Der bølgene er en kombinasjon av lokalgenerert vindsjø (H_{sv}) og havsjø/dønninger (H_{sd}), kan ekvivalent, kombinert signifikant bølgehøyde beregnes ved $H_s = \sqrt{(H_{sv}^2 + H_{sd}^2)}$.
- Spektral toppperiode, T_p , som er perioden til den delen av frekvensspekteret som inneholder høyest energi, dvs. det som oppfattes som den dominerende perioden.
- Bølgeretning, dvs. hovedretningen til bølgene.

Fremgangsmåten er beskrevet i håndbok V221 [11].

I sjø skal dimensjonerende høyvann settes til havnivå ved 200-års stormflo og havnivåstigning fram til år 2100. Dette skal kombineres med:

- 200 års bølgehøyde,
- eller med lavere returperiode på enten havbølger/dønning eller lokale vindbølger, under forutsetning av at det er mulig å dokumentere at det *ikke* er sannsynlig at ekstremverdier av disse hendelsene inntreffer samtidig.

I innsjø skal dimensjonerende høyeste vannstand fastsettes på grunnlag av 200-årsflom. NVE kan kontaktes for vurdering høyeste vannstand.

Den maksimale enkeltbølgehøyden innenfor en storm med en gitt H_s -verdi kan antas å være maksimalt $2H_s$, men vil også kunne være begrenset av brytning på grunt vann.

Bølgebelastningen kan bestemmes ved hjelp av teoretisk formelverk eller numerisk modellering, eventuelt supplert og kalibrert ved hjelp av målinger på stedet. Omfanget av bølgestudien avhenger av prosjektets betydning og risikovurderinger, samt eventuelle krav til datagrunnlag og dokumentasjon som stilles i en senere fase av prosjektet. Metoden er vist i håndbok V221 [11].

I sjø skal dimensjonerende lavvann settes lik laveste astronomiske tidevann (LAT). Til praktisk bruk kan det dimensjonerende lavvann uttrykkes som: $NN2000 - z_0$. Høyden z_0 er differansen mellom sjøkartnull og middelvann. For store deler av kysten er differansen mellom $NN2000$ og middelvann liten, men er noen ganger opp til 30 cm. Se Kartverkets side for havnivå [32].

Dersom det er behov for laveste vannstand i innsjø, kan den dimensjonerende verdien settes til den laveste vannstanden som statistisk opptrer med en returperiode på 20 år. I regulerte innsjøer kan laveste regulerte vannstand benyttes. NVE kan kontaktes for vurdering av laveste vannstand.

Tidshorisont for havnivå skal velges til år 2100, unntatt i tilfeller der prosjektets antatte levetid (f.eks. ferjekaier) eller der tid fram til omfattende rehabilitering tilsier valg av kortere tidshorisont. Kortere tidshorisont (men ikke lavere enn til år 2050) kan velges av funksjonelle hensyn eller hvis det er mest kostnadseffektivt å korrigere høyden på et senere tidspunkt. Dersom man velger en kortere tidshorisont enn til år 2100 med muligheter for senere justering, skal det lages en plan for overvåking av utviklingen samt en plan for når neste vurdering foretas.

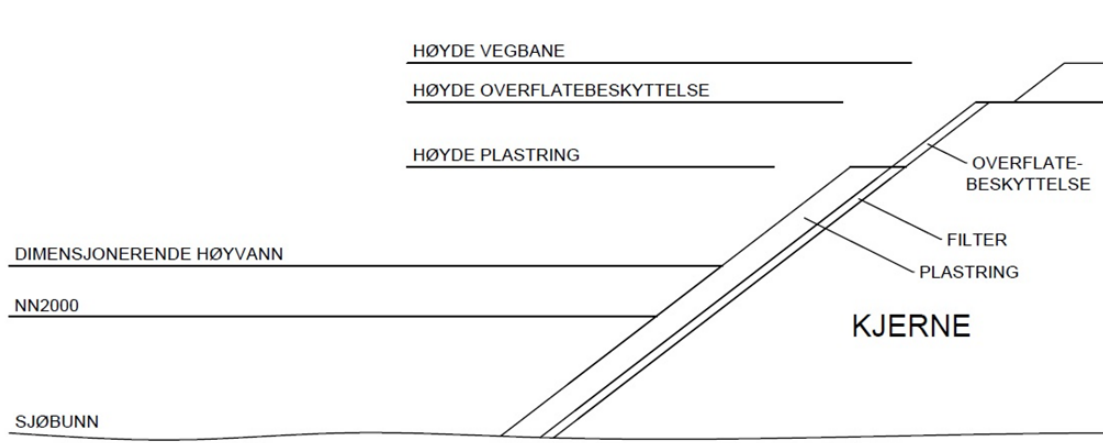
Dersom man ikke har data for bølgeperiode, kan man bruke Hudsons formel. Framgangsmåten er beskrevet i V221 [11].

Det vises til Norsk Klimaservicesenter for referanser og tallmateriale for havnivåendringer, samt anbefalinger om klimapåslag.

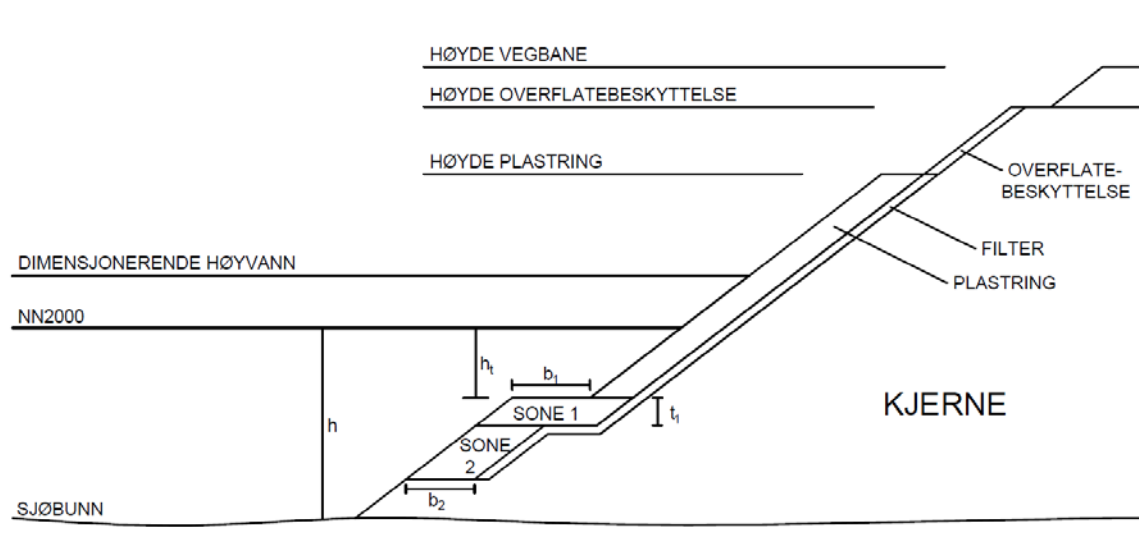
262.2 Krav til utforming

Figur 262.1 og figur 262.2 viser prinsippskisse for plastring av vegfyllinger og skråninger.

Skråningshelningen bør være 1:1,3 eller slakere. Dersom vanndybden ved foten av plastringlaget er større enn $1,5 \cdot H_s$ eller større enn ca. 4 m, kan det legges en underfylling, se figur 262.2. For store vanndybder ($h > 10$ m) skal underfylling alltid benyttes. Underfylling skal gi en god overgang mellom en nedre rauset og øvre ordnet plastring, og sikre dekkblokkene mot utglidning på grunn av erosjon og setninger i fyllingsfoten.



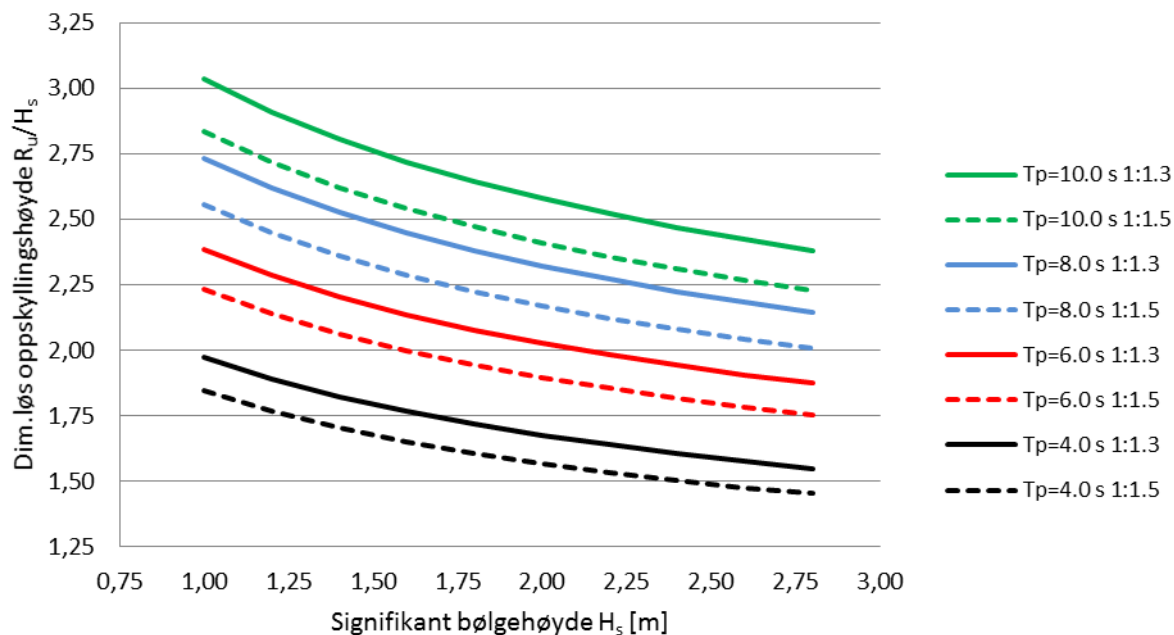
Figur 262.1 Utforming av steinplastring på grunt vann



Figur 262.2 Utforming av steinplastring som bølgesikring, med underfylling.

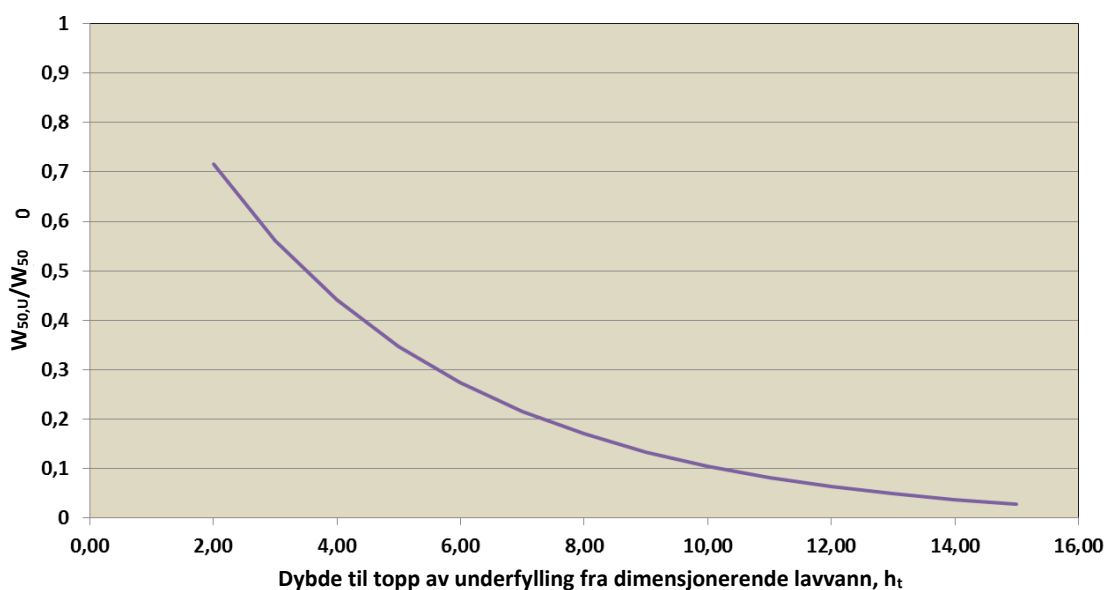
For fyllingskonstruksjoner og skråninger mot sjø gjelder følgende dimensjoneringskriterier:

- Høyde av plastring, som er det nivå som plastringen skal nå opp til for å være stabil i bølgeangrep: Som kriterium kan man benytte et nivå der maksimalt 1 - 2 % av bølgene i en antatt dimensjonerende situasjon vil kunne nå opp til eller over. Krav til plastringshøyde for fyllinger med moderat belastning går fram av figur 262.3. Kravene gjelder for både rauset og plastret sprengsteinsfylling.
- Høyde av overflatebeskyttelse, fra topp av plastring og opp til det nivå som krever beskyttelse mot bølgesprut. Dette skal dokumenteres ved beregninger av oppskyllingshøyder eller overskyllingsrater. Metoden som er beskrevet i EurOtop Manual [25] eller tilsvarende kan benyttes.
- Høyde av funksjonell konstruksjon, som er den høyden som kreves for å begrense vann på vegbanen: Krav til vegens traséhøyde er gitt i håndbok N100 Veg- og gateutforming [10].



Figur 262.3 Dimensjonsløs vertikal oppskyllingshøyde R_u/H_s på en sprengsteinsfylling med helning 1:1,3 (heltrukken) og 1:1,5 (stiplet) og perioder $T_p = 4 - 10$ s. R_u er her vertikal høyde over dimensjonerende høyvann. Overskyll er 1.5%.

Krav til blokkstørrelse i underfyllingen synker med økende dybde, og går fram av figur 262.4. Figuren er laget for vanddybde ved fyllingsfot $h \approx 20$ m og gir dermed konservativt valg av steinstørrelse ved mindre vanddybder. Kravet gjelder for sone 1. I sone 2 kan blokkstørrelsen reduseres til $W_{50U}/2$.



Figur 262.4 Forholdstall mellom blokkstørrelse i underfylling ($W_{50,U}$) og blokkstørrelse i primærplastring (W_{50}) som funksjon av dybde til topp av underfylling for konservativt valg av dybde ved fyllingsfot $h \approx 20$ m. Brukes kun for $H_s < 2.5$ m. Antatt skadetall for underfylling er 1.0 (tåler skade i topp av underfylling tilsvarende ca. én steindiameter).

Vekten i et utvalg av steinblokker uttrykkes med medianvekt W_{50} , som er den størrelsen der 50 % av antall blokker har lavere vekt og 50 % har større vekt.

Steinstørrelsen uttrykkes med nominell middeldiameter, D_{n50} . Sammenhengen mellom D_{n50} og W_{50} finnes ved $W_{50} = \rho \cdot (D_{n50})^3$, der ρ er steinmaterialets egenvekt. Forholdstallet mellom steinblokkenes største og minste diameter bør ligge mellom 2 og 3.

Dekklaget (plastringen) defineres med sin totale tykkelse, uten referanse til antall lag med blokker. Tykkelse av dekklaget (plastringen) skal være $T = 2 \cdot D_{n50}$ for $W_{50} > 5,0$ tonn og $T = 1,8 \cdot D_{n50}$ for $W_{50} \leq 5,0$ tonn. For rausede fyllinger og ordnet raus benyttes $T \approx 3 \cdot D_{n50}$. Tykkelse avrundes oppover til nærmeste 10 eller 20 cm.

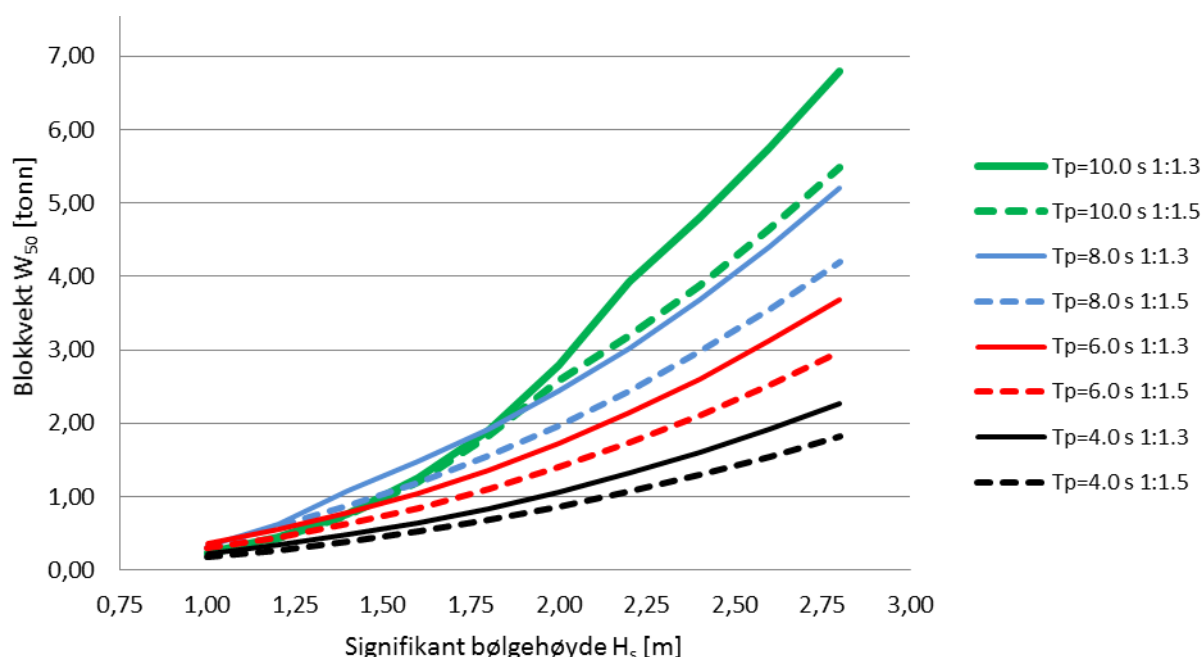
Krav til utforming av erosjonssikring med underfylling:

- Det bør skilles mellom underfyllingens øvre og nedre lag, sone 1 og 2.
- Vanddybden fra dimensjonerende lavvann til topp av underfyllingen i sone 1 (h_t) bør være større enn $1,5 H_s$.
- Tykkelsen (t_1) av underfyllingen sone 1 skal være minst $2 \cdot D_{n50}$, der D_{n50} er nominell middeldiameter i plastringslaget over underfyllingen.
- Horisontal bredde på underfyllingen i sone 1 (b_1) skal være større enn $4 \cdot D_{n50}$.
- Kjernen i sone 2 og filter kan forskyves noe mot vannsiden, men horisontal bredde (b_2) bør være større enn 3 ganger middel steinstørrelse i sone 2 (bestemt fra figur 262.5).
- Dersom kjernemassen tilfredsstillter filterkravene, kan filter bortfalle i hele eller deler av underfyllingen.

262.3 Steinmaterialer til plastring

Ved erosjonssikring skal det bare brukes sprengt, sortert stein. Sprengsteinen skal være vasket og fri for forurensende stoffer fra sprengning før utlegging.

For prosjekter med moderat bølgebelastning kan median blokkstørrelse W_{50} i plastringlaget bestemmes fra figur 262.5. For andre prosjekter skal det gjennomføres en stedstilpasset analyse av dimensjoneringen.



Figur 262.5 Nødvendig blokkstørrelse (W_{50}) som en funksjon av signifikant bølgehøyde (H_s). Basert på van der Meers formler. T_p 4-10 s og skråningshelning 1:1,3 (heltrukken) og 1:1,5 (stiplet).

Hvis blokkstørrelsen, W_{50} , er 0,5 tonn (eller mindre) bør man vurdere en rausfylling eller ordnet raus med økt tykkelse av laget. Alle steinfraksjoner som ikke skal sorteres over rist skal defineres ved sin vekt, og ikke ved diameter eller tverrmål.

Graderingen av steinblokker skal være $W_{\min} = 0,85 W_{50}$ og $D_{\max} = T$, der D er steinblokkens midlere «diameter» eller tverrmål og T er tykkelsen på plastringlaget.

Der hvor fyllingsfoten ligger på eroderbar grunn, skal foten sikres med et lag med sprengstein til sikring mot undergraving.

Fyllingsfot på underlag med helning brattere enn 1:3 skal sikres med fortanningsgrøft eller med naturlige formasjoner i berget. Ved glatt berg skal man vurdere fortanning på slakere helning. Se også kapittel 254.

262.4 Filterlag

Det bør etableres et filterlag mot kjernematerialet. Filterlaget skal bestå av sprengt stein. Den gjennomsnittlige åpning mellom stein i filterlag skal være så liten at stein fra de underliggende masser ikke vil kunne passere gjennom åpningene.

Filterlagskriterium er $D_{50,over} / D_{50,under} \approx 4-5$.

Tykkelse av filter er $t_{\min} \approx 3D_{50,filter}$, eventuelt kan man spesifisere $t = 5D_{50,filter} \pm 2D_{50,filter}$ i de tilfeller der filterlaget er så tynt at det er vanskelig å kontrollere.

Referanser i kapittel 2

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelige fra <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

1. Statens vegvesen: Laboratorieundersøkelser. Håndbok R210. Vegdirektoratet, Oslo 2016.
2. Statens vegvesen: Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
3. Statens vegvesen: Bruprosjektering. Håndbok N400. Vegdirektoratet, Oslo 2015.
4. Statens vegvesen: Rekkverk og vegens sideområder. Håndbok N101. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
5. Statens vegvesen: Vegetasjon i veg- og gatemiljø. Håndbok V271. Vegdirektoratet, Oslo 2016
6. Statens vegvesen: Modellgrunnlag: Krav til grunnlagsdata og modeller. Håndbok V770. Vegdirektoratet, Oslo 2015.
7. Statens vegvesen: Sikring av veger mot steinskred. Vd-rapport 32. Vegdirektoratet, Oslo 2011.
8. Statens vegvesen: Veger og snøskred. Håndbok V138. Vegdirektoratet, Oslo 2014.
9. Statens vegvesen: Flom- og sørpeskred. Håndbok V139. Vegdirektoratet, Oslo 2014.
10. Statens vegvesen: Veg- og gateutforming. Håndbok N100. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
11. Statens vegvesen: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Håndbok V221. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
12. Statens vegvesen: Feltundersøkelser. Håndbok R211. Vegdirektoratet, Oslo 2014.
13. Statens vegvesen: Når vegen berører myra. Rapport 423. Vegdirektoratet, Oslo, 2015.
Tilgjengelig fra: https://www.vegvesen.no/attachment/1010076/binary/1055755?fast_title=Rapport+423++N%C3%A5r+vegen+ber%C3%B8rer+myra.pdf
14. Statens vegvesen: Brudetaljer. Oslo: Statens vegvesen; 2017 [hentet 2017-04-03].
Tilgjengelig fra: <http://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Bruer/Bruprosjektering/Brudetaljer>
15. Statens vegvesen: Konsekvensanalyser. Håndbok V712. Vegdirektoratet, Oslo 2014.
16. Standard Norge: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7. Oslo 2016.
17. Standard Norge: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 Eurokode 7. Oslo 2008.
18. Standard Norge: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8. Oslo 2014.

19. Standard Norge: (b.) Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 2: Virkning av vibrasjoner på byggverk fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning, og fra trafikk. NS 8141-2:2013. Oslo 2013.
20. Standard Norge: (c.) Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire. NS 8141-3:2014. Oslo 2014.
21. Standard Norge: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0. Oslo 2016.
22. Standard Norge: Vibrasjoner og støt – Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk. NS 8141:2001. Oslo 2001.
23. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE): Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. NVE veileder nr. 7/2014. Oslo: NVE 2014. Tilgjengelig fra: http://webby.nve.no/publikasjoner/veileder/2014/veileder2014_07.pdf
24. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap: Forskrift om håndtering av eksplosjonsfarlig stoff. (Revidert med virkning fra 2010-01-04, sist endret 2015-05-06). Tønsberg: DSB; 2002. Tilgjengelig fra: <http://www.lovdatab.no/cgi-wif/ldles?doc=/sf/sf/sf-20020626-0922.html>
25. Van der Meer, J.W. (red.): EurOtop, 2016. EurOtop II – Manual on wave overtopping of sea defences and related structures: An overtopping manual largely based on European research, but for worldwide application. Tilgjengelig fra: <http://www.overtopping-manual.com/>
26. Norsk Geoteknisk Forening: Peleveiledningen, 2012. Oslo, 2012.
27. Kommunal- og regionaldepartementet: Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK17). FOR-2017-06-19-840. Tilgjengelig fra: www.lovdatab.no
28. Miljøverndepartementet: Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV 2008-06-27-71. Tilgjengelig fra: www.lovdatab.no
29. Samferdselsdepartementet: Forskrift for trafikklast på bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner i det offentlige vegnettet (trafikklastforskrift for bruer m.m.), FOR-2017-11-17-1900, Tilgjengelig fra: www.lovdatab.no
30. Norsk Geoteknisk Forening: Veiledning for grunnforsterkning med kalksementpeler, 2012.
31. NorGeoSpec 2012, A Nordic system for the certification and specification of geosynthetics and geosynthetic-related products. Rev. 1 desember 2016
32. Kartverket: *Se havnivå* (internettside). Hønefoss: Kartverket; 2017 [besøkt desember 2017] Tilgjengelig fra: www.kartverket.no/sehavniva

Kapittel 3

Tunneler

INNHOLD

30	GENERELT	74
----	----------------	----

30 Generelt

Tunneler er beskrevet i tunnelnormalen, håndbok N500 Vegtunneler (2016).

Håndbok N500 omfatter forhold knyttet til planlegging og prosjektering av vegtunneler. Dimensjonering av vegoverbygning (forsterkningslag, bærelag og dekke) for tunneler er behandlet i håndbok N200, mens krav til materialer og utførelse er beskrevet i håndbok N500.

For generelle krav knyttet til geometri og utforming som er felles for tunneler og veg i dagen, henvises det til håndbok N100 Veg- og gateutforming (2013).

Andre sentrale håndbøker fra Statens vegvesen vedrørende bygging av tunneler:

Håndbok V520 Tunnelveiledning (2016).

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

Kapittel 4

Vannhåndtering

INNHold

40 OVERORDNET DEL.....	79
401 GENERELT	79
401.1 Plassering av kabler og ledninger	79
401.11 Disponering av tverrprofilen	79
401.12 Varmekabler i fortau	79
401.13 Kummer, kumlukk og sluk	79
401.2 Ekstra trekkerør.....	80
401.3 Kryssing av veg og gate med ledninger og kabler.....	80
401.31 Kryssingsprinsipp på eksisterende veger	80
401.32 Kryssing med luftstrekk.....	81
402 DIMENSJONERINGSGRUNNLAG OG FORUTSETNINGER FOR OVERVANN OG DRENERING	81
402.1 Generelt.....	81
402.2 Overvannshåndtering og drenering	81
403 FUNKSJON OG ANDRE VIKTIGE KRAV	82
403.1 Funksjonsbeskrivelse	82
403.2 Sikkerhetsklasse og dimensjonerende returperiode for flom.....	82
403.21 Generelt	82
403.22 Sikkerhetsklasse for veg	83
403.23 Sikkerhetsklasse for jernbane	83
403.24 Sikkerhetsklasse for bebyggelse.....	83
403.25 Returperioder ved spesielle funksjonskrav	83
403.3 Flomveger.....	83
403.31 Generelt	83
403.32 Avledning av vann fra eksisterende vannveger.....	84
403.33 Vann fra felt uten normal vannføring	84
403.4 Forurenset overvann og rensiltak	84
403.41 Generelt	84
403.42 Håndtering av overvann i anleggsfasen	84
403.43 Bortledning og rensing av forurenset overvann.....	85
403.44 Rensiltak.....	85
403.45 Rensiltak – sedimentering (trinn 1).....	86
403.46 Rensiltak sorpsjon (trinn 2)	86
404 HYDROLOGISKE BEREGNINGER	87
404.1 Generelt.....	87
404.2 Påslag for avrenningsberegninger	88
404.3 Hydrologiske beregningsmetoder	89
404.31 Generelt	89
404.32 Den rasjonelle metoden.....	89
404.33 Middelregnetoden	89
404.34 Regional flomfrekvensanalyse.....	89
404.35 Lokal flomfrekvensanalyse	89

404.36 PQRUT-metoden	89
405 HYDRAULISK DIMENSJONERING	90
405.1 Generelt.....	90
405.2 Behov for erosjonssikring	90
405.3 Krav til dimensjonering av hydrauliske tiltak	90
405.31 Hydrauliske tiltak.....	90
405.32 Gjennomløp – stikkrenner og kulverter	90
405.33 Åpne vannveger – kanaler, nedføringsrenner og grøfter.....	93
405.34 Terskler	94
405.35 Fangrister	95
405.36 Spesielle energidrepere.....	95
405.37 Massebassenger	96
405.38 Fordrøyningsbassenger	96
405.39 Fiskepassasjer	97
406 DRENERINGSPRINSIPPER	98
406.1 Valg av drens-system.....	98
406.2 Utforming av tverrprofil, generelt.....	99
406.3 Drenering av vegoverbygning	99
406.31 Åpen drenering - dyp sidegrøft	99
406.32 Lukket drenering med grunn sidegrøft	100
406.4 Drenering i bergskjæring.....	101
406.5 Drenering av vegens sideområder	101
406.51 Lukket drenering	101
406.52 Infiltrasjonsanlegg	102
406.53 Terrenggrøfter, nedføringsrenner.....	102
406.6 Drenering av kjørebane og vegområde.....	102
406.61 Kjørebane og vegskulder	102
406.62 Kantstein og sluk	102
406.63 Parkeringsplasser og terminalanlegg	103
406.7 Drenering ved forsterkning	103
406.71 Generelt	103
406.72 Åpen drenering.....	103
406.73 Lukket drenering, dypdrenering.....	103
407 FROSTSIKRING AV DRENSSYSTEMENE	104
407.1 Frostsikring av stikkrenner og kulverter.....	104
407.2 Frostsikring av andre ledninger. Utjevning av telehiv.....	105
407.3 Innbygging og tilbakefylling.....	105
407.4 Frostsikring av rensetiltak	107
408 TILTAK I VASSDRAG	107
408.1 Generelt.....	107
408.2 Vernede vassdrag.....	107
408.3 Midlertidige tiltak i vassdrag i byggefasen	107
408.4 Erosjonssikring ved inngrep i elveprofil.....	107
41 ÅPNE GRØFTER	111
411 MATERIALER.....	111
412 UTFORMING OG UTFØRELSE	111
412.1 Sidegrøft.....	111
412.2 Terrenggrøft.....	111
412.3 Nedføringsrenner	112
42 LUKKEDE RØRGRØFTER.....	113
421 MATERIALER.....	113
422 UTFORMING OG UTFØRELSE	113

422.1 Byggegrøp	113
422.2 Fundament	114
422.3 Sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling	115
422.4 Grøfter til ledningsanlegg som ikke tilhører vegeier	116
43 OVERVANNsledNINGER OG DRENSLEDNINGER	117
431 MATERIALER	117
431.1 Generelt	117
431.2 Rør og rørdeler av betong	117
431.3 Rør og rørdeler av plast	117
432 UTFORMING OG UTFØRELSE	118
432.1 Overvannsledninger, plassering	118
432.2 Utforming	118
432.3 Tetthetskrav	119
44 TREKKERØRSANLEGG FOR KABLER	121
441 MATERIALER	121
441.1 Trekkerør til vegholders installasjoner	121
441.2 Trekkerør til installasjoner til eksterne kabeletater	121
441.3 Trekkekummer med tilbehør	121
442 UTFORMING OG UTFØRELSE	122
442.1 Kummer, kumlukk, bend mv.	122
442.2 Rørgrøfter: Dybder, fundament, sidefylling og gjenfylling	122
442.3 Kabelkanaler med innstøpte kabelrør	123
442.4 Lyttebånd	123
45 STIKKRENNER/KULVERTER	124
451 GENERELT	124
452 MATERIALER	124
452.1 Rør og rørdeler av betong	124
452.2 Rør og rørdeler av plast	124
452.3 Rør og rørdeler av korrugert stål	124
453 UTFORMING OG UTFØRELSE	124
453.1 Generelt	124
453.2 Plassering og utforming mv.	124
453.21 Funksjonskrav for stikkrenner	124
453.22 Tetthet av gjennomløp	125
453.23 Rør i høye fyllinger	125
453.24 Bruk av gamle gjennomløp	125
453.3 Innløp	125
453.31 Generelt	125
453.32 Innløpsutforming	125
453.33 Innløpsrister	125
453.34 Inntakskum for stikkrenne	126
453.35 Frontmur, vingemur	126
453.36 Inntaksrist og grovrist	126
453.37 Erosjonssikring, frostsikring mv.	126
453.4 Utløp	126
453.41 Generelt	126
453.42 Fiskepassasjer	127
453.43 Lukkede systemer	127
453.44 Rørfundament på fylling	127
453.45 Nedføringsrenner i fyllingsskråninger	127
453.46 Utløp i fyllingsfot	127

46 KUMMER, SLUK, RISTER OG LOKK.....	128
461 GENERELT	128
462 MATERIALER.....	128
462.1 Generelt.....	128
462.2 Kummer av betong og plast.....	128
462.3 Kumlokk, rister mv.....	128
463 UTFORMING OG UTFØRELSE	128
463.1 Kummer, generelt.....	128
463.2 Rammer, rister og lokk.....	129
463.3 Sandfangkummer.....	129
463.4 Hjelpesluk.....	129
463.5 Overvannskummer.....	129
463.6 Øvrige kumtyper.....	130
463.7 Plasstøpt spesialkum.....	130
47 SIKRING OG AVSTIVING AV GRØFTER	131
REFERANSER I KAPITTEL 4.....	132

40 Overordnet del

401 Generelt

401.1 Plassering av kabler og ledninger

401.11 Disponering av tverrprofilen

Med kabler og ledninger forstås tekniske anlegg som omfatter vann- og avløpsledninger, fjernvarme- og fjernkjøleledninger, avfallssug, el-, tele- og TV-kabler. Dette inkluderer også kabler og ledninger som er nødvendig for vegens funksjon.

Forholdet mellom offentlige veier og kabel/ledningsanlegg av ulike slag, er regulert gjennom Vegloven av 21. juni 1963.

Som hovedregel skal grunnen under kjørebanelen holdes fri for kabler og ledninger. I tett bebyggelse (gater), der det ikke er andre tilgjengelige arealer til å plassere ledninger og kabler i, kan ledninger og kabler plasseres i gategrunnen. NS 3070-1 Samordning av ledninger i grunnen. Del 1 Avstandskrav [12] angir anbefalt plassering av ledninger i veier og gater.

For offentlig veg er saksbehandling mellom vegmyndighet og ledningseier regulert av forskrift om saksbehandling og ansvar ved legging og flytting av ledninger over, under og langs offentlig veg (ledningsforskriften) [28]. Veileder for ledninger i riksveg [3] omhandler planlegging, dimensjonering, bygging og vedlikehold av kabler og ledninger. Denne veilederen kan også benyttes for fylkesveg. De fleste kommunene har vedtatt eget regelverk for det kommunale vegnettet.

Forut for alt arbeid med rørgrøfter skal det tas kontakt med berørte forvaltere for å kartlegge eksisterende installasjoner i og ved vegen (kabler, rørledninger, andre konstruksjoner). Se også kapittel 401. Nødvendige hensyn og tiltak vurderes sammen med eier av installasjonene.

Plassering av de enkelte kabler og oppbyggingen av grøfttverrsnittet i kabelsonen utføres etter kabeletatens leggesbeskrivelser. Grøfttverrsnitt og leggesbeskrivelse forelegges vegholder.

Oppsetting av master innvirker på disponeringen av vegens tverrprofil. Trafikksikkerhet og vedlikehold vurderes ved plassering av master.

401.12 Varmekabler i fortau

Varmekabler i fortau bør ikke ligge nærmere kantsteinen enn 0,5-0,7 m. Ved bruk av varmekabler på plattformer på bussholdeplasser, bør varmekablene legges inntil kantsteinen for å unngå problemer knyttet til vinterdrift av holdeplassen.

401.13 Kummer, kumlukk og sluk

Sluk, hjelpesluk, kumlukk, sandfang og kummer som tilhører vegens dreneringssystem

Kummer med tette lokk tilhørende vegens dreneringssystem, plasseres normalt utenfor kjørebanelen. Også på sykkelveg plasseres normalt kummer med tette lokk tilhørende vegens dreneringssystem utenfor kjørebanelen.

På gate eller veg med kantstein bør sluk og sandfang plasseres inntil kantstein. På veier og gater med skulderbredde $\leq 0,5$ m og ÅDT > 5000 bør det brukes sluk med firkantrist eller kantsteinrist.

Langs løsninger for syklende bør sluk og sandfang plasseres inntil kantstein. Normalt brukes sluk med firkantrist, skråstilte spalteåpninger eller kantsteinrist på sykkelfelt.

Kummer og kumløkk til andre formål enn vegens drenering

Utenfor tett bebyggelse

Kummer til andre formål enn vegens drenering plasseres utenfor kjørebane etter følgende regler:

- På veg med ÅDT < 5000 kan kumløkk legges i skulderen
- På veg med ÅDT \geq 5000 bør kumløkk ligge utenfor vegskulder

I tett bebyggelse

Der det ikke er plass utenfor vegarealet bør kummer og kumløkk plasseres i følgende arealer i prioritert rekkefølge:

1. Rabatter og møbleringssoner
2. Skulder
3. Fortau
4. Løsninger for syklende
5. Kjørebane

Ved ÅDT > 15 000 bør kumløkk tilknyttet nye ledningsanlegg plasseres utenfor kjørebane.

Kummer og kumløkk til ledninger som krysser gate og veg, bør ikke plasseres i kjørebane.

Dersom kummer plasseres i kjørebane, bør kumløkk ikke plasseres i hjulspor.

Alle lokk skal ha tilfredsstillende låseanordning for å hindre at lokk kan løsne utilsiktet f.eks. pga. slitasje, svingkrefter eller bremsekrefter.

Dersom trekkekum til ledninger plasseres i kjørebane, skulder eller løsninger for syklende, kan vegeier kreve at kumløkk asfalteres over og merkes.

Kummer med brannventiler bør plasseres i brøytet område. Kumløkk bør ikke plasseres i kantsteinslinje. Dersom kummer og kumløkk plasseres i løsninger for syklende, plasseres de på én side. I stigninger plasseres kummer og kumløkk på høyre side i stigende retning.

401.2 Ekstra trekkerør

På nye veger stilles det krav til antall ledige trekkerør etter at vegen er ferdig:

- Det skal være minimum 3 ledige trekkerør
- Dimensjon på disse trekkerørene tilpasses ut fra framtidig behov

Ved nyanlegg eller utbedring av eksisterende veg vurderes det framtidige behov for kryssing med kabler og ledninger, samt kryssingspunktens lokalisering. Trekkerør skal avsluttes i trekkekum på hver side av vegen. Se også kapittel 44.

401.3 Kryssing av veg og gate med ledninger og kabler

401.31 Kryssingsprinsipp på eksisterende veger

På veger med skiltet fartsgrense større enn eller lik 70 km/t eller nasjonal hovedveg bør det ikke gis adgang til oppgraving.

Antall kryssingspunkter holdes lavest mulig. Kryssingen anbefales lagt vinkelrett på vegen og fortrinnsvis ved vegkryss.

Ved større reparasjonsarbeider og omlegginger kan det settes krav som for nyanlegg av veg.

401.32 Kryssing med luftstrekk

Krav til kryssing med luftstrekk over offentlig veg er gitt i forskrift om elektriske forsyningsanlegg [33].

402 Dimensjoneringsgrunnlag og forutsetninger for overvann og drenering

402.1 Generelt

Vann som ledes fra eller gjennom vegområdet skal ikke slippes ut over tilstøtende eiendommer uten at det er ervervet rett til dette ved avtale eller ekspropriasjon. Ved utforming av vannveger og vannhåndteringstiltak tas det hensyn til arealer og installasjoner utenfor vegområdet som vil bli berørt. Avrenningsforhold tilpasses i størst mulig grad slik de var før tiltaket ble gjennomført.

402.2 Overvannshåndtering og drenering

Tabell 402.1 angir krav til dokumentasjon som skal foreligge i de forskjellige planfasene. Dette er grunnlaget for planlegging, dimensjonering, prosjektering, bygging og kontroll gjennom planprosessen, samt videre drift, vedlikehold og utbedring.

Tabell 402.1 Plan for overvannshåndtering og drenering på ulike plannivå

Tema	Konsekvens- utredning	Reguler- ingsplan	Prosjekt- ering
Kartlegging av feltgrenser, vannveger og flomveger i nedbørsfeltene	(X)	X	D
Vurdering av flomvannstand og vegens høyde	X	X	D
Kartlegging av avrenningsforhold	(X)	X	D
Kartlegging av erosjon- og massetransportsforhold i aktuelle vannveger	(X)	X	D
Kartlegge vandringsveger for fauna	(X)	X	D
Kartlegge forurensningskilder som kan påvirke drikkevann, vassdrag, grunnvann og andre sårbare resipienter	(X)	X	D
Kartlegging av eksisterende drenering i området		X	D
Arealbehov ved endring i elve- og bekkereguleringer (i samarbeid med vassdrags- og miljømyndighetene)		P	D
Avledning av vann fra veg- og skråningsareal		P	D
Hindre/begrense endring i grunnvannsnivå		P	D
Vurdere endringer i normalprofilen, f.eks. ved nedføring mellom veier, ramper, G/S-veger			D
Planlegging, dimensjonering og detaljprosjektering av tiltak			P
(X) = Kartlegging av beskrevet forhold anbefales X = Kartlegging av beskrevet forhold skal gjennomføres P = Prinsipløsning skal foreligge D = Detaljløsning som viser arealbruk og utforming av løsninger skal foreligge			

403 Funksjon og andre viktige krav

403.1 Funksjonsbeskrivelse

Veganleggets vannhåndteringssystemer skal være funksjonsdyktige under aktuelle vær- og klimaforhold året gjennom. Systemene skal sikre:

- Planlagt bæreevne for vegen
- Sikre mot skader ved oversvømmelse
- Avrenning fra kjørebane og vegens sideterreng
- Beskytte vannforekomster mot forurensning fra veg
- Vandringsmulighet/fri passasje for fisk, amfibier og småvilt

403.2 Sikkerhetsklasse og dimensjonerende returperiode for flom

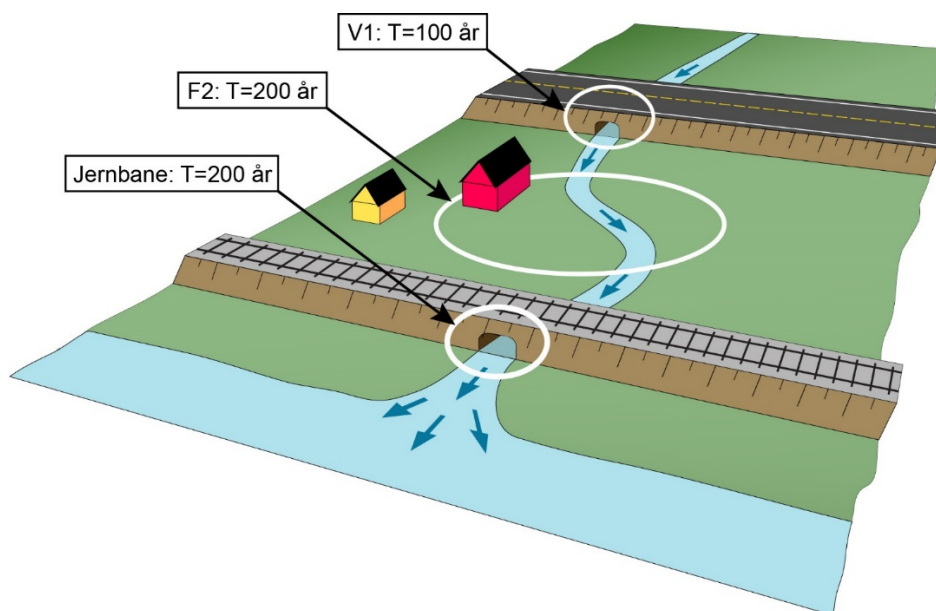
403.21 Generelt

Ved planlegging av overvannshåndtering og drenering skal det tas hensyn både til veg og omgivelser. Der vann ledes gjennom - eller fra - veg skal det bestemmes en sikkerhetsklasse for sårbare punkter. Sikkerhetsklassen bestemmer dimensjonerende returperiode T og sikkerhetsfaktor for å håndtere usikkerhet F_u ved avrenningsberegninger, se tabell 404.5.

Sårbare punkter er punkter der vannet renner gjennom eller nær:

- Veg (se punkt 403.22)
- Jernbane (se punkt 403.23)
- Bebyggelse (se punkt 403.24)

Prinsippet er illustrert i figur 403.1.



Figur 403.1 Bestemmelse av sårbare punkter langs vannvegen

For vannveger med flere sårbare punkter skal det ikke velges lavere returperiode T i nedstrøms retning. Dette sikrer at kapasiteten langs vannvegen opprettholdes helt ut til trygg resipient. Det er imidlertid mulig å dimensjonere for mindre vannføring for deler av vannvegen dersom det brukes tiltak for å fordrøye eller avlede vann, se punkt 403.3.

403.22 Sikkerhetsklasse for veg

For veger påvirket av flom bestemmes sikkerhetsklassen ut fra ÅDT og omkjøringsmuligheter. Sikkerhetsklasse for veg angis ved bokstaven V, og dimensjonerende returperiode gitt i tabell 403.1 skal benyttes. Påslag for dimensjonerende avrenning $Q_{dim,T}$ gjøres etter punkt 404.2.

Tabell 403.1 Sikkerhetsklasser for veg påvirket av flom

Sikkerhetsklasse	ÅDT	Returperiode for flomhendelse	
		Med omkjøringsmulighet	Uten omkjøringsmulighet
V1	0 – 500	50 år	100 år
V2	500 – 4000	100 år	200 år
V3	> 4000	200 år	200 år

403.23 Sikkerhetsklasse for jernbane

For jernbane stilles det egne krav til sikkerhet mot skader fra vann. Returperiode for flom bestemmes ut fra teknisk regelverk for jernbanen [56].

403.24 Sikkerhetsklasse for bebyggelse

For bebyggelse gjelder egne krav til sikkerhet mot flom. Dimensjonerende returperiode for flom bestemmes ut fra byggeteknisk forskrift (TEK17) [27].

403.25 Returperioder ved spesielle funksjonskrav

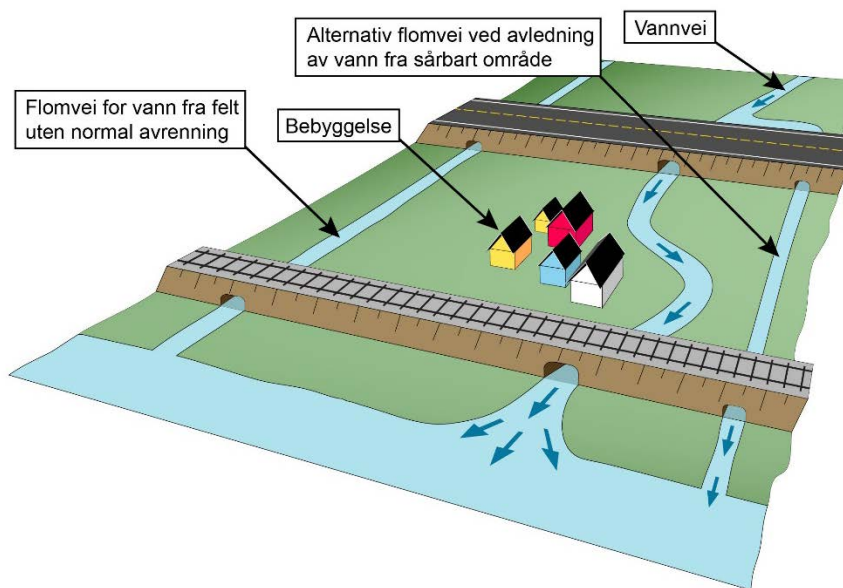
I tillegg til å håndtere dimensjonerende vannføring for flom ut fra valgt returperiode stilles det ytterligere funksjonskrav for følgende tiltak:

- Vannrensetiltak
- Fiskepassasjer

For disse tiltakene skal utformingen sikre funksjonskrav under normalsituasjon i tillegg til stor vannføring under flom. For funksjonskrav til vannrensetiltak se punkt 403.4.

403.3 Flomveger**403.31** Generelt

Med «flomveger» menes alle overflater i terrenget som leder vann ved flom. Dette omfatter både menneskeskapte tiltak og naturlige terrengformasjoner. Flomveger kan benyttes som sikkerhetstiltak mot skader ved å lede vann til mindre sårbare områder nedstrøms under flom, se figur 403.2.



Figur 403.2 Prinsippkisse for alternative flomveger

403.32 Avledning av vann fra eksisterende vannveger

I enkelte tilfeller er det ønskelig å avlede deler av vannføringen fra en hovedvannveg til en flomveg. Den dimensjonerende vannføringen for flomveger bestemmes som en andel av avrenningen fra hovedvannvegen. Denne andelen beregnes ved hydraulisk analyse av punktet der vannet avledes under dimensjonerende flom. Flomveger dimensjoneres ut fra krav i kapittel 404 og 405.

403.33 Vann fra felt uten normal vannføring

Det planlegges flomveger for vann fra felt som kun har vannføring under flom. For flomveger skal det dimensjoneres for vannføring $Q_{dim,T}$ som for andre vannveger ut fra valgt sikkerhetsklasse for flomvegen, se punkt 403.2.

403.4 Forurenset overvann og rensetiltak

403.41 Generelt

For å planlegge god vannhåndtering og sikre beskyttelse av vannforekomster i anleggsfase og driftsfase er det viktig at det på et tidlig tidspunkt opprettes kontakt med ansvarlige myndigheter for aktuelt regelverk som f.eks. vannressursloven, forurensingsloven, naturmangfoldloven, lakse- og innlandsfiskeloven og vannforskriften.

403.42 Håndtering av overvann i anleggsfasen

For å hindre erosjon og partikkeltransport ut av anleggsområdet håndteres overvann slik at det i minst mulig grad kommer i kontakt med blottlagte arealer i anleggsområdet. I tillegg benyttes siltgardiner eller andre avbøtende tiltak i vannforekomster som forventes å bli påvirket av partikkeltransport. Se [43] for veiledning.

Forurensningsloven er gjeldende for anleggsvann dersom utslippet er, eller kan være til skade for miljøet.

Enkelte bergarter er definert som forurenset grunn jf. forurensningsforskriften § 2-3. Dette omfatter f.eks. alunskifer og svovelrike gneiser, som er syredannende og som kan medføre utlekking av tungmetaller og ev. radionuklider. Statens strålevern er ansvarlig myndighet for radioaktiv

forurensning. Ved terrenginngrep i forurenset grunn stilles det bl.a. krav til undersøkelser (forurensningsforskriften § 2-4) og utarbeidelse av tiltaksplan (forurensningsforskriften § 2-6) som skal godkjennes av ansvarlig myndighet (kommunen) før arbeidet igangsettes.

403.43 Bortledning og rensing av forurenset overvann

Overvann fra veger kan være forurenset og direkte utslipp kan komme i konflikt med gjeldende lovverk, f.eks. forurensningsloven, forurensningsforskriften, vannforskriften og naturmangfoldloven. Forurenset overvann fra vegen skal i slike tilfeller renses før utslipp eller infiltrasjon. Behovet for tiltak/ev. fritak fra tiltak dokumenteres der forurensningsbelastning vurderes opp mot resipientenes sårbarhet og evne til å ta imot det forurensete overvannet. For å fastsette vannforekomstens sårbarhet er metodikken presentert i Statens vegvesens rapporter [46] og [47] aktuell å benytte.

Metodikken baserer seg på sårbarhetskriterier med utgangspunkt i vannforskriften og naturmangfoldloven. Metodikken kan også benyttes for å vurdere vannforekomstens sårbarhet for forurenset avrenningsvann i anleggsfasen. Sårbarhetsvurderingen omfatter kun innsjøer, bekker og elver, ikke grunnvann og kystvann.

Tabell 403.2 skal benyttes, og angir ÅDT-grenser med hensyn til risiko for biologisk skade i vannforekomst med angitt behov for rensertiltak. Bakgrunnsdokumentasjon for denne inndelingen kan leses i [48]. Rensertiltak står nærmere beskrevet i punkt 403.44.

Tabell 403.2 Risiko for biologisk skade i vannforekomst og behov for rensertiltak

Trafikk (ÅDT)	Biologisk påvirkning	Behov for rensertiltak
< 3 000	Lav sannsynlighet for biologiske effekter i vannforekomsten.	Ikke rensertiltak, avrenning over vegskulder og infiltrasjon i grunnen.
3 000 – 30 000	Middels – høy sannsynlighet for biologiske effekter i vannforekomsten. Vannforekomstens sårbarhet (<i>lav</i> , <i>middels</i> , <i>høy</i>) er avgjørende.	Rensertiltak skal benyttes hvis vannforekomsten har <i>middels</i> eller <i>høy</i> sårbarhet. Ved vannforekomster med <i>høy</i> sårbarhet og hvor ÅDT > 15 000 bør rensertiltaket minimum bestå av to trinn.
> 30 000	Høy sannsynlighet for biologiske effekter i vannforekomsten.	Rensertiltak skal benyttes, også ved utslipp til kystvann. Rensertiltak bør minimum bestå av to trinn.

Vegsalt kan ikke renses med rensertiltak som benyttes i dag, og forurensning som følge av vegsalt inngår derfor ikke i metodikken beskrevet over. Det iverksettes tiltak dersom det er risiko for saltinduserte skader i innsjøer som følge av ny veg.

403.44 Rensertiltak

Ved påslipp til kommunalt avløpsnett gjelder forurensningsforskriften kapittel 15A og §15A-4 og kommunen er forurensningsmyndighet.

Ved ÅDT > 3000 og utslipp til vannforekomster som har middels eller høy sårbarhet, skal det benyttes rensertiltak som minimum fjerner partikkelbundne forurensningsstoffer (trinn 1 rensing). Ved ÅDT > 15 000 og utslipp til vannforekomster med høy sårbarhet bør rensertiltaket fjerne partikkelbundne og løste forurensningsstoffer ved å benytte både trinn 1 og trinn 2 rensing. Infiltrasjons/filterløsninger kan kombineres med forsedimentering for å redusere drift og vedlikehold på grunn av partikkelbelastningen. Tabell 403.3 skal legges til grunn for valg og sammensetning av rensertiltak.

Tabell 403.3 Ulike trinn for rens tiltak og deres primære rensefunksjon

Trinn 1 Primærfunksjon: fjerning av partikkelbundne forurensningsstoffer			Trinn 2 Primærfunksjon: fjerning av løste forurensningsstoffer	
Naturbasert sedimentasjonsbasseng	Infiltrasjons-/filterløsning (stedegne eller tilførte masser)	Teknisk rens tiltak (lukket basseng, rør m.m.)	Infiltrasjons-/filterløsning (stedegne eller tilførte masser)	Lukket filter (basseng, rør m.m. og tilførte masser)

I tilfeller hvor det blir utløst krav om rens tiltak for forurenset overvann og hvor vannforekomst i tillegg er vurdert til å ha høy risiko for skader som følge av vegsalting, kan rens tiltak kombineres med bortledning og utslipp av rens overvann til en mindre sårbar vannforekomst.

Bildekk, vegmerking og asfalt inneholder plast og slitasje bidrar til utslipp av mikroplast. Naturlig filtrering i sideterreng og ulike typer av infiltrasjonsløsninger kan holde tilbake mikroplast.

Funksjonsbeskrivelse:

- Forurenset overvann fra vegen skal samles opp og ledes til rens tiltaket.
- Rent overvann fra områder utenfor vegen skal avskjæres og føres utenom rens tiltaket.
- Rens tiltaket skal fungere gjennom hele året og kunne tilbakeholde akutte utslipp ved at innløp og utløp er dykket.
- Ved overbelastning skal rens tiltaket føre vann til en trygg flomveg, dimensjonert for $Q_{dim,T}$.
- Rens tiltak skal ha enkel adkomst for maskinelt utstyr for drift og vedlikehold (f.eks. slamfjerning, vegetasjonskontroll, prøvetaking av vann og slam).

Dimensjonering av rens tiltak tilpasses forholdene i nedstrøms vannforekomst eller ledningsnett. Se punkt 403.46 og 403.47 samt veiledning for utdypende informasjon om utforming og funksjon for ulike rens tiltak. Forvaltningsplan med driftsinstruks skal utarbeides.

403.45 Rens tiltak – sedimentering (trinn 1)

Dimensjonerende vannvolum V_{dim}

V_{dim} bestemmes ut fra middelregn for området. For middelregnetoden benyttes ikke påslag etter punkt 404.2.

Rens tiltak i tettbygde strøk

I byområder, hvor det kan være arealknapphet, vil det kunne være behov for mer kompakte rens tiltak. I slike tilfeller legges til grunn at kun en andel av overflateavrenningen fra en nedbørshendelse renses, såkalt «first-flush». Etterfølgende avrenning ledes i overløp uten rensing.

Funksjonsbeskrivelse Trinn 1:

- Rens tiltak med permanent vannspeil med to volum; tørrværsvolum og fordrøyningsvolum.
- Rens tiltak med tørrværsvolum med dybde 1,2-1,5 m for å sikre aerobe forhold.
- Rens tiltak med en forsedimenteringsdel.
- Rens tiltak med tett bunn.
- Rens tiltak dimensjoneres for å oppnå en rensgrad for totalt suspendert stoff (TSS (partikler)) på minimum 80 %.

403.46 Rens tiltak sorpsjon (trinn 2)

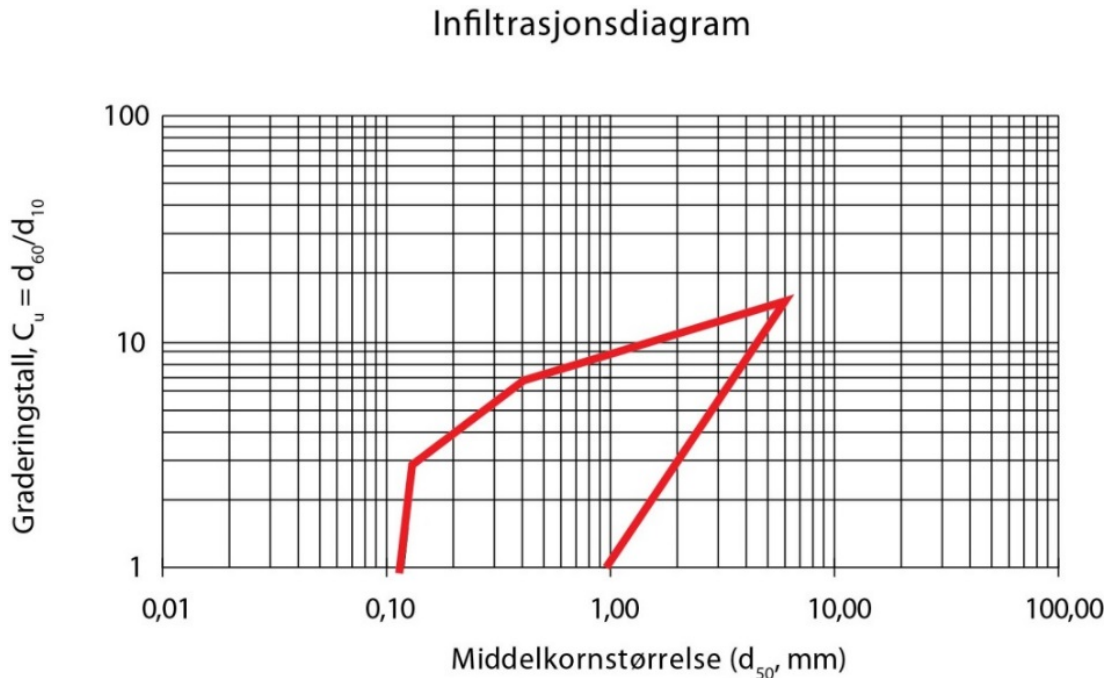
Vanndybde

Bassengveggene skal dimensjoneres som for fordrøyningsbasseng, se punkt 405.38.

Ved flom dimensjoneres bassenget med trygt overløp for $Q_{dim,T}$.

Masser

Løsmassene under et infiltrasjonsbasseng skal være iht. infiltrasjonsdiagrammet i figur 403.3. I figuren er det tatt hensyn til at massene innenfor grensekurven skal ha minst like høy infiltrasjonskapasitet som overflatelaget etter flere års drift. Infiltrasjonskapasiteten avtar mot venstre i diagrammet, mens renssevnen øker.



Figur 403.3 Krav til løsmasser under infiltrasjons- og filterbasseng

Grensekurver for anbefalte masser i infiltrasjonsanlegg. Masser som ligger innenfor rød grensekurve samt har $d_{10} > 0,1$ mm og maks 2-3 % $< 0,063$ mm, er tilfredsstillende. Massene skal ha 5-10 volum-% organisk materiale i øverste 30 cm.

Funksjonsbeskrivelse Trinn 2:

- Overflaten i bunnen av infiltrasjonsbassenget grasdekkes for å redusere faren for gjentetting på grunn av tilført finstoff.
- Grunnvannspeilet legges mer enn 1 m under bunnen av infiltrasjonsbassenget.
- Tykkelse på tilførte filtermasser i et filterbasseng minimum 50 cm.

404 Hydrologiske beregninger**404.1 Generelt**

Hydrologiske avrenningsberegninger gir beregnet avrenning Q_T fra nedbørsfeltet. Det finnes forskjellige beregningsmetoder basert på målinger eller kalibrerte fysiske modeller, og metodene tilpasses nedbørsfeltenes størrelse og egenskaper.

404.2 Påslag for avrenningsberegninger

Generelt

Det skal brukes en faktor F_k for å ta hensyn til fremtidige klimaendringer, og faktor F_u for å ta hensyn til usikkerheten ved beregning av dimensjonerende avrenning $Q_{dim,T}$:

$$Q_{dim,T} = Q_T \cdot F_k \cdot F_u$$

Der:

$Q_{dim,T}$ = Dimensjonerende avrenning for returperiode T (m^3/s)

Q_T = Beregnet avrenning for returperiode T (m^3/s)

F_k = Sikkerhetsfaktor for fremtidige klimaendringer

F_u = Sikkerhetsfaktor for usikkerhet ved beregningsmetode

Påslagene gjelder for alle avrenningsberegninger unntatt middelregnmetoden, og skal benyttes for alle permanente anlegg. For midlertidige anlegg, se beskrivelse av klimafaktor og faktor for usikkerhet av hydrologiske beregninger.

Klimafaktor – F_k

Tabell 404.1 angir F_k for hvert fylke, for små og store nedbørsfelt. Med små nedbørsfelt menes her alle felt med areal under 10 km².

Tabell 404.1 Klimafaktor F_k for fylker [55]

Fylke	Små nedbørfelt F_k	Store nedbørfelt F_k
Oslo og Akershus	1,3	1,3
Vest-Agder	1,3	1,2
Aust-Agder	1,3	1,2
Finnmark	1,3	1,2
Hordaland	1,4	1,4
Møre og Romsdal	1,4	1,4
Nord-Trøndelag	1,3	1,3
Nordland	1,4	1,4
Oppland	1,2	1,2
Rogaland	1,3	1,3
Sogn og Fjordane	1,4	1,4
Sør-Trøndelag	1,2	1,2
Telemark	1,2	1,2
Troms	1,3	1,3
Vestfold	1,2	1,2

Tabellen oppsummerer anbefalinger fra klimaprofiler for de forskjellige fylkene, utarbeidet av Norsk Klimaservicesenter. Klimaprofilene inneholder mer detaljert informasjon om forventede endringer i klimatiske forhold og flomvannsføring. De inneholder også anbefalte påslag for flere større vassdrag i hvert fylke der det foreligger flomsonekart.

Klimafaktorene i tabell 404.1 gjelder for anlegg med levetid t.o.m. 50 år. For anlegg med levetid under 50 år kan F_k velges lavere, men ikke under 1,0. For anlegg som krysser én eller flere fylkesgrenser bør den høyeste av verdiene for de to fylkene legges til grunn.

Faktor for usikkerhet ved hydrologiske beregninger – F_u

For alle anlegg med levetid over 50 år skal det brukes en sikkerhetsfaktor F_u for usikkerhet ved beregning av dimensjonerende vannføring $Q_{dim,T}$, se tabell 404.2. F_u bestemmes ut fra vannvegens sikkerhetsklasse.

Tabell 404.2 Sikkerhetsfaktor for håndtering av usikkerhet ved hydrologiske beregninger - F_u

Sikkerhetsklasse	F_u
V1 eller F1*	1,0
V2 eller F2*	1,1
V3 eller F3*	1,2

* Sikkerhetsklassene F1, F2 og F3 henviser til sikkerhetsklasse i Plan og bygningsloven § 7.

For anlegg med levetid t.o.m. 50 år kan det velges lavere verdi for F_u , men ikke under 1,0.

404.3 Hydrologiske beregningsmetoder

404.31 Generelt

De forskjellige hydrologiske beregningsmetodene er tilpasset forskjellige typer nedbørsfelt. I det følgende er det gitt krav til bruk av metode ut fra feltegenskaper. Metodene brukes til å finne beregnet avrenning (Q_T) fra feltet ved returperiode T ; se punkt 404.2.

Avrenningsberegninger er forbundet med stor usikkerhet. Det skal derfor benyttes flere metoder for avrenningsberegninger og valg av Q_T skal velges innenfor spennet av beregnet avrenning. Valg av metode skal begrunnes.

404.32 Den rasjonelle metoden

Den rasjonelle formelen er best tilpasset små nedbørsfelt med rask respons [36].

Den rasjonelle metoden skal brukes for nedbørsfelt med feltareal: $A_{\text{felt}} \leq 2 \text{ km}^2$. Valg av parametere skal begrunnes.

404.33 Middelregnetmetoden

Middelregnetmetoden benyttes for dimensjonering av rensetiltak. For middelregnetmetoden benyttes det ikke påslag etter punkt 404.2.

404.34 Regional flomfrekvensanalyse

Denne metoden er basert på regresjonsanalyse av avrenning fra forskjellige deler av landet. Metoden beregner middelflom Q_m ut fra midlere spesifikk avrenning q_m og skalerer opp til Q_T ved bruk av vekstkurver.

Regional flomfrekvensanalyse brukes for nedbørsfelt med feltareal $A_{\text{felt}} \leq 50 \text{ km}^2$. Valg av parametere skal begrunnes.

404.35 Lokal flomfrekvensanalyse

Denne metoden tar utgangspunkt i måleserier fra representative avrenningsmålinger i området.

Feltegenskapene til nedbørsfeltene som sammenlignes, skal dokumenteres. Valg av parametere begrunnes.

404.36 PQRUT-metoden

PQRUT-modellen er basert på observerte avrenningsforløp [37]. Metoden simulerer nedbørsfeltet som et kar med to utløp som fører vann nedstrøms, og det er behov for vurdering av flere feltparametere for å sikre presise anslag for avrenning Q_T .

PQRUT-metoden skal benyttes for nedbørsfelt med feltareal: $1 \text{ km}^2 < A_{\text{felt}} < 200 \text{ km}^2$. Valg av parametere skal begrunnes.

405 Hydraulisk dimensjonering

405.1 Generelt

Hydraulisk dimensjonering tar utgangspunkt i en valgt utforming for vannhåndteringstiltak og beregner strømningsforholdene under dimensjonerende vannføring. Dette ivaretar sikkerheten til selve tiltakene, vegen og tredjepart. Dimensjonering gjøres for alle hydrauliske tiltak, og krav til bruk av metodene beskrevet under punkt 405.3.

405.2 Behov for erosjonssikring

Behovet for erosjonssikring vurderes for følgende tilfeller:

- Langs vannveger og flomveger
- For alle hydrauliske tiltak
- For arealer tilknyttet veg og eventuell tredjepart i området

Det forutsettes erosjonssikring med stein. Dimensjonerende steinstørrelse for erosjonssikring skal ta hensyn til vannhastighet, steinmaterialets spesifikke tetthet og underlagets stabilitet. Metoden er beskrevet i [39].

Det skal benyttes en sikkerhetsfaktor $F_{S,D50}$ for å ta hensyn til lokale variasjoner i vannhastighet. Bruk av $F_{S,D50}$ er beskrevet for hver type tiltak under punkt 405.3.

Ved bruk av erosjonssikring med andre metoder skal sikringseffekten dokumenteres. For sikring mot bølgeerosjon og dimensjonering av elveforbygninger, se kapittel 26 og kapittel 408.

405.3 Krav til dimensjonering av hydrauliske tiltak

405.31 Hydrauliske tiltak

Med «hydrauliske tiltak» menes her alle fysiske tiltak som påvirker vannføring, -dybde eller -hastighet. I det følgende er det gitt krav til dimensjonering og utforming for ulike typer hydrauliske tiltak. Kravene beskriver hvilke forhold som det er behov for å vurdere, samt krav til aktuelle beregningsmetoder.

For eventuelle tiltak som ikke er beskrevet bør det dimensjoneres med utgangspunkt i krav for hydraulisk sammenlignbare tiltak.

405.32 Gjennomløp – stikkrenner og kulverter

Med «gjennomløp» menes både stikkrenner og kulverter. Lukkede gjennomløp håndterer både vannstrømning og massetransport.

Minimumsdimensjoner

Av hensyn til drift og vedlikehold skal det ikke benyttes mindre dimensjoner for gjennomløp enn de som er angitt tabell 405.1.

Tabell 405.1 Minimumsdimensjoner for gjennomløp

Vegtype	Minimumsdimensjon - D_{min}
Veger og gater	600 mm
Adkomstveger og gang- og sykkelveger	400 mm
Avkjørsler	300 mm

Avvik på inntil 5 % fra oppgitte verdier godtas. For fiskepassasjer stilles det egne krav til minimumsdimensjon, se punkt 405.39.

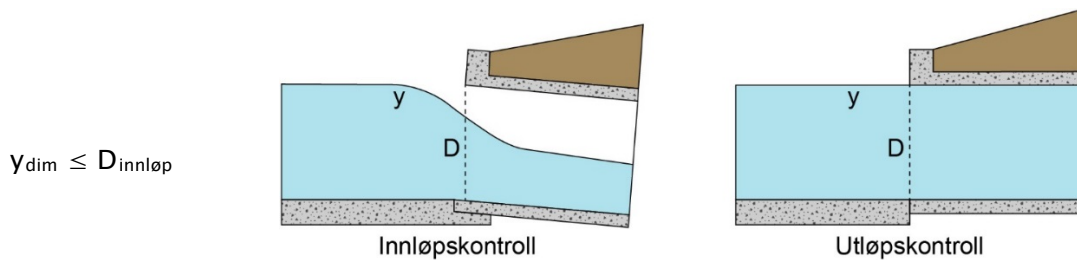
Hydraulisk strømningsform

Det skal vises om gjennomløpet har inn- eller utløpskontroll for $Q_{dim,T}$. Strømningsformen kan vises på følgende måter:

- Forenklet påvisning
- Sammenligning av beregnet kapasitet ved inn- og utløpskontroll
- Hydrauliske programvare

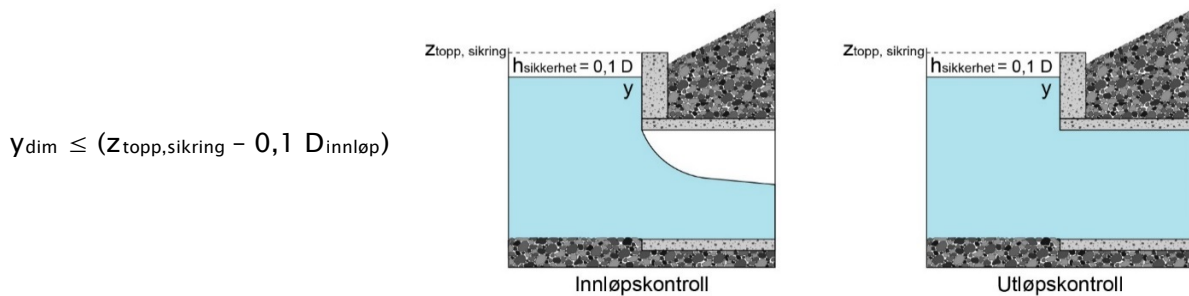
Vanndybde ved innløp

For fyllinger uten sikring skal vanndybden ved innløpet y_{dim} for vannføring $Q_{dim,T}$ ikke settes høyere enn toppen av innløpet. Kravet er illustrert i figur 405.1.



Figur 405.1 Vannstand ved innløp for fyllinger uten tett sikring

Ved bruk av tett sikring tillates vannstand opp til $0,1 D$ (innvendig diameter) under toppen av sikringen. Kravet er illustrert i figur 405.2. Tett sikring beskriver tiltak som hindrer skader på fyllingen som følge av vanninntrengning eller erosjon.



Figur 405.2 Vannstand ved innløp for fyllinger med tett sikring

Vannhastighet ved innløp

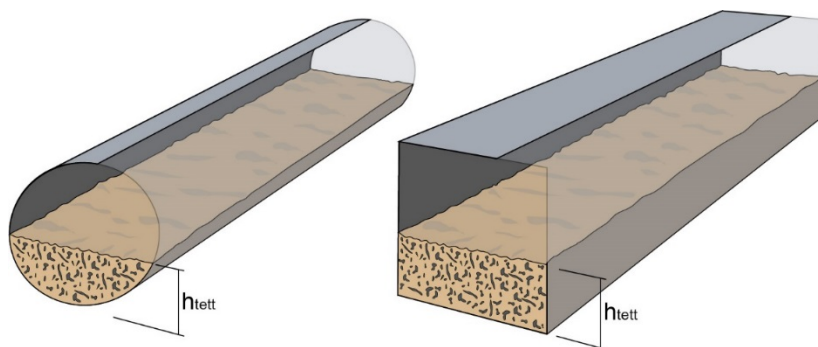
Økt vannhastighet ved innløpet kan øke kapasiteten til gjennomløpet ved innløpskontroll. Dersom hastighetsenergien benyttes i kapasitetsberegningen skal den beregnes. Kapasiteten finnes fra nomogram eller kapasitetskurve for aktuell innløpsutforming.

Vanndybde ved utløp

Stor vannstand ved utløpet kan gi utløpskontroll pga. oppstuvning i gjennomløpet. Sammenligning av vanndybde i utløpet skal derfor sammenlignes med vannstand i nedstrøms kanal ved $Q_{dim,T}$ for å påvise antatt strømningsform.

Dimensjonerende gjentettingsgrad

Delvis gjentetting av gjennomløp pga. masseavsetning og gjenisning reduserer kapasiteten til gjennomløpet; se figur 405.3. Dimensjoneringen skal derfor ta hensyn til forventet gjentetting gjennom dreneringens levetid.



Figur 405.3 Dimensjonerende gjentetting av innløp

Det skal antas gjentetting i 1/3 av innløpets høyde. Dette kravet tar hensyn til retningslinjer for vedlikehold (gjentetting i 20 % av høyden) pluss en sikkerhetsfaktor. Høyere gjentettingsgrad kan antas.

Ved bruk av inntaksrist, fangrist eller fangdam eller i tilfeller der det kan vises at det forekommer lite massetransport kan man anta lavere gjentettingsgrad opp til fullt tverrsnitt i kapasitetsberegning. For tiltak langs vannveger med massetransport og fare for gjentetting kan det vurderes å etablere sikre flomveger, se punkt 403.3.

Bruk av gjennomløp med inntakskum

For gjennomløp med inntakskum skal det beregnes kapasitet både for inntaket til kummen og for selve gjennomløpet. Kapasiteten og vanddybde bestemmes ut fra den laveste verdi av disse.

For kapasitetsberegning av kumrister bør det antas at halve spalteåpningen tettes av transportert materiale under flom:

$$A_{\text{rist, dim}} = 0,5 \cdot A_{\text{rist}}$$

Bruk av forbedret innløp

Ved å utforme innløpet med traktform og/eller ekstra fall er det mulig å øke kapasiteten til gjennomløpet betydelig [35]. Ved en slik utforming er det behov for detaljert dimensjonering.

Ved bruk av forbedret innløp gjøres det en kost/nytteanalyse der man sammenligner med konvensjonelle gjennomløp med større dimensjon.

Erosjonssikring

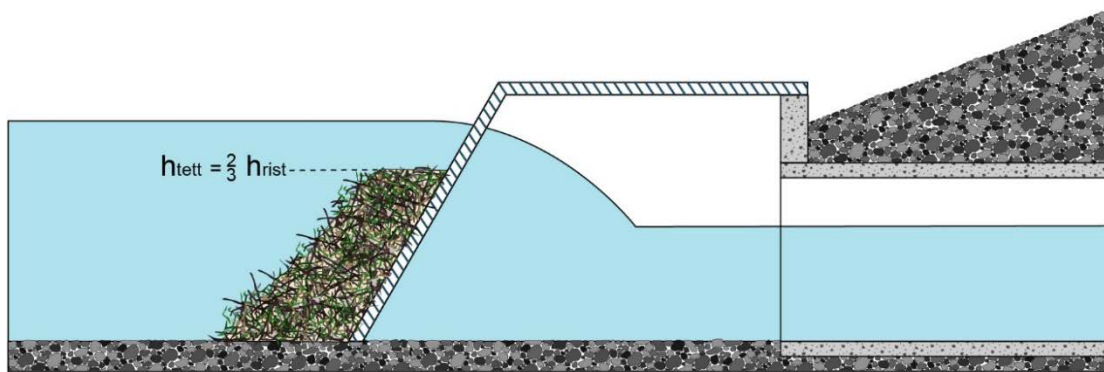
Området rundt inn- og utløp er utsatt for erosjon. Behov for erosjonssikring skal vurderes. Det bør benyttes sikkerhetsfaktor $F_{S,D50} = 1,4$, se punkt 405.2.

Bruk av innløpsrist

Med «innløpsrist» menes her alle fysiske hindre med stor spalteåpning som sikrer innløpet mot tilkomst og gjentetting av transportert materiale. Dimensjonerende tilstand for innløpsrister er ved delvis gjentetting, der de danner terskler med overløpsstrømning.

Dimensjonerende situasjon for innløpsrister er ved delvis gjentetting opp til 2/3 høyde for risten [34]:

$$h_{\text{tett}} = 2/3 h_{\text{rist}}$$



Figur 405.4 Dimensjonerende gjentetting av innløpsrist

Vanndybde ved bruk av innløpsrist

Ved delvis gjentetting vil risten fungere som en terskel med overløp. Det gir oppstuvning oppstrøms, og kanalen skal utformes slik at vann ikke avledes til terrenget. Ved beregning av vanndybden oppstrøms for risten, bør det legges til grunn gjentetting av $2/3$ av ristens høyde.

Strømningsform ved bruk av innløpsrist

Overløpet kan gi fritt vannspeil eller dykking ved innløpet, avhengig av forholdet mellom vanndybde på oppstrøms og nedstrøms side av risten. Dersom overløpet gir dykket innløp med vann mot fylling, vurderes behov for tett sikring.

Erosjonssikring ved bruk av innløpsrist

Ved overløpsstrømning kan det forekomme lokal erosjon rundt innløpsristen. Behov for erosjonssikring bør vurderes. Det bør benyttes sikkerhetsfaktor $F_{S,D50} = 1,4$, se punkt 405.2.

405.33 Åpne vannveger – kanaler, nedføringsrenner og grøfter

Her brukes ordet «åpne vannveger» for kanaler, nedføringsrenner og grøfter.

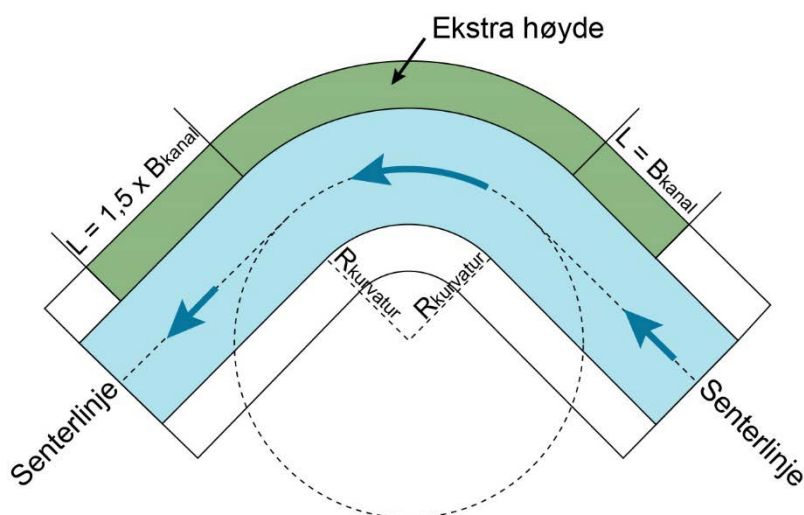
Vanndybde

Vannet skal ledes langs etablerte vannveger, og ikke ut i terrenget. Dimensjonerende vanndybde bestemmes ut fra strømningsdybde, sikkerhetstillegg og oppskylling:

$$y_{\text{dim}} \geq y + \Delta y_{\text{oppsylling}}$$

Ved retningsendringer i kanaler vil vannet skylle opp langs sidene [39]. For bend i kanalen med krumningsforhold $R_{\text{krumning}}/B_{\text{kanal}} < 30$ tas det hensyn til oppskylling. B_{kanal} er kanalens bredde.

Sikring skal utføres langs hele kanalens bend, samt langs lengde $L_1 = B_{\text{kanal}}$ på oppstrøms side og lengde $L_2 = 1,5 B_{\text{kanal}}$ på nedstrøms side, se figur 405.5.



Figur 405.5 Sikring mot oppstuvning i åpen vannveg

Erosjonssikring

Behov for erosjonssikring skal vurderes ut fra strømningshastighet og sikkerhetsklasse [39]. I tillegg skal det tas hensyn til økt hastighet i kanalbend:

Krumning i bend	Krav
$(R_{\text{kurvatur}}/B_{\text{kanal}}) > 30$ Liten påvirkning av massetransport	$F_{S,D50} = 1,2$
$10 > (R_{\text{kurvatur}}/B_{\text{kanal}}) > 30$ Moderat påvirkning av massetransport	$F_{S,D50} = 1,5$
$10 < R_{\text{kurvatur}}/B_{\text{kanal}}$ Stor påvirkning av massetransport	$F_{S,D50} = 1,8$

Figur 405.6 Sikring mot erosjon i åpen vannveg

Sikring skal utføres langs hele kanalens bend, samt langs lengde $L_1 = B_{\text{kanal}}$ på oppstrøms side og lengde $L_2 = 1,5 B_{\text{kanal}}$ på nedstrøms side, se figur 405.6.

Tilkomst for vedlikehold

Åpne vannveger bør utformes med mulighet for maskinell tilkomst for vedlikehold.

405.34 Terskler

Med «terskel» menes her alle hinder uten lysåpning som reduserer vannlinjens helning. Terskler kan brukes både enkeltvis eller i serie, som et alternativ – eller i tillegg til - erosjonssikring med stein.

Strømningsform

Terskler utgjør hindre i vannvegen som påvirker strømmingen. Den hydrauliske effekten avhenger av strømningsformen, og denne skal bestemmes. Ved beregning av strømming over terskler skal det tas hensyn til terskelens høyde, kronebredde og ruhet.

Erosjonssikring

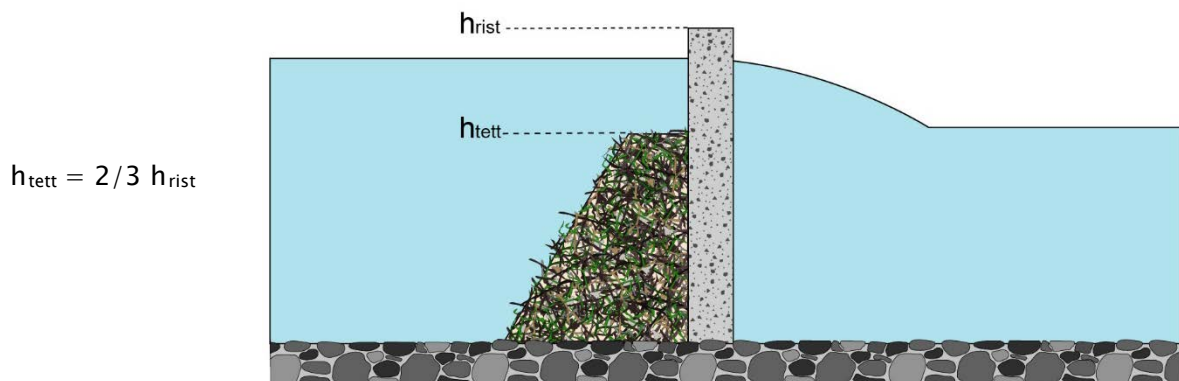
Behov for erosjonssikring vurderes, se punkt 405.2. Ved bestemmelse av D_{50} (midlere steinstørrelse) skal det brukes sikkerhetsfaktor $F_{S,D50} = 1,4$.

Tilkomst for vedlikehold

Terskler som anlegges i kanaler med massetransport bør utformes med mulighet for maskinell tilkomst for vedlikehold.

405.35 Fangrister

Med «fangrister» menes her alle hinder med stor lysåpning som samler drivgods og større sedimenter i åpne vannveger. Dimensjonerende tilstand for fangrister skal bestemmes ved 2/3 av høyden tettet:



Figur 405.7 Dimensjonerende gjentettingsgrad for fangrister

Vanddybde

Vanddybden skal beregnes oppstrøms og nedstrøms for risten, og det tas hensyn til oppstuvning ved delvis gjentetting. Kravene til vanddybde for nedføringsrenner, kanaler og grøfter gjelder.

Erosjonssikring

Det vurderes behov for erosjonssikring ved fangrister og nett, se punkt 405.2. Dimensjonerende vannhastighet skal bestemmes for overløp som oppstår i dimensjonerende tilstand. Det skal benyttes sikkerhetsfaktor $F_{S,D50} = 1,4$.

Tilkomst for vedlikehold

I masseførende vannveger vil fangrister samle store mengder materiale og det er behov for jevnlig inspeksjon og rensk. Det tilrettelegges for maskinell tilkomst fra områder som ligger trygt under flom.

405.36 Spesielle energidreperer

Med «spesielle energidreperer» menes her tiltak som fører til vannstandssprang for å redusere vannhastigheten. Disse brukes der man har særlig stor vannhastighet, slik at erosjonssikring vil kreve svært store steiner.

Vannhastighet

Det skal benyttes spesielle energidreperer ved vannhastigheter over 4 m/s. Det beregnes vannhastighet nedstrøms kanal som påvirkes av energidreperen, som grunnlag for ytterligere erosjonssikring nedstrøms.

Vanddybde

Kanaldybde skal oppfylle samme krav som for nedføringsrenner, kanaler og grøfter. Vanddybden beregnes før og etter vannstandsspranget.

Erosjonssikring

Nedstrøms kanal skal erosjonssikres. Sikkerhetsfaktor $F_{s,D50} = 1,8$ skal benyttes. Dersom den aktuelle dimensjoneringsmetoden beskriver strengere krav skal disse følges.

Tilkomst for vedlikehold

I masseførende vannveger vil fangdammer samle store mengder materiale og det er behov for jevnlig inspeksjon og rensk. Det bør tilrettelegges for maskinell tilkomst fra områder som ligger trygt under flom.

405.37 Massebassenger

Med «massebasseng» menes her magasiner som reduserer vannhastighet og tar ut sedimenter fra massetransporterende vann. Massebassenger brukes for beskytte nedstrøms tiltak mot gjentetting.

Vanndybde

Sedimentasjonsbassenger skal dimensjoneres for strømningsdybde, sedimentavsetninger og en tilleggsdybde:

$$y_{\text{dim}} \geq y_{\text{fangdam}} + t_{\text{sediment}} + \Delta y_{\text{tillegg}}$$

t_{sediment} bestemmes ut fra hensyn til drift. $\Delta y_{\text{tillegg}}$ skal ikke settes lavere enn 0,15 m.

Vannhastighet og lengde av basseng

Vannhastigheten og lengden av bassenget skal sikre avlagring av sedimenter over størrelse $0,8 \cdot D_{\text{tillatt}}$. D_{tillatt} er største partikkelstørrelse som kan tillates nedstrøms for fangdammen, og vurderes ut fra nedstrøms strømningsforhold og sårbarhet.

Tilkomst for vedlikehold

Det er viktig at sedimentbassenger renses slik at funksjonen opprettholdes. Sedimentbassenger bør derfor ha tilkomst for maskinell rensk.

405.38 Fordrøyningsbassenger

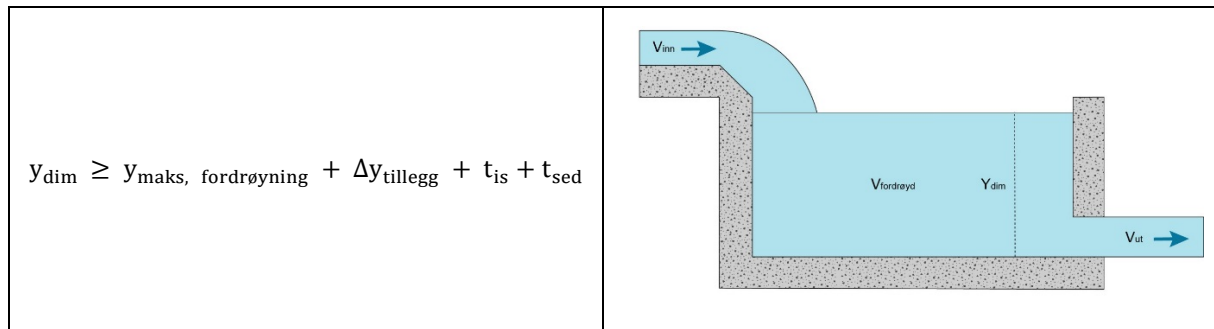
Med «fordrøyningsbasseng» menes her alle magasiner som holder tilbake deler av det totale vannvolumet og reduserer vannføringen nedstrøms.

Dimensjonerende vannvolum V_{dim}

Fordrøyning i åpne og lukkede volumer beregnes ved å beregne massebalansen i fordrøyningsvolumet for et gitt avløpsforhold under flom. V_{dim} bestemmes ut fra nedbørsfeltets egenskaper etter kapittel 404.

Vanndybde

Bassengdybden skal dimensjoneres for strømningsdybde, sedimenter, is og en tilleggsdybde; se figur 405.8.



Figur 405.8 Prinsippkisse av fordrøyningsbasseng

t_{sed} bestemmes ut fra hensyn til drift. t_{is} bestemmes ut fra gjennomsnittlig antall negative graddøgn for området og strømningsforhold i bassenget.

Tilkomst for vedlikehold

I masseførende vannveger vil massebasseng samle store mengder materiale og det er behov for jevnlig inspeksjon og rensk. Det bør tilrettelegges for maskinell tilkomst fra områder som ligger trygt under flom.

405.39 Fiskepassasjer

Med «fiskepassasjer» menes her naturlige og kunstige vannveger som utgjør vandringsruiter for fisk. Fiskepassasjer skal gi egnede strømningsforhold for aktuelle fiskearter under normal vannføring, og tilstrekkelig kapasitet under flom. For arter som ikke er dekket her kan andre krav legges til grunn, og disse kravene begrunnes. For mer om fiskepassasjer, se kapittel 7.

Vannføring

Krav til strømningsforhold for fiskevandring skal være tilfredsstillt for vannføring mellom $Q_{10\%}$ og $Q_{90\%}$. For dimensjonerende vannføring $Q_{dim,T}$ gjelder krav beskrevet i punkt 405.3.

Vanndybde

Vanndybden skal oppfylle kravene for aktuelle arter under normal vannføring, se tabell 405.2. y_{min} beregnes ut fra $Q_{90\%}$.

Tabell 405.2 Minimum tillatt vanndybde for fiskepassasjer [41]

Strømningsforhold	Små stasjonær ørret (≤ 15 cm)	Sjøørret (25 – 50 cm)	Smålaks (≥ 55 cm)
Minimum vanndybde y_{min}	0,15 m	0,20 m	0,30 m

Vannhastighet

Vannhastigheten skal oppfylle kravene for aktuelle arter, se tabell 405.3. Maksimal vannhastighet V_{maks} beregnes som snitthastighet over strømningsversnittet. V_{maks} bestemmes ut fra $Q_{10\%}$.

Tabell 405.3 Maksimum tillatt vannhastighet [27]

Maksimal vannhastighet V_{maks}	Små stasjonær ørret (≤ 15 cm)	Sjøørret (25 – 50 cm)	Smålaks (≥ 55 cm)
$L_{gjennomløp} < 20$ m	1,1 m/s	1,4 m/s	2,2 m/s
$L_{gjennomløp} = 20-30$ m	0,9 m/s	1,3 m/s	1,8 m/s
$L_{gjennomløp} > 30$ m	0,7 m/s	1,1 m/s	1,6 m/s

Generelle utformingskrav for fiskepassasjer

Generelle utformingskrav er gitt i tabell 405.4.

Tabell 405.4 Generelle utformingskrav for fiskepassasjer [40]

Utformingskrav	Små stasjonær ørret (15 cm)	Sjørret (25 – 50 cm)	Smålaks (55 cm)
Minimumsdimensjon for lukket gjennomløp	0,3 m	0,3 m	0,5 m
Maksimal terskelhøyde	0,2 m	0,3 m	0,3 m

Med terskelhøyde menes her alle høydeforskjeller langs bunnen der det oppstår overløpsstrømming, f.eks. inn- og utløp for fiskepassasjen.

Bruk av innløpsrist ved fiskepassasjer

For fiskepassasjer skal det ikke benyttes rister ved innløpet, ettersom disse ved gjentetting kan gi stor terskelhøyde ved innløpet som hindrer vandringsruten. Det vurderes behov for inngjerding av innløpsområdet for å hindre tilkomst for mennesker og dyr.

Gjentetting av fiskepassasjer

Massehåndteringstiltak oppstrøms for innløpet vurderes for å unngå at faunapassasjer tettes av masseavlagringer. Disse tiltakene også skal oppfylle krav til vanndybde og -hastighet.

Erosjonssikring langs fiskepassasjer

Behov for erosjonssikring skal vurderes for dimensjonerende flomvannsføring $Q_{dim,T}$. Fiskepassasjer kan omfatte forskjellige typer tiltak. Sikkerhetsfaktor $F_{S,D50}$ bestemmes for hvert aktuelt tiltak under punkt 405.2.

406 Dreneringsprinsipper

406.1 Valg av drencsystem

Anbefaling for valg av drencsystem ut fra ÅDT og fartsgrense er gitt i tabell 406.1.

Tabell 406.1 Anbefalt dreneringstype

Fartsgrense	≤ 80 km/t			≥ 90 km/t
ÅDT	$\leq 1\ 500$	1 500 – 5 000	$\geq 5\ 000$	Alle
Dreneringstype	Åpen	Åpen/lukket	Lukket	Lukket

Når det bygges renseanlegg, skal det være lukket drenering for å sikre at alt vannet kommer fram til renseanlegget.

Valg av drencsystem, dimensjonering og detaljutforming av grøften foretas for det enkelte prosjekt ut fra tabell 406.1 samt en vurdering av:

- Trafikksikkerhet
- Vanntilsig og behov for frostsikker avrenning
- Klimatiske forhold som nedbørsmengder, snø og snøsmelting
- Veg og områdetype
- Terrengforhold, avrenning
- Grunnforhold og geologiske forhold
- Anleggs-, drifts,- og vedlikeholdskostnader
- Estetikk og terrengtilpasning
- Rensing av overvann

406.2 Utforming av tverrprofil, generelt

Utforming av skjæringsprofiler i berg og jord er omhandlet i kapittel 2. Dypsprengning er også omtalt i kapittel 2.

Plassering av drengrofter, ledninger mv. er omhandlet i punkt 406.3 t.o.m. punkt 406.7.

406.3 Drenering av vegoverbygning

406.31 Åpen drenering - dyp sidegrøft

Krav til behov for rekkverk er gitt i N101 [57].

Grøftedybde

Dyp sidegrøft skal ha dybde minst 0,35 m under forsterkningslaget. Ved anvendelse av isolasjonslag av XPS eller lettklinker/skumglass som en del av frostsikringen, skal bunnen av sidegrøfta ligge minst 0,35 m under isolasjonslaget. Grøftedybde ved ulike overbygninger er vist i figur 406.1. Krav til overbygningens tykkelse er gitt i kapittel 5.

Grøfteskrånings helning

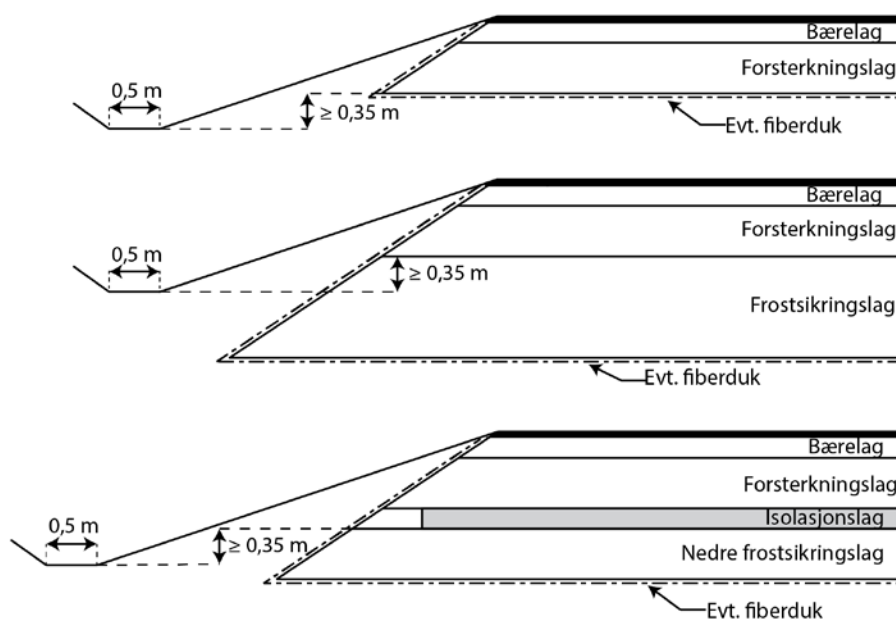
Krav til grøfteskrånings helning er gitt i tabell 406.2. Ved brattere helning enn angitt i tabellen er det behov for rekkverk.

Tabell 406.2 Krav til grøfteskråning ved åpen drenering med dyp sidegrøft

Grøft i:	Grøfteskrånings helning		
	Fartsgrense ≤ 80 km/t og ÅDT ≤ 5000	Fartsgrense ≤ 80 km/t og ÅDT > 5000	Fartsgrense ≥ 90 km/t
Løsmasser	1:2 – 1:5	1:3 – 1:5	1:4 – 1:5
Berg	1:4 – 1:5	1:4 – 1:5	1:4 – 1:5

Bredde grøftebunn

Grøftebunnens bredde bør være 0,5 m.



Figur 406.1 Åpen drengroft ved ulike overbygninger

406.32 Lukket drenering med grunn sidegrøft

Krav til behov for rekkverk er gitt i N101 [57].

Grøftedybde

Grunn sidegrøft for overvann skal ha dybde 0,5 m.

Lukket drensgrøft skal legges i frostfri dybde. Frostsikring er beskrevet i kapittel 5.

Eksempler på utforming av lukket, dyp drensgrøft er vist i figur 406.2. Drensledningen skal legges på en dybde som både tilfredstiller kravet til frostfri dybde (h_{10}) og dybde under forsterkningslaget ($\geq 0,35$ m). Utførelse forøvrig planlegges ut fra lokale forhold for hvert enkelt tilfelle.

Ved bruk av fiberduk i stedet for filterlag i overbygningen bør fiberduken og forsterkningslaget legges slik at det blir god forbindelse mellom overbygningen og drensgrøften.

Hvis det ikke er spesielle grunner for andre løsninger, bør avløps-/overvannsledning plasseres lavere enn drensledning og eventuelle andre typer ledninger.

Grøfteskrånings helning

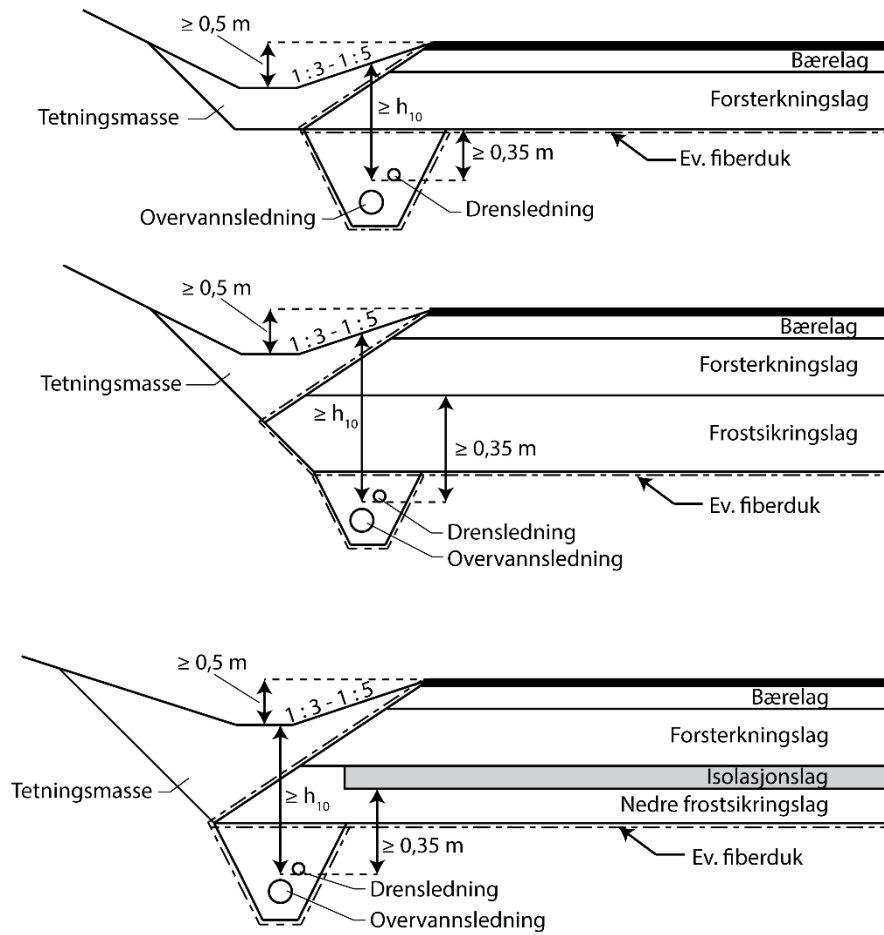
Krav til grøfteskrånings helning er gitt i tabell 406.3. Ved brattere helning enn angitt i tabellen er det behov for rekkverk.

Tabell 406.3 *Krav til grøfteskråning ved lukket drenering med grunn sidegrøft*

Grøft i:	Grøfteskrånings helning	
	Fartsgrense ≤ 80 km/t	Fartsgrense ≥ 90 km/t
Løsmasser	1:3 – 1:5	1:4 – 1:5
Berg	1:4 – 1:5	1:4 – 1:5

Bredde grøftebunn

Grøftebunnens bredde bør minimum være 0,5 m.



Figur 406.2 Grunne overvannsgrofter og lukket drenering

Figur 406.2 viser drensgrøft som er plassert under sidegrøften. Dersom drensledning og overvannsledning er plassert lenger inn i vegkonstruksjonen, regnes frostdybden h_{10} fra veg-/terrengoverflaten over ledningsgrøften.

Tetningsmassen bør ha $d_{10} \leq 0,01$ mm og graderingstall $C_u \leq 20$. Over tetningsmassen bør det legges et erosjonslag.

406.4 Drenering i bergskjæring

Utforming av overvannsgrofter (sidegrøfter) i bergskjæring er vist i kapittel 2.

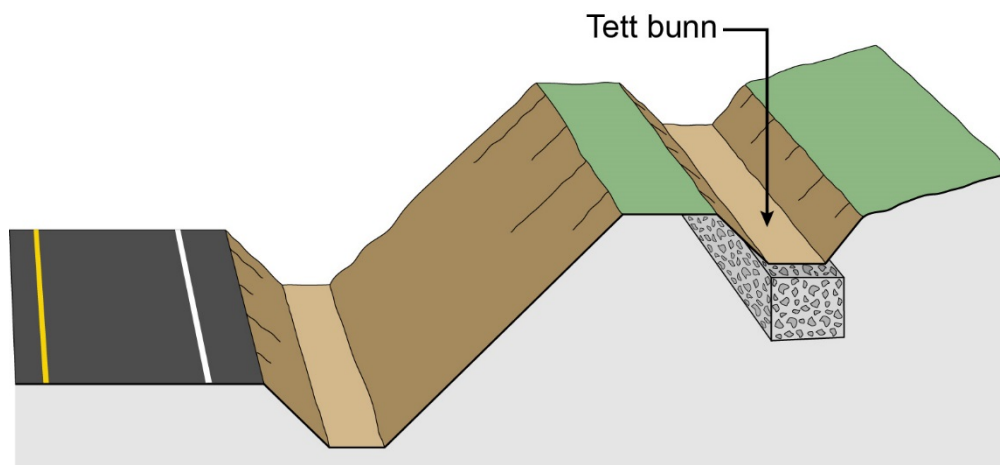
406.5 Drenering av vegens sideområder

406.51 Lukket drenering

Behov for lukket drenering av sideområder vurderes ut fra:

- stabilitet av skråninger, erosjon og undervasking, se kapittel 2.
- iskjøving
- eksisterende dreosanlegg

I spesielle tilfeller kan det være behov for å sikre at vannet ikke fryser før det kommer fram til nedføringsrenner og stikkrenner (hindre kjøving). Det kan da bygges terrenggrøft med en lukket del og en åpen del, se figur 406.3.



Figur 406.3 Kombinert åpen/lukket terrenggrøft

For den lukkede delen gjelder krav til materialer og utførelse som for vanlig lukket drenering. Øverste del av grøfta utføres som åpen grøft. Behov for erosjonssikring vurderes som for vanlig åpen terrenggrøft.

406.52 Infiltrasjonsanlegg

Infiltrasjonsanlegg for vann fra vegens sideområder bygges slik at det ikke oppstår fare for forurensning av grunnvannet (drikkevannskilder mv.) eller fare for flom og ukjent strømning ut fra anlegget.

Massene som det infiltreres i, bør bestå av sterkt oppsprukket eller løssprengt berg, grus, sand eller siltig sand uten spesielt tette lag.

406.53 Terrenggrøfter, nedføringsrenner

Der naturlige drensveger i terrenget skjæres over av vegskjæring eller for å hindre avrenning fra terrenget ovenfor skjæringen, skal det anlegges langsgående terrenggrøft langs skjæringstopp for å hindre erosjonsskader ved at vann renner ut over skjæringsskråningen. Terrenggrøften skal føres til naturlig vassdrag eller føres ned over skråningen i en nedføringsrenne.

Nedføringsrenner skal utføres med steinsetting for å sikre mot erosjon og redusere hastigheten til vannet. Steinsetting i et armert betongfundament gir en stabil og solid nedføringsrenne. Ved sterkt fall og/eller stor vannføring kan det bli aktuelt med særskilt energidreper foran innløpet til stikkrenne.

Terrenggrøft og nedføringsrenne gis rikelige dimensjoner og tilstrekkelig fall for å sikre varig hydraulisk kapasitet. Bunnbredde bør være minimum 0,5 m.

Om bygging av åpne grøfter, bl.a. terrenggrøfter, se kapittel 41. Om kontrollberegning av kapasitet og vurdering av fare for erosjon, se kapittel 405.

406.6 Drenering av kjørebane og vegområde

406.61 Kjørebane og vegskulder

Om krav til tverrfall generelt, se håndbok N100 [1].

406.62 Kantstein og sluk

På gater og veger med fortau kan vannet ledes til sluk eller rist ved hjelp av renne (rennestein). Slukrist plasseres normalt i flukt med fallet på vegoverflaten. Risten og rammen skal ikke stikke over omkringliggende belegning (dekke).

Slukavstand og utforming av rennestein velges ut fra bl.a. vannmengder (avrenning), vegens lengdefall og tverrfall.

Slukene plasseres vanligvis med inntil 70-100 m avstand. Ved avvanning av større arealer tilpasses slukavstanden i samsvar med slukristens kapasitet. Kapasiteten avhenger av gjennomløpsarealet og tillatt oppstuvning over risten. Vanlige gatesluk har kapasitet på ca. 15 l/s.

Lengdefall for renne (rennestein) anbefales å være minimum 8 ‰.

406.63 Parkeringsplasser og terminalanlegg

Tverrfall på dekke

Om krav til resulterende fall generelt, se håndbok N100 [1].

Store plasser bør deles opp i mindre områder med fall som for alle deler sikrer god avrenning til overvannsystemet. Der grunnen ikke er godt drenerende og i tilfeller hvor slitelaget består av grus eller drensasfalt kombinert med et drenerende bærelag bør det bygges lukket dressystem.

Møtende avrenningsflater

I grunne forsenkninger mellom møtende avrenningsflater kan vannet ledes til sluk/rist ved hjelp av kasserenne eller renne formet som sirkelsegment.

406.7 Drenering ved forsterkning

406.71 Generelt

Ved forsterkningstiltak bør en vurdere effekten av eventuelle samtidige dreneringstiltak. Dersom dreneringen blir omfattende, kan det være aktuelt å utsette øvrige forsterkningsarbeider til effekten av dreneringen kan bedømmes.

Dreneringen utføres slik at det ikke oppstår utilsiktet senking av grunnvannstanden der dette kan gi skade, f.eks. drenering av brønner og setninger på nærliggende byggverk.

406.72 Åpen drenering

Åpen, grunn sidegrøft vil være tilstrekkelig for å lede bort overvannet der vegen har ligget lenge uten skader.

I forbindelse med større utbedringsarbeid bør åpen drenering bygges med normalprofil som for nye anlegg.

406.73 Lukket drenering, dypdrenering

Ved avskjæring av grunnvann vurderes det om det er nødvendig med ytterligere tiltak for drenering og sikring av skråninger, se kapittel 2. Det kan være nødvendig å etablere åpen, grunn sidegrøft for å lede bort overvannet.

Fall for lukket drengroft bør være minimum 10 ‰.

Tilbakefyllingsmasser velges i forhold til masser i grunnen og type dren, se tabell 406.4.

Filterkriteriene mellom drensrør, tilbakefyllingsmaterialer, materialer i grunnen og eventuell fiberduk bør kontrolleres (se kapittel 6).

Tabell 406.4 Tilbakefyllingsmasser for drengrofter

Utførelse nr.	Type dren	Tilbakefyllingsmasse
1	Drensrør	Grus
2	Drensrør med fiberduk omkring røret	Finsand
3	Drensmatte (drenskjerne + fiberduk)	Stedlig masse
4	Pukkfylt fiberduk ev. med rør	Pukk

For utførelse nr. 3 forutsettes bl.a. at man har kjennskap til overbygningens tykkelse og materialkvalitet for vurdering av nødvendig elementhøyde og forventet effekt. Drenet bør ha minst 5 ‰ lengdefall (ved flate strekninger kan det om nødvendig anlegges synkekummer). Drenet bør være i kontakt med overbygningen og bør stikke 5-10 cm ned i undergrunnen for å få utdrenering av traubunn og bedre kanalisering av drensvann.

407 Frostsikring av drengsystemene

407.1 Frostsikring av stikkrenner og kulverter

De to viktigste problemene med frost for drengsystemene er telehiving av rør og iskjøving i og rundt røret.

Kulverter og stikkrenner med diameter større enn 600 mm bør frostsikres. Det legges til grunn at frosten virker i hele gjennomløpets lengde. Dersom man påregner større problemer med iskjøving i selve kulverten/stikkrenna, anbefales det å benytte sand-, grus- eller steinmaterialer til frostsikring dersom lagtykkelsene blir akseptable.

Sikring mot telehiv

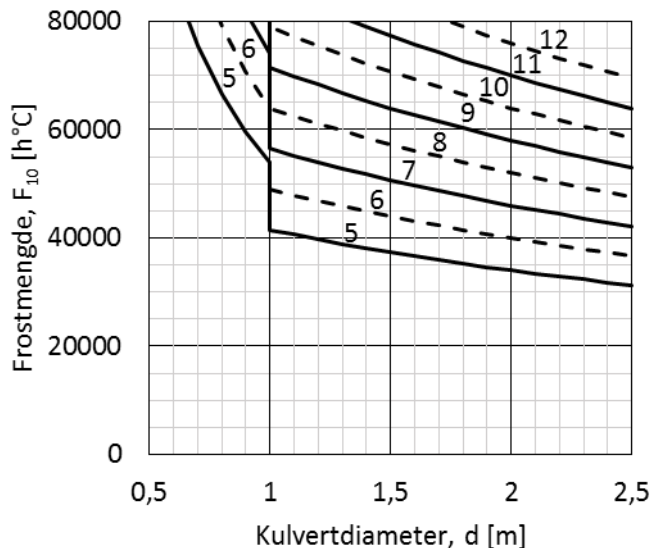
For frostsikring av sand-, grus- og steinmaterialer bør tykkelsen av frostsikringen (h_f) beregnes som vist i Tabell 407.1. Inngangsparameteren h_{10} (frostdybden) er avhengig av frostmengde og type frostsikringsmateriale; se kapittel 5.

Tabell 407.1 Nødvendig tykkelse på frostsikring, h_f , for kulverter og stikkrenner.

Kulvert diameter, d [m]	Tykkelse på frostsikringen, h_f [m]
$0,6 < d \leq 1,0$	$0,3 \cdot d \cdot h_{10}^{1)}$
$1,0 < d < 2,5$	$(0,3 + 0,1 \cdot d) \cdot h_{10}^{1)}$

¹⁾ h_{10} og d innsettes med tallverdien i meter (m)

For frostsikring med XPS benyttes figur 407.1 som gir tykkelse for XPS som funksjon av F_{10} og indre diameter. Minstetykkelsen skal være 5 cm.



Figur 407.1 Isolering av kulvert/stikkrenne med XPS. Grensekurvene angir XPS-tykkelse i cm.

For frostsikring med løs lettklinker eller med skumglassgranulat bør lagtykkelsene fra figur 407.1 for XPS multipliseres med en faktor på 3,0.

For frostsikring med andre materialer enn nevnt over, kan det gjøres en egen vurdering av egnethet, og som skal dokumenteres.

Sikring mot iskjøving

Sikring mot iskjøving kan gjøres på flere måter, bl.a.:

- Kanalisering av vannstrømmen slik at varmetapet blir minst mulig inn mot stikkrenna/kulverten. Samme prinsipp kan benyttes i renneløpet og i utløpet.
- Bygge ekstra stikkrenne/kulvert i et høyere leie og som normalt er tørr gjennom vinteren. Denne fungerer da som reserve dersom den ordinære stikkrenna ikke greier å ta unna vannet pga. iskjøving.
- Tilførsel av varme (varmekabler mv.) i selve stikkrenna/kulverten. Tilførsel av varme vil også kunne motvirke telehiv.

407.2 Frostsikring av andre ledninger. Utjevning av telehiv.

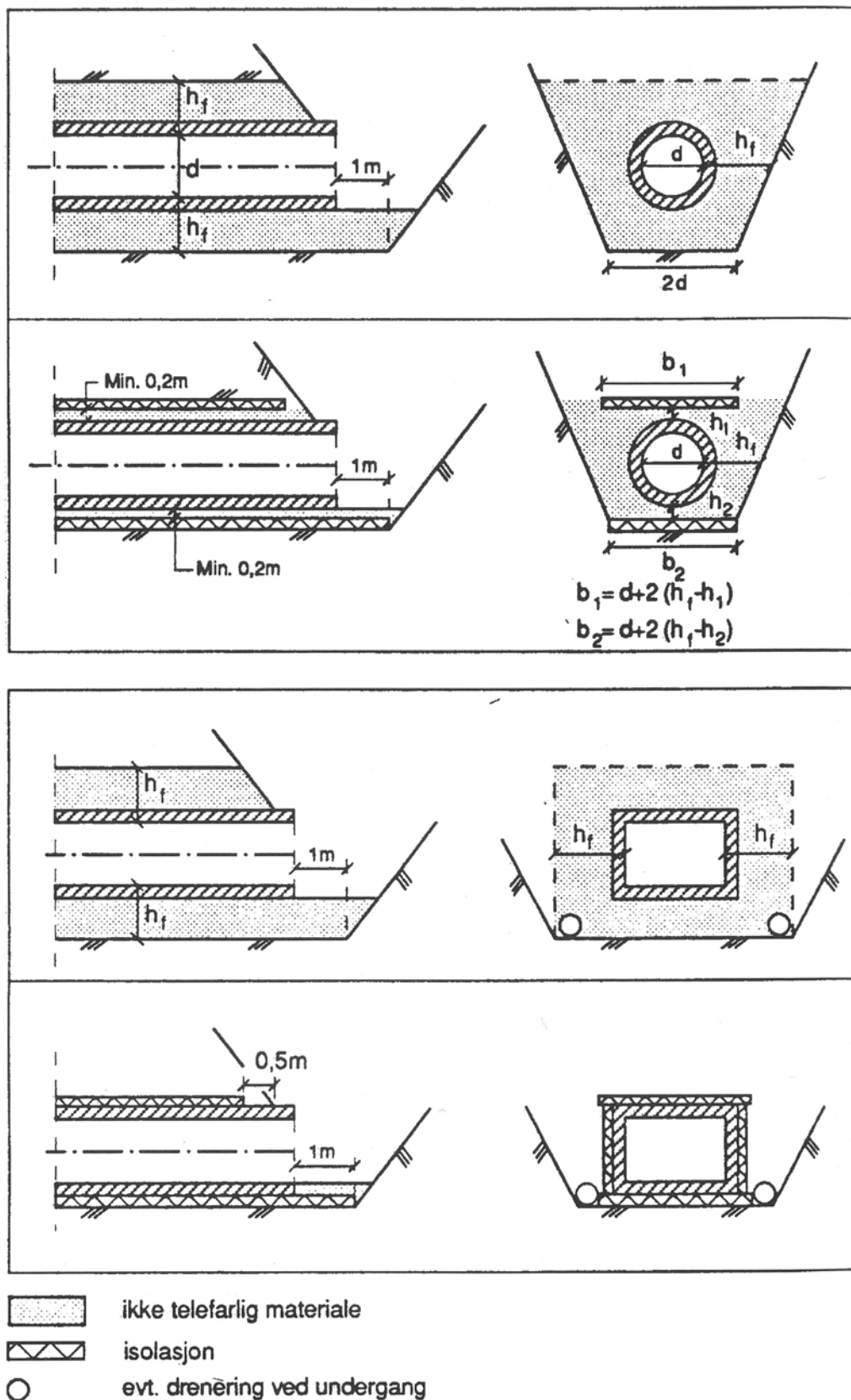
Overvannsledninger skal bygges frostfritt. Lukkede drengrofter som forutsettes å drenere også om vinteren, skal ha frostfri dybde. Det skal sikres at vannet fra drengroftene får avløp.

Stikkrenner/kulverter, underganger, overvannsledninger og ledninger for øvrig, som krysser veg, skal sikres mot ujevne telehiv. Utførelsesmetoder er vist i kapittel 5.

407.3 Innbygging og tilbakefylling

Innbygging og tilbakefylling følger krav i kapittel 423, men med de modifikasjoner som er nevnt nedenunder.

Utforming av frostsikring for stikkrenner og kulverter er vist i figur 407.2. Ved isolasjon med XPS-plater bør det legges et avrettingslag/nedre frostsikringslag av grus eller sand, min. 50 mm tykt, som underlag for platene.



Figur 407.2 Frostsikring av underganger og kulverter/stikkrenner

Ved større konstruksjoner vurderes underlaget og frostsikring spesielt (f.eks. magerbetong avrettet med et tynt sandlag).

Ved tilbakefylling med ikke telefarlige masser der undergrunnen ellers består av telefarlige masser, bør utkilingslengden være som vist i kapittel 5. Det er ikke krav om særskilt frostsikring over stikkrenna eller kulverten i slike tilfeller.

Stikkrenner som legges under frostsonen og som overfylles med stedlige masser, bør ha et beskyttelseslag på minst 300 mm over topp rør dersom tilbakefyllingsmassene inneholder stein som kan skade røret.

Materialene velges og brukes slik at vanlige krav til fundament, sidestøtte og beskyttelse av ledningskonstruksjonene oppfylles. Det vises til kapittel 422.

407.4 Frostsikring av rensetiltak

Rensetiltak skal være i funksjon gjennom frosts sesongen, og rensetiltak skal frostsikres. Neddykking av innløp og utløp til isfri dybde regnes som en fullgod frostsikring dersom dette fører til at rensetiltaket da kan fungere som tiltenkt.

408 Tiltak i vassdrag

408.1 Generelt

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) skal kontaktes der det planlegges permanente eller midlertidige inngrep som antas å få nevneverdig innvirkning på omgivelsene og konsekvenser for hydrologiske og biologiske forhold i vassdrag.

Sikring av skråninger utsatt for bølgeerosjon er omtalt i kapittel 2.

408.2 Vernede vassdrag

Vernede vassdrag er vassdrag som er vernet mot kraftutbygging ved Stortingets vedtak om «Verneplan for vassdrag» eller ved annet stortingsvedtak. Generelt gjelder strengere regelverk for vernede vassdrag enn for andre vassdrag.

Bestemmelser om vernede vassdrag er forankret i vannressurslovens kapittel 5. Det er gitt «Rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag» hjemlet i Plan- og bygningsloven (hovedmålet er å unngå inngrep som reduserer verneverdiene i vassdraget). Det kan også være bestemmelser i vedtak etter lov om bevaring av naturens mangfold (Naturmangfoldloven) [31].

408.3 Midlertidige tiltak i vassdrag i byggefasen

I byggefasen kan det være behov for midlertidige løsninger som kan avvike fra de permanente sikringsløsningene etter at tiltaket er slutført. Midlertidige tiltak følger de samme lover og forskrifter som permanente tiltak.

For midlertidige tiltak kan det legges til grunn lavere gjentakintervall for dimensjonerende flom, se kapittel 404.

408.4 Erosjonssikring ved inngrep i elveprofil

Det skal erosjonssikres der erosjon kan medføre skade på veggen eller tredjepart. Med erosjonssikring menes her sikringslag av stein og eventuelt filterlag over eksisterende underlag. Følgende notasjon brukes i kravene:

s = sikringslag

f = filterlag

u = underlag

For andre metoder enn sikring med stein skal effekten på strømningsforhold og sikring dokumenteres.

Sikring av både elvekant og elvebunn skal prosjekteres. Avslutning av sikring oppstrøms og nedstrøms skal utformes slik at det ikke oppstår erosjonsskader der.

Krav til erosjonssikring av bruer og andre bærende konstruksjoner er gitt i N400 [2]. Krav til erosjonssikring av hydrauliske tiltak er gitt i kapittel 405.

Dimensjoneringsmetode

Dimensjoneringsmetode er beskrevet i håndbok V221 [50].

Strømningsforhold

Ved inngrep i et elveprofil vil det oppstå endringer i strømnings- og erosjonsforhold. Det tas hensyn til endringer i vannets dybde, hastighet og retning som følge av inngrep i elveprofiler. Påvirkning oppstrøms og nedstrøms vurderes.

Krav til sikringslagets tykkelse

Sikringslag av stein skal ha tykkelse som oppfyller følgende krav:

$$t_{\min,s} \geq 300 \text{ mm}$$

$$t_{\min,s} \geq D_{\max,s}$$

$$t_{\min,s} \geq 1,5 D_{50,s}$$

Krav til steinmaterialets gradering

Steinmaterialets gradering skal oppfylle følgende krav:

$$1,5 \leq D_{85,s}/D_{15,s} \leq 7$$

Gradering for erosjonssikring bør vises ved siktekurve ved steinstørrelse, eller ved annen måling av sidekant. For krav til steinmaterialer vises det til NS-EN 13383-1 [51].

Geotekniske forhold

Omfang av erosjonssikringen bestemmes senest på reguleringsplannivå. Ved anlegg av - eller endringer i - erosjonssikring skal det gjennomføres en geoteknisk vurdering som vurderer belastningen av sikringen på skråningen. Der erosjon vil påvirke geoteknisk stabilitet skal største verdi av følgende brukes i beregning av steinstørrelse:

- Partialfaktor γ_M , se kapittel 2
- Sikkerhetsfaktor for steinstørrelse F_S , D_{50} , se punkt 405.2

Påvirkning av is i vannstrømmen

Is i vannstrømmen kan øke belastningen på erosjonssikringen. For elver som islegges eller er utsatt for isgang vurderes statisk og dynamisk belastning på erosjonssikringen, og legges til grunn for valg av steinstørrelse. Sprengt stein skal benyttes i erosjonssikring som påvirkes av is. For krav til steinmaterialer vises det til NS-EN 13383-1 [51].

Krav til filterlag av stein

Behov for filterlag av stein eller geotekstil vurderes. Filterlagets tykkelse skal oppfylle følgende krav:

$$t_{\min,f} \geq 150 \text{ mm}$$

$$t_{\min,f} \geq 4 D_{50,f}$$

Dersom filterlaget legges ut i vann skal tykkelsen økes med 50 % for å ta hensyn til utvasking av masser under utlegging.

Gradering av filtermateriale og underlag skal tilfredsstillende følgende krav:

- Utvasking av filtermateriale mellom lag: $D_{5,f} > 0,063 \text{ mm}$
- Permeabilitet ved grunnvannspåvirkning: $D_{15,f} / D_{85,u} > 5$
- Permeabilitet uten grunnvannspåvirkning: $D_{15,f} / D_{85,u} > 1,5$
- Grenseflatestabilitet: $D_{15,f} / D_{85,u} < 1,5$
- Indre stabilitet i filter: $D_{60,f} / D_{10,f} < 10$

Dersom kravene ikke kan oppnås med ett enkelt filterlag, skal det brukes flere lag. Kravene skal oppfylles mellom hvert lag. Hvert filterlag skal ha en tykkelse på minimum 100 mm. Dersom flere filterlag legges ut i vann, skal tykkelsen på hvert lag økes med 50 %.

Krav til filterduk

Ved bruk av fiberduk som filtermateriale skal tykkelsen $t_{\min,s}$ av sikringslaget økes med 10 %.

Fiberduken skal oppfylle følgende krav:

Krav til sikkerhet mot utvasking

Filteret skal hindre at partikler fra underlaget vaskes ut. Krav til sikkerhet mot utvasking avhenger av kornfordelingen til underlaget, og bestemmes ved filterdukens karakteristiske poreåpning O_{90} , med testmetode EN-ISO 12956 [52]. Tabell 408.1 viser krav til filterkriterier for friksjonsjordarter.

Tabell 408.1 Krav til filterkriterier for friksjonsjordarter

Finkornige friksjonsjordarter (silt, sandig silt og finsand)	
Silt:	$O_{90} < D_{90,u}$
Sandig silt og finsand ^{1,2} :	$O_{90} < 10 D_{50,u}$ $O_{90} < 2 D_{90,u}$
Friksjonsjordarter (grovsand, grus)	
Ved hurtig varierende strømming	$O_{90} < D_{50,u}$
Ved gradvis varierende eller uniform strømming	$O_{90} < D_{90,u}$

¹⁾ For jordarter med oppadrettet konkav kornfordelingskurve anbefales $O_{90} < D_{30,u}$.

²⁾ For jordarter med gap i kornfordelingskurven anbefales O_{90} mindre enn minste kornstørrelse i manglende fraksjon.

For kohesive jordarter (leir og leirig silt) skal filteret ta hensyn til påvirkning fra vannstrøm ut av underlaget. Vannstrøm i dimensjonerende tilfelle skal vurderes. Tabell 408.2 viser krav til filterkriterier for kohesive jordarter.

Tabell 408.2 Krav til filterkriterier for kohesive jordarter

Filterkriterier for kohesive jordarter (leir og leirig silt)	
Ved liten vannstrøm ut av underlaget ($i_s < 5$)	$O_{90} < 0,20 \text{ mm}$
Ved betydelig vannstrøm ut av underlaget ($i_s > 5$)	$O_{90} < D_{90,u}$

Krav til permeabilitet

Duken skal være mer permeabel enn underlaget for å hindre oppbygging av poretrykk, og skal oppfylle følgende krav:

$$\frac{k_f}{k_u} \geq M$$

Der:

k_f = Filterdukens permeabilitet

k_u = Underlagets permeabilitet

M = Koeffisient for geotekstilet

$M = 10$ for vevet geotekstil og 50 for filtet geotekstil. Filterdukens permeabilitet bestemmes ut fra hastighetsindeks V_{H50} , etter testmetode EN-ISO 11058 [53].

Krav mot gjentetting

Filterduken skal ha så stor poreåpning og andel åpent areal som mulig etter at krav til sikkerhet mot utvasking og krav til permeabilitet er oppfylt.

Krav til bestandighet og styrke

Duken skal motstå slitasje og skader under utlegging. Duken skal ha høyeste mulige bruksklasse som tilfredsstillende kravene til sikkerhet mot utvasking og krav til permeabilitet, opp til verdiene gitt i kapittel 6.

Krav til utførelse

Fiberduken skal ikke utsettes for direkte trafikkbelastning. Fiberduken skal ikke legges i flere lag eller med unødig mye overlapp. Overlapp mellom dukene skal være minimum 50 cm, maksimum 100 cm. Utlegging av duken og påfylling/ifylling av masser skal skje slik at det ikke oppstår rifter eller hull i duken og slik at det ikke oppstår hulrom under duken som kan medføre strekkspenninger ved belastning.

41 Åpne grøfter

411 Materialer

Dimensjonering (kapasitet) og erosjonssikring i åpne grøfter er beskrevet i punkt 405.53.

For grøfter som forutsettes å ha tett bunn og tette sider kan det kles med tette masser. Krav til tetningsmasser er gitt i punkt 406.32. Bruk av membran kan være aktuelt i spesielle tilfeller.

412 Utforming og utførelse

412.1 Sidegrøft

Sidegrøfter omfatter åpne/dype grøfter til drenering av vegkroppen og til bortledning av overvann, samt snølagring, og åpne/grunne grøfter til snølagring og bortledning av overvann der vegkroppen for øvrig dreneres gjennom lukkede grøfter.

Om grøftedybder og -bredder, se kapittel 406 og kapittel 2.

Om behov for rensing, se punkt 403.4.

Om behov for erosjonssikring, se punkt 405.33.

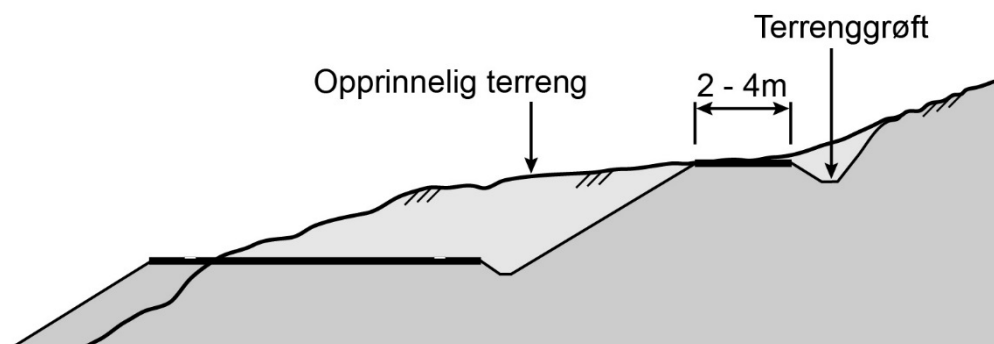
412.2 Terrenggrøft

Generelt

Utforming og plassering av terrenggrøfter (avskjærende grøfter) i løsmasser tilpasses lokale behov for å kontrollere vann som krysser vegområdet både under sommer- og vinterforhold.

Terrenggrøfter tilpasses terrenget slik at det blir minst mulig sår i landskapet, og slik at overflatevann hindres i å renne ned langs skjæringsskrånninger og forårsake erosjonsskader eller iskjøving.

Terrenggrøfter bør plasseres og bygges slik at de ikke fører til nedsatt stabilitet i skrånninger og sideområder. Terrenggrøft plasseres minst 2 m fra skjæringstopp, se figur 412.1.



Figur 412.1 Plassering av terrenggrøft

Vannet bør ledes til nedføringsrenne, eventuelt direkte til kulvert, vassdrag eller sideområde der vannet ikke kan forårsake skade.

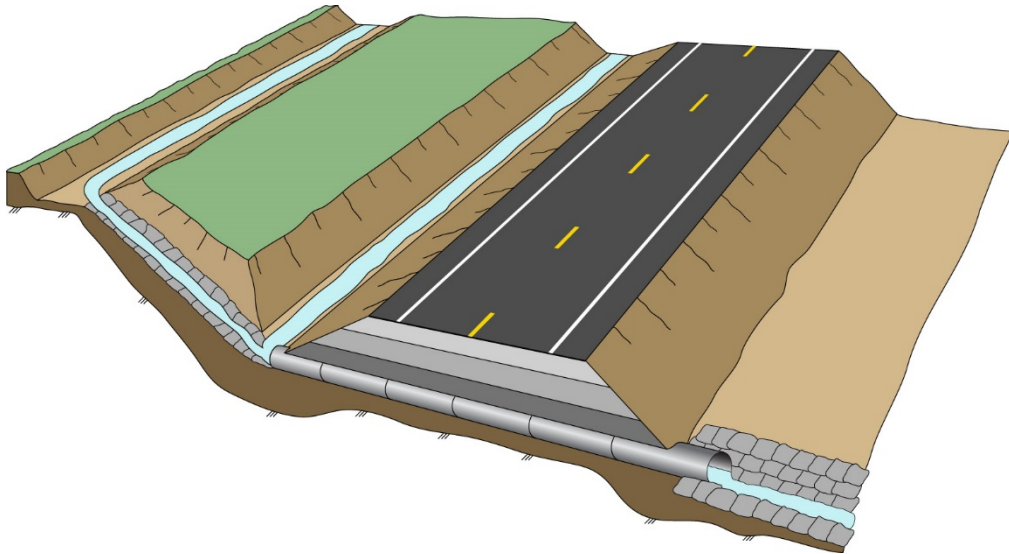
Dimensjonering og utførelse

Kontrollberegning av kapasitet og vannhastighet, samt valg av materialer til erosjonssikring, foretas som for åpne sidegrøfter. Se kapittel 405.33.

412.3 Nedføringsrenner

Nedføringsrenne brukes for å avskjære bekkeløp eller der terrenggrøft munner ut i jordterrenget. Rennene føres direkte til stikkrenne, og ikke til sidegrøft, se figur 412.2. Nedføringsrennene tilpasses terrenget slik at ikke fallet blir for stort.

Rennene bør fundamenteres frostfritt.



Figur 412.2 Terrenggrøft med nedføringsrenne

42 Lukkede rørgrøfter

421 Materialer

Materialer til fundament, sidefylling og beskyttelseslag skal ikke være telefarlige, og skal være egnet til vinterarbeid. Det er ikke spesielle krav til steinkvalitet (mekaniske egenskaper mv.), men materialene skal være slik at materialene ikke knuses unødig mye ned under utlegging og komprimering, og materialene skal ikke skade rørmateriellet som det kommer i kontakt med. Materialer til ledningssonen for drensledninger skal tilfredsstillende filterkriterier gitt i kapittel 6 (bruk av fiberduk kan være et alternativ).

Øvre siktstørrelse, i forhold til rørtype og rørdimensjon, bør maksimalt være som vist i tabell 422.2 og tabell 422.3.

422 Utforming og utførelse

422.1 Byggegrøp

Graving og sprengning

Arbeidsbredden fra grøfteside til rør avhenger av rørdiameteren, og bør ikke være mindre enn vist på tabell 422.1. For grøft i løs silt eller bløt leire bør avstanden økes, dersom tilstrekkelig sidestøtte ikke sikres på annen måte.

For avstivede grøfter der spunt eller avstempling trekkes etter at grøften er gjenfylt, skal avstanden fra grøfteside til rør ikke være mindre enn 3 ganger rørdiameteren. Om avstiving og stempling av grøft, se kapittel 47.

Tabell 422.1 Minimum arbeidsbredde i grøft

Rørdiameter, utvendig (mm)	Arbeidsbredde på hver side av røret (mm)
≤ 400	150
401-600	250
601-800	400
801-1000	500
> 1000	750

Dersom det er nødvendig med spesielle tiltak for arbeidssikring ved grave- og grøftarbeid, skal dette angis i drensplanen.

Bunnforsterkning

Ved bløte/ustabile grunnforhold bør gjenfyllingsmassene legges ut lagvis slik at trykket mot de stedlige massene under ledningssonen bygges opp jevnt. Ellers kan massene trykkes fra områder med høy last til områder med lavere last.

Bunnforsterkning med plankeseng skal ikke benyttes. Ved bunnforsterkning med betongplate bør det legges fundamentmaterialer med tykkelse som for «meget fast grunn» oppå bunnforsterkningen, se tabell 422.2.

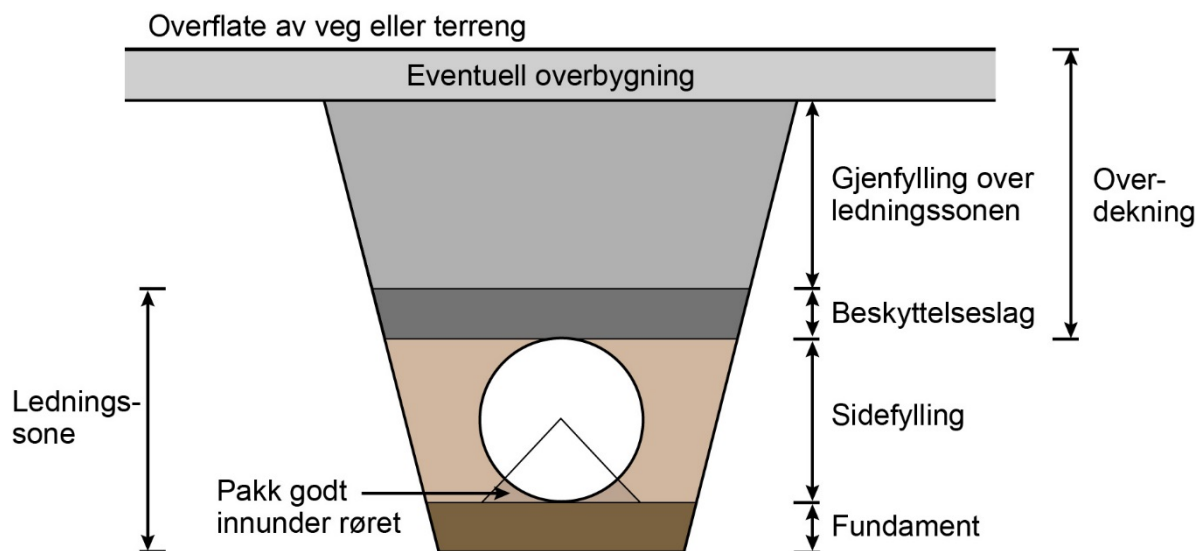
Dersom grøftebunnen består av telefarlige materialer, og kulverten forventes å bli tørr eller bunnfryse om vinteren, bør det masseutskiftes med velgradert grus under hele kulverten eller frostsikres på annen måte. Se også kapittel 407.

Dersom massene er bløte, er det fare for setninger selv om bunnen er forsterket. For å redusere små, men likevel problematiske setninger på rørledninger, bør det velges et rør med god stivhet i lengderetning.

Et godt resultat er avhengig av at faren for ujevne setninger er redusert mest mulig, og av at det velges rørtyper som er tilpasset forholdene og som legges med riktig utførelse.

422.2 Fundament

Soneinndeling av grøftetverrsnittet er vist i figur 422.1.



Figur 422.1 Soneinndeling av grøftetverrsnittet

Valg av massetyper og utførelse bør være som i tabell 432.2 og tabell 422.3.

Ved fundamentering av rør i fylling ved breddeutvidelse eller ved flytting av veg utføres det slik at det ikke oppstår deformasjoner som kan skade rørene. Utkiling i rørets lengderetning kan være aktuelt ved overgang mellom gammel og ny fylling. Krav til tillatte setningsforskjeller er gitt i kapittel 2.

Fylling under stikkrenne/kulvert i breddeutvidelse bør bestå av stein, eventuelt grusmaterialer, som legges ut og komprimeres lagvis.

Tabell 422.2 Krav til tykkelser, materialvalg og utførelse av fundament for rørledninger

Fundament og materialer	Grunnforhold			
	Meget fast grunn Berg, stein Betong Meget fast og hard morene el. leire	Fast grunn Grus/sand Fast og tørr leire Jevne grunnforhold	Bløt grunn Torv Bløt silt, leire Masser som lett bløtes opp Ujevne grunnforhold	
Gjelder for alle rørmaterialer				
Fundamenttykkelse v/rørdiameter DN < 400 mm DN = 400-1200 mm DN > 1200 mm	≥ 200 mm **) ≥ 300 mm **) ≥ 400 mm **) **) Bør vurderes avhengig av bl.a. fyllings-høyde og tilgjengelige fundamentmasser	≥ 150 mm *) ≥ 200 mm *) ≥ 250 mm *) *) Dersom stedlige masser tilfredsstillende kravene til maks. kornstørrelse kan fundamenttykkelsen reduseres til 150 mm	Ved masseutskifting med ≥ 500 mm friksjonsmasser kan disse massene utgjøre fundamentet dersom de øverste 200 mm fyller vanlige krav til fundament. Ved stabilisering, støpt bunnforsterkning eller lignende, skal fundamentet være som for «Meget fast grunn»	
Massetyper i fundament, øvre siktstørrelse ¹⁾	Betongrør Betongrør Plastrør Plastrør Stålrør	DN < 400 mm: DN ≥ 400 mm: DN ≤ 300 mm: DN > 300 mm: Alle diametre:	Velgradert Maks. 32 mm Maks. 63 mm Maks. 22 mm Maks. 32 mm Maks. 32 mm	Ensgradert Maks. 22 mm Maks. 32 mm Maks. 22 mm Maks. 32 mm Maks. 22 mm

¹⁾ Massene bør ikke være vannømfintlige, og vurderes iht. krav til frostsikring.

422.3 Sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling

Generelt

Sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling planlegges og utføres slik at ledningene ikke skades eller får uakseptable deformasjoner og forskyvninger.

Leverandørens leggeanvisninger kan være et supplement.

Tabell 422.3 Krav til materialer og utførelse for sidefylling/beskyttelseslag til rørledninger (stikkrenner og overvannsledninger)

Sidefylling/-beskyttelseslag, materialer og utførelse	Rørmateriale (diameter DN, mm)					
	Betong		Termoplast			Stål
Materialer, øvre siktstørrelse (D)	DN < 400	DN ≥ 400	DN ≤ 300	300 < DN ≤ 600	DN > 600	Maks. 32 mm
	Maks. 63 mm	Maks. 120 mm	Maks. 22 mm	Maks. 32 mm	Maks. 63 mm	
Lagtykkelse komprimering	Maks. 200 mm	Maks. 300 mm	Maks. 200 mm			Maks. 200 mm
Tykkelse beskyttelseslag	Min. 300 mm	Min. 300 mm	Min. 300 mm			Min. 300 mm
Lagtykkelse over rør for trafikk ¹⁾	Min. 500 mm dersom annet ikke er angitt		Min. 600 mm			Min. 500 mm dersom annet ikke er angitt

¹⁾ Anleggstrafikk på ujevn veg gir større belastninger enn normal trafikk ved overdekningen rørene er dimensjonert for. Lastreducerende eller lastfordelende tiltak vurderes i anleggsperioden.

Materialer for sidefylling/beskyttelseslag kan ha variabler av sorteringer. Maks steinstørrelse (D) skal tilfredsstillende rørmaterialet og diameter. Minimum steinstørrelse (d) stilles det ingen krav til, men

sorteringen skal være godt drenerende. Av hensyn til lokal tilgjengelighet og samfunnsfornuftig forvaltning gis det anledning til flere alternative sorteringer.

Minimum overdekning over rør som angitt i tabell 422.3 kan være vanskelig å oppfylle der rørene ligger spesielt grunt (avkjørsler og G/S-veger). Det kan da være aktuelt å bruke rør med større styrke enn vanlig for den aktuelle dimensjon.

Gjenfylling

Maksimal tillatt kornstørrelse i masser til gjenfylling over ledningssonen er 300 mm, og maksimalt 2/3 av lagtykkelsen ved oppfylling. Stein større enn 100 mm skal være jevnt fordelt i massene. For stikkrenne/kulvert som helt eller delvis ligger i frostsonen skal massene være ikke-telefarlige (T1).

422.4 Grøfter til ledningsanlegg som ikke tilhører vegeier

Utførelse av grøfter som ikke tilhører vegeier (for VA-ledninger, andre kommunale ledninger, mv.) avtales med ledningseier. Se også kapittel 401 og kapittel 44.

43 Overvannsledninger og drensledninger

431 Materialer

431.1 Generelt

Om rørmateriell til stikkrenner og kulverter, se kapittel 45.

431.2 Rør og rørdeler av betong

Generelt

Krav til rør og rørdeler av betong er gitt i NS 3121 inkl. endringsblad [6]. Til spesielle konstruksjoner, for eksempel ved rørpresing, kan det brukes produkter med andre spesifikasjoner. Spesifikasjonene vurderes i hvert enkelt tilfelle og kravene settes slik at rør/rørdeler vil tåle de påkjenninger som kan oppstå. For utarbeidelse av slike spesifikasjoner, se NS-EN 1916 inkl. endringsblad [8].

Ved fare for skade på rørene pga. kjemisk påvirkning (f.eks. fra alunskifer) vurderes betongsammensetningen spesielt.

Tetthet

Til ledning med krav til dokumentasjon av tetthet, skal rørene være T-merkede. Det skal brukes godkjente gummipakninger som leveres sammen med rørene og som monteres iht. leverandørens anvisninger. For krav til ledningers tetthet, se punkt 432.3.

Styrke

Krav til rørenes styrke er fastsatt i NS 3121 [6]. Største tillatte fyllingshøyde (i meter) over rør skal være stemplet på rørene iht. standardens bestemmelser. Minste fyllingshøyde er 0,5 m dersom ikke annet er angitt. For styrkemessig dimensjonering av rør til spesielle formål, for eksempel ledninger under høye fyllinger, se Intern rapport nr. 1521 [48].

431.3 Rør og rørdeler av plast

Generelt

Rør og rørdeler skal oppfylle de tekniske bestemmelsene i angitt produktstandard med tilhørende spesielle bestemmelser for sertifisering (SBC). Dette skal være kontrollert gjennom tredjepartskontroll bestyrt av INSTA-Cert og produktene skal være merket med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark - eller tredjepartsverifisert til samme kvalitetsnivå.

Overvannsledninger

Aktuelle standarder for plastrør til overvanns- og drensledninger (trykløse ledningssystemer) er følgende:

- NS-EN 13476 Rørledninger for trykløse rørsystemer i grunnen. Rørsystemer med konstruert rørvegg av PVC-U, PP og PE [13]. Standarden består av flere deler. Den omfatter også rør hvor rørveggen inneholder sjikt uten materialkrav. Slike rør skal ikke brukes.
- NS-EN 14364 Avløpsledninger av plast med eller uten trykk – Glassfiberforsterket herdeplast (GRP) basert på umettet polyesterharpiks (UP) – Krav til rør, deler og skjøter. (Omfattes ikke av norske eller nordiske sertifiseringsordninger) [14].
- NS-EN 1401 Rørledninger av plast for trykløse grunnavløpssystemer – Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U) – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system [15].

- NS-EN 1852 Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer – Polypropylen (PP). – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system [16].
- NS-EN 14758-1 Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer – Polypropylen modifisert med mineraler (PP-MD). – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system [17].

Produkter etter NS-EN 13476[13], NS-EN 1401[15], NS-EN 1852 [16] og NS-EN 14758 [17] skal ha snøkrystallmerke (betegner slagfasthet) og ringstivhetsklasse SN 8.

Produkter etter NS-EN 13476 [13] skal ha bruksområdekode 'UD' for dimensjoner mindre enn eller lik 315 mm/300 mm og 'U' for dimensjoner større enn eller lik 400 mm.

Produkter etter NS-EN 1401 [15], NS-EN 1852 [16] og NS-EN 14758 [17] skal ha bruks-områdekode 'UD' for dimensjoner mindre enn eller lik 200 mm og 'U' for dimensjoner større enn eller lik 250 mm.

Overvannsrør skal ha svart farge.

Drensledninger

Gjennom INSTA-CERT kan drensledninger sertifiseres med sertifiseringsmerket Nordic Poly Mark iht. NPG/PS 116: Plastics piping systems for civil engineering drainage — Pipes of polypropylene (PP) and polyethylene (PE) – Specifications for double-wall pipes and their joints [54]. Denne er bygd på NS-EN 13476 [13].

Rørsystem for kabelanlegg

Aktuelle standarder for trekkerør til kabelanlegg er omtalt i kapittel 44.

Vann- og spillvannsledninger mv.

Krav til plastrør til ledningsanlegg for andre kabeletater (VA-ledninger, andre kommunale ledninger, varerør mv.) avtales med ledningseier. Flere eller andre standarder enn de ovennevnte kan være aktuelle, eksempelvis NS-EN 12201 [22] og NS-EN ISO 1452 [23], samt NS-EN 1401 del 2 og 3 [15].

432 Utforming og utførelse

432.1 Overvannsledninger, plassering

Plassering av overvannsledninger og tilhørende kummer velges ut fra bl.a.:

- vegbredde
- tilgjengelighet for reparasjon etc.
- plassering av ledninger for andre offentlige og private kabeletater
- plassering av drensledninger (drensbehov for undergrunn og sideområder)
- risiko for skade når avrenningen overstiger kapasiteten

Ledningene plasseres slik at de kan omlegges eller repareres uten at trafikken forstyrres.

Kumavstander tilpasses lokale/topografiske forhold, vannmengder og slukenes kapasitet, se kapittel 406. Til overvannsledningen plasseres kummer i alle vinkelpunkter (retningsendringer) i grunnplanet og i vertikalplanet. Om plassering av kummer i eller utenfor kjørebane, se kapittel 401.

432.2 Utforming

Overvannsledninger bør legges frostfrie, se kapittel 407. Ved avløp (grennrør) fra sandfang til gjennomgående overvannsledning bør grennrøret ikke være mindre enn ca. 150 mm. Innløp til sandfang bør ligge minst 50 mm høyere enn utløpet. Om bruk av dykker, se kapittel 46.

432.3 Tetthetskrav

Overvannsledninger

Krav til tetthet for ledningene vurderes ut fra lokale forhold, avløpsvannets sammensetning og konsekvenser av eventuelle lekkasjer, ut av eller inn i systemet. Valg av rørmaterialer mv. foretas ut fra bl.a. krav til tetthet av ledningene.

Redusert krav til tetthet (a), se tabell 432.1, kan brukes der lekkasjer ikke har vesentlig betydning for vegkonstruksjonen eller omgivelsene. Ved redusert krav til tetthet av ledningssystemet kan det bygges kombinert drens- og overvannsledning. Dersom vannet ledes inn på kommunale overvannsledninger bør grenrør o.l. fra sandfangene ha tetthetskrav som for ledningene de tilkoples. Dersom vannet ledes inn på kommunale ledninger skal kommunens tillatelse innhentes.

Vanlig tetthetskrav (b), se tabell 432.1, kan brukes der lekkasjer kan føre til skader eller forurensning, f.eks. ved ledninger under grunnvannsnivå i setningsømfintlig grunn, eller der avløpsvannet har slik sammensetning at det forutsetter spesiell oppsamling og videre behandling.

Høyt tetthetskrav (c), se tabell 432.1, kan være aktuelt ved spesielle forhold, f.eks. nær byggverk eller konstruksjon som er særskilt ømfintlig for skader eller forurensning pga. lekkasjer.

Tetthetskrav skal gjelde for ledningsnett som et komplett system, dvs. at det stilles samme tetthetskrav, og krav om tetthetsprøving, til kummer som til ledninger. Ved lav grunnvannstand kan det i enkelte tilfeller være hensiktsmessig med redusert tetthetskrav (a) for kummene, mens ledningene utføres med vanlig tetthetskrav (b).

Tabell 432.1 Tetthetskrav og tilhørende forutsetninger

Krav til tetthet	Tilfredsstilles normalt ved
(a) Redusert tetthetskrav	Bruk av pakninger ¹⁾ . Ikke krav om tetthetsprøving.
(b) Vanlig tetthetskrav	Bruk av pakninger ¹⁾ . Tetthetsprøving i henhold til NS 3420 UB8.
(b) Høyt tetthetskrav, angis særskilt	Utførelse og tetthetsprøving angis særskilt (skjerpede krav er aktuelt)

¹⁾ Forutsettes bruk av pakninger, og montering og legging av rørene etter produsentens/leverandørens leggeanvisninger.

Tetthetsprøving av selvføllsledninger utføres i henhold til NS 3420 del UB8 [4], som har henvisning til standarden NS-EN 1610 [7].

Drensledninger

Separate dreinsledninger som drenerer gjennom spesielle åpninger langs røret eller i spalter ved rørskjøten, bør ha tetting på nedre halvdel av skjøten. Dersom undergrunnen tåler infiltrasjon, kan nedre halvdel også være åpen.

Kombinerte dreins- og overvannsledninger skal skjøtes med pakninger.

Deformasjoner

Ledninger av plastrør, ferdig lagt i gjenfylt grøft, og over tid, skal ikke ha større relativ deformasjon enn vist i tabell 432.2. Punktdeformasjon tillates inntil 1/3 av kravene til relativ deformasjon.

Tabell 432.2 Maksimum tillatt relativ deformasjon for ledninger av plastrør, normale krav, verdier i % (etter NS 3420 del U, tabell U6)

Rørmateriale		Tid etter legging		
		Ved overtakelse	3 år	5 år
Termoplastrør (PVC-U, PE, PP)	Normale krav	5	8	10
	Reduserte krav	8	11	13
GRP		3	4,5	5

44 Trekkerørsanlegg for kabler

441 Materialer

441.1 Trekkerør til vegholders installasjoner

Vanlige kabelrør

Som nedgravde kabelrør i grøft skal det benyttes rette rør av PP, PVC eller PE i henhold til prNS 2967 Kabelrør av plast med glatt rørvegg [19] eller NS 2968 Kabelrør av plast med konstruert rørvegg [20], med ringstivhet SN8. Som rør innstøpt i kanaler skal det benyttes rør i henhold til prNS 2970.

Trekkerørene skal ha pakning i skjøtene.

Normalt legges kabelrør med utvendig diameter 110 mm. For enkelte formål kan det være aktuelt med trekkerør i andre dimensjoner. På korte strekninger der det er nødvendig å bruke bøybare trekkerør, kan det benyttes dobbelveggede rør på kveil.

Alle trekkerør med større diameter enn 40 mm skal tolkes, og det skal trekkes inn trekkestråd i disse trekkerørene.

Bend skal ha glatt, homogen rørvegg med samme vegtykkelse som røret og være i samme materiale som røret.

Flerkammer-rør

Flerkammer-rør (for eksempel 3 x 40 mm eller 3 x 50 mm) benyttes for fiberkabel. Kabelen fløtes inn i trekkerøret ved hjelp av trykkluft eller trykkvann. Hvert enkelt rør i flerkammer-rør skal ha individuell merking.

Det skal benyttes trekkerør produsert av original råvare dokumentert fra råvareprodusent og produktene skal være dimensjonert for en ringstivhet på minst 50 kN/m². Rør og skjøter skal tåle et innvendig arbeidstrykk på minimum 12 bar i løpet av 30 minutter. Rørpakkene skal kunne forlegges slik at rørene både kan plasseres flatt ved siden av hverandre alternativt i en rund formasjon for å trekkes inn i større varerør. Flerkammer-rør skal legges uavbrutt gjennom trekkekummer. Rør som skal trekkes inn i andre rør (sub-rør) skal ha samme krav til arbeidstrykk, men kravet til ringstivhet er lavere.

441.2 Trekkerør til installasjoner til eksterne kabeletater

Trekkerør for eksterne kabeletater som legges i vegareal skal tilfredsstille samme krav som stilles til rør for vegholders behov. Trekkerørene skal være merket med fargekode for den aktuelle bruken. Merking med eiers firmanavn eller logo anbefales der flere aktører har rør i samme trasé.

Kabelrør med rørvegg oppbygd av flere sjikt, der et av sjiktene består av skummet materiale, skal ikke brukes.

441.3 Trekkekummer med tilbehør

Kummer

Aktuell standard for sirkulære trekkekummer av betong er NS 3139 Kummer av betong; Uarmert, stålfiberarmert og armert betong [10]. For kabelkummer som ikke dekkes av nasjonale standarder, skal disse være dimensjonert i henhold til styrkeklasse B eller D gitt i NS-EN 124 [11]. Spesiellagde kabelkummer og ev. kummer av plast kan også benyttes.

I trekkekummer skal:

- Trekkerør legges 15 cm opp fra bunn i kum
- Rørføringer skal være tett
- Alle trekkerør tettes med tettelukk umiddelbart etter at de er ført inn i trekkekum

Trekkekummer i tunnel skal være merket innvendig og utvendig på tunnelvegg med TFM-tag. Trekkekummer i dagen skal være merket innvendig og på konstruksjon nær trekkekummen eller på egen merkestolpe, med TFM-tag.

Kumlukk mv. (gategoods)

Aktuelle standarder for kumlukk mv. («gategoods»), se kapittel 462.

442 Utforming og utførelse

442.1 Kummer, kumlukk, bend mv.

Trekkekummer plasseres med en avstand på maksimum 500 meter langs traséen, og i tillegg ved kryssende veg. Den angitte kumavstanden gjelder primært vegholders egne installasjoner. Der hvor det er ramper og planfrie kryss skal det være kum ved splitten før og etter krysset.

Ved retningsforandring skal bend med radius minimum 2,0 m (langbend) brukes. Fleksible bend skal ikke brukes.

Trekkekummer som blir slik plassert at det er fare for at løsmasser kommer rennende inn i trekkekummen, skal ha lukk med pakning.

Trekkekummer ved rørkryss: Ved rørtaséer hvor kryssing av veg er nødvendig skal det settes ned kum med utsparing i sideveggene.

Kumlukk: Det skal benyttes lukk på alle trekkekummer. I fast dekke skal det benyttes flytende ramme. Om materialvalg (gategoods mv.), utforming og utførelse for øvrig, se kapittel 46.

Ved kumlukk med flytende ramme som legges jevnt med overflaten i asfalterte flater, bør det være 70-100 mm klaring mellom flytende ramme og kumtopp. Faste rammer bør brukes på kummer utenfor vegbanen dersom betonglukk ikke brukes.

442.2 Rørgrøfter: Dybder, fundament, sidefylling og gjenfylling

For rør som krysser veg bør overdekningen være minst 1,0 m. På veger med frostsikring bør alle rør legges i frostsikringslaget. Omfyllingsmassene bør inneholde finstoff tilsvarende frostsikringslaget. Kabelrør for lavspenningsanlegg skal ha minimum overdekning på 0,4 meter fra topp øverste rør til ferdig veg eller terreng. Ved 0,4 m overdekning i veg bør det brukes rør med ringstivhetsklasse SN 64. SN 16 bør ha 0,5 m overdekning og SN 8 rør bør ha 0,6 m overdekning. Ved høyspenningskabler er større overdekning aktuelt.

Behov for masseseparasjonslag av fiberduk mot omliggende masser vurderes.

Fundament: Det skal benyttes granulære masser med øvre siktstørrelse (D) inntil 16 mm, med lagtykkelse minimum 150 mm og normal komprimering (se også kapittel 42). De øverste 50 mm av fundamentet bør løsgjøres før legging av rør.

Sidefylling og beskyttelseslag: Det skal benyttes granulære masser med øvre siktstørrelse (D) inntil 16 mm til minimum 150 mm over topp rør, normal komprimering. Største masse for komprimeringsutstyr

bør være 60 kg. Lagtykkelser ved oppfylling og minste overdekning før maskinell komprimering over rør, se kapittel 42.

Gjenfylling over ledningssonen: Det skal benyttes knuste materialer. Massene skal ikke inneholde stein med største steinstørrelse som er større enn 1/3 av lagets tykkelse, 2/3 av lagtykkelsen ved lagvis utlegging og komprimering av laget, eller maksimalt 200 mm.

442.3 Kabelkanaler med innstøpte kabelrør

Omstøp av trekkerør vurderes ved kryssing av veg, eller hvor rørene kan bli utsatt for ekstraordinære belastninger. Omstøp gir også sikker beskyttelse av rørene i anleggsperioden.

Det kan benyttes betong B 30. Tilslagets øvre siktstørrelse bør ikke være større enn 8 mm. Tilslag av singel anbefales.

Øverste rørlag skal ha 50 mm betongoverdekning.

Kanalen kan armeres med kamstål Ø10 i hjørnene. Armeringen forankres inn i kumvegg. Kanaler som fører høyspentkabler bør ikke armeres pga. induisert spenning i stålet som fører til varmgang.

442.4 Lytttbånd

Når alle rørene i grøfta er planlagt for fiberoptiske kabler, skal det legges et «lytttbånd» over det midterste røret.

45 Stikkrenner/kulverter

451 Generelt

Stikkrenner og kulverter er vanngjennomløp på tvers av vegen og omfatter diameter opp til 2,5 m. Dimensjon større enn 2,5 m regnes som bru og omhandles i håndbok N400 Bruprosjektering [2].

Kapittel 45 omhandler utforming og utførelse av stikkrenner/kulverter. Dimensjonering mht. vannføringskapasitet utføres som angitt i punkt 405.32 og 405.39. Utforming, spesielt av innløpet, vil påvirke kapasiteten. Utforming av innløp (og utløp) foretas ut fra flere andre hensyn, se punkt 453.2 og 405.3. Om utførelse av byggegrop/grøft, fundament, sidefylling, beskyttelseslag og gjenfylling, se kapittel 42.

452 Materialer

452.1 Rør og rørdeler av betong

For aktuelle standarder for betongrør, se kapittel 43.

452.2 Rør og rørdeler av plast

For aktuelle standarder for plastrør se kapittel 43. Noen av standardene har begrenset diameterområde. For større rørdimensjoner (utover det som er beskrevet i standardene) utarbeides spesifikasjoner i det enkelte tilfelle, og kravene settes slik at rør/rørdeler vil tåle de påkjenninger som kan oppstå.

452.3 Rør og rørdeler av korrugert stål

Varmforsinkede stålrør skal ikke brukes som permanente vanngjennomløp.

Varmforsinkede stålrør kan benyttes ved midlertidige konstruksjoner.

453 Utforming og utførelse

453.1 Generelt

Utformingen og utførelsen av hydrauliske tiltak sikrer at forutsetningene og funksjonskrav i dimensjoneringen ivaretas.

453.2 Plassering og utforming mv.

453.21 Funksjonskrav for stikkrenner

For stikkrenner som drenerer vann fra sidegrøftene settes avstand mellom rennene slik at vannføringen i grøftene ikke forårsaker skader på veg eller tredjepart. Faren for avledning av vann og erosjon i grøftene vurderes.

Grøfter og innløp utformes slik at vannet effektivt dreneres ut av grøften. Det kan være aktuelt å anlegge mindre terskler og stikkrenner med retning skrått på grøftens lengderetning. Se kapittel 406.

453.22 Tetthet av gjennomløp

For stikkrenner skal det benyttes pakning i alle skjøter. For vanngjennomløp som er slik plassert at manglende tetthet kan medføre skader på vegkonstruksjon og omgivelser bør det gjennomføres tetthetsprøving. Om tetthetskrav, se kapittel 43.

453.23 Rør i høye fyllinger

Kulverter og stikkrenner som ligger med mer enn 8 m fyllingshøyde over topp rør, skal prosjekteres av geoteknisk sakkyndig. Det skal da utarbeides en beskrivelse som omfatter krav til rørmaterialer, fundamentering, sidefylling, beskyttelseslag og eventuelle spesielle tiltak.

453.24 Bruk av gamle gjennomløp

Det skal gjennomføres dimensjonering etter punkt 405.32 for å sikre at det samlede gjennomløpet har tilstrekkelig kapasitet. Påskjøting og bruk av gamle renner som ikke graves opp, for eksempel ved breddeutvidelser, bør kun gjøres dersom gjennomløpene har tilfredsstillende tilstand og anslått restlevetid.

Det kontrolleres at påskjøting med nytt rør ikke medfører tverrsnittsendringer som kan forårsake at gjennomløpet lett kan gjenettes av transportert materiale.

453.3 Innløp**453.31** Generelt

Funksjonskrav til innløpsutformingen:

- Sikre tilstrekkelig kapasitet for vanngjennomføring
- Hindre gjentetting (kvist, greiner, løv, stein o.l.)
- Hindre erosjon og sikre at vannet ikke går inn i overbygning og traue
- Sikre dyr og mennesker fra å komme ned i kummer og rør, men være slik at stikkrenner egner seg som passasje for mindre viltarter (opp til størrelse som grevling/rev)
- Hindre telehiving og iskjøving
- Gi mulighet for opptining og generelt vedlikehold
- Være slik at det ikke er behov for rekkverk ved/forbi konstruksjonen
- Sikre fiskens vandringsmuligheter

453.32 Innløpsutforming

Innløpsutformingen har betydning for rennenes kapasitet, se punkt 405.32. Detaljutformingen av innløpsåpningen skal kontrolleres mot tegninger og beregningsforutsetninger for å sikre tilstrekkelig kapasitet. Se punkt 405.32.

453.33 Innløpsrister

Der mennesker eller dyr har tilkomst til innløpet bør det brukes innløpsrister.

Innløpsrister bør oppfylle følgende krav:

- Risten bør enkelt kunne renskes maskinelt (tilgang fra trygg tilkomstveg under flom)
- Risten bør enkelt kunne heves eller fjernes ved behov
- Spalteåpningene bør være maksimalt 100 mm
- Det bør være fri åpning 100 mm mellom kanalbunn og rist
- Risten bør ha minimalt med tverrgående staver

Dersom området rundt innløpsristen sikres mot tilkomst med gjerder e.l. kan det brukes større spalteåpning enn 100 mm. Det bør også vurderes å bruke sedimentasjonsbasseng eller fangrist oppstrøms som et alternativ til innløpsrist.

453.34 Inntakskum for stikkrenne

Egne inntakskummer for stikkrenner brukes ved dype renner (dypere enn bunn av sidegrøft) og ved lukket system for dreng- og overvannsledning. Det bør benyttes sandfangkum med slamrom som gitt i kapittel 46.

Ved større kulverter kan det benyttes plasstøpte kummer eller kummer muret av stein, betongblokker, steinfylte nettingkurver (gabioner) o.l. Ved murede kummer vurderes det om det er behov for tetting mot innvasking av materialer eller utlekking av vann. Inntakskummens innvirkning på stikkrennens kapasitet inngår i den hydrauliske dimensjoneringen. Se punkt 405.32.

Ved sandfangkum bør det brukes rist. Ved bruk av skjold/støtteelement for sandfangkum o.l. kan god innløpskapasitet oppnås ved bruk av rist som dekker hele støtteelementet.

453.35 Frontmur, vingemur

Vingemurer kan utføres med skrå eller skålformede vinger. Frontmur og vingemur ved kulverter bør bygges av betong eller som tørrmur av stein og slutte godt til både fyllingsskråning, grøftebunn og sideskråning. Dersom det er fare for utvasking av masser gjennom tørrmur kan murens bakside tettes med et 0,3-0,4 m tykt lag av grus. Fiberduk brukes etter behov.

Dersom det dimensjoneres for vannstand over overkant innløp eller høy vannhastighet inn mot fyllingen rundt innløpet, se punkt 406.51, bør det brukes tette materialer som betongmur, spunt, membran eller tette masser. Ved bruk av tette masser vurderes behov for erosjonssikring.

453.36 Inntaksrist og grovrist

Ved sandfangkum bør det brukes rist. Ved bruk av skjold/støtteelement for sandfangkum o.l. kan god innløpskapasitet oppnås ved bruk av rist som dekker hele støtteelementet.

Ved bekker med sterkt varierende vannføring og masseføring (grus, stein, rekved, vindfall, is o.l.) vurderes behov for grovrist i bekkeløpet og i kum og rist ved selve innløpet. Konsekvensene av at rista kan gå tett under flom vurderes nøye, og behov for alternativ flomveg vurderes.

Ved fare for gjentetting grunnet massetransport vurderes erosjonssikring foran innløp. Se punkt 405.32.

453.37 Erosjonssikring, frostsikring mv.

Dersom det er fare for erosjon og utvasking skal det utføres sikring. Behov for erosjonssikring oppstrøms i bekkeløpet vurderes. Kratt o.l. langs bekkeløpet fjernes ikke.

Omfang og metode for frostsikring (kapittel 407) og erosjonssikring (punkt 405.32) skal bestemmes ut fra stedlige forhold (massetyper, vannhastighet).

453.4 Utløp

453.41 Generelt

Utløpet utformes med hensyn til å:

- sikre mot setninger og andre skader pga. erosjon/undervasking i skråning og ved rør og rørfundament
- hindre vannhastighet og -retning som kan skade tilstøtende areal

- gi mulighet for vedlikehold

453.42 Fiskepassasjer

For å sikre mulighet for oppgang av fisk i bekker/vassdrag bør det tas spesielle hensyn til utforming av utløpet. For utforming se kapittel 7. For dimensjonering se punkt 405.39.

453.43 Lukkede systemer

I spesielle tilfeller kan det være aktuelt å bygge lukkede systemer med renner og fallkummer (styrtkummer). Fundamentet er spesielt viktig ved stikkrenne/kulvert som munner ut i høy fylling ved breddeutvidelse av veg. For dimensjonering se 405.32.

453.44 Rørfundament på fylling

Fylling under rørfundament, spesielt ved breddeutvidelser, utformes slik at det ikke oppstår setninger som kan forårsake skader (brekkasje, utglidning, nedfall) på skjøter eller rør. Krav til fundament for rørene, materialer og utførelse er gitt i kapittel 42.

453.45 Nedføringsrenner i fyllingsskråninger

Det skal sikres at vannet ikke renner ned i fyllingen og forårsaker setning eller erosjon. Om erosjonssikring se kapittel 405. Nedføringsrenner kan bygges av for eksempel sprengt stein. Der det er fare for erosjon/skader pga. stort fall og store vannmengder søkes vannhastigheten dempet, for eksempel med avtrappet kulvertløp med støpte trinn eller oppmurte/sammenboltete steinheller. Se punkt 405.33.

453.46 Utløp i fyllingsfot

Behov for frostsikring av utløpet vurderes, se kapittel 407. Utløp i fyllingsfot kan bygges med fri høyde ca. 0,3-0,5 m over terreng for å hindre gjenslamming og tetting pga. iskjøving.

Steinplastring kan benyttes som erosjonssikring. Prefabrikkerte elementer kan også være aktuelt.

46 Kummer, sluk, rister og lokk

461 Generelt

Kapitlet omhandler krav til materialer, utforming og utførelse av kummer, sluk, rister og lokk.

Om plassering av kummer/kumlukk i eller utenfor kjørebane, se kapittel 401.

Hvis utformingen er slik at små dyr kan komme inn i drems- eller overvannssystemene, bør de også ha en mulighet for å komme ut igjen.

462 Materialer

462.1 Generelt

Krav til kummer er gitt i NS-EN 476 [9].

Kummer bør tilfredsstillende tilsvarende styrke- og tetthetskrav som for de rørsystemer de er ment å brukes sammen med. Se også kapittel 432.

462.2 Kummer av betong og plast

Krav til prefabrikkerte kummer og kumelementer av betong er gitt i NS 3139 [10]. Til kummer med krav om tetthetsprøving skal det minimum benyttes elementer med falsskjøt og glidepakning. I tilfeller med behov for høyt tetthetskrav, se kapittel 43, bør kummer med innstøpt pakning brukes.

Krav til prefabrikkerte kummer og kumelementer er gitt i NS-EN 13598-2 [24]. Til kummer med krav om tetthetsprøving, se kapittel 43, skal det benyttes tetningsselementer mellom kumringene. Krav til spesielle rørdeler medregnet grunne inspeksjonskummer er gitt i NS-EN 13598-1 [25].

462.3 Kumlokk, rister mv.

Krav til sluktopper, kumtopper mv. (gategods) er gitt i NS-EN 124-1 [11]. For kjørbare arealer inklusive G/S-veger, skal det benyttes støpejernprodukter iht. NS-EN 124-2 [11], med styrkeklasse minst D400. For arealer med stor belastning (høy eller konsentrert punktlast mv.), for eksempel på terminalområder, bør behovet for høyere styrkeklasse vurderes. Alle lokk skal ha tilfredsstillende låseanordning for å hindre at lokk kan løsne utilsiktet f.eks. pga. slitasje, svingkrefter eller bremsekrefter.

Flytende rammer bør være utført i kulegrafittjern, for best mulig styrke.

463 Utforming og utførelse

463.1 Kummer, generelt

Kummer bør fundamenteres frostfritt og bygges med tette skjøter.

Tetthetskrav bør være det samme som for ledningssystemet kummen knytter sammen.

Montering og gjennomføring

Kumgjennomføringer utføres slik at tetthetskravene kan oppfylles. Pakning skal benyttes ved alle rørgjennomføringer. Ledning utføres med muffe i flukt med kumvegg.

Hvis det benyttes kum med plaststøpt bunnseksjon utføres kumrennen slik at løpene får en glatt overflate. Rennene skal ha rørformet bunn og rennedybde minimum lik rørdiameteren. Renne skal ha større fall enn ledningene. Renner for ledninger med diameter ≥ 600 mm skal dekket med rister.

Alle kummer avsluttes med justeringsringer eller teleskopløsning på toppen av kummen. Det anbefales at øverste ring er av type kombitoppring som har et gummibelegg eller en plastring på toppen. Dette beskytter mot brekkasje.

463.2 Rammer, rister og løkk

Det skal benyttes rister eller løkk på alle kummer. I fast dekke kan det benyttes flytende ramme.

Rister utformes slik at de hindrer dyr og mennesker i å falle ned i kummene, jf. krav i NS-EN 124 (11).

Rister med flytende rammer (justerbar slukrist) monteres etter leverandørens anvisning. Det er viktig at asfalten rundt rammen og flensen har samme komprimeringsgrad. Faste rammer brukes på kummer utenfor vegbanen dersom betongløkk ikke brukes.

Ristenes spalteåpninger bør være tverrstilte eller skråstilte i forhold til trafikretningen (gang- og sykkeltrafikk, rullestolbruk mv).

For å forhindre støy, kan det brukes kumløkk og rister med påstøpt eller integrert dempeinnlegg.

463.3 Sandfangkummer

Sandfangkum bør ikke ha mindre diameter enn 1,0 m. Minimum dybde under utløp bør være som vist i tabell 463.1. Det bør benyttes pakning mellom kumringene.

Tabell 463.1 Slamrom i sandfangskum

Innvendig diameter på kum	Minimum dybde under utløp
1,0 m	1,0 m
1,2 m	0,75 m

Sandfang har normalt ikke dykker. Bare der det er spesielle krav til utslippet fra kummen eller andre spesielle forhold som for eksempel forventede luktproblemer eller fare for frostgjennomgang i ledningen, kan dykker benyttes.

Dykker utformes med sikker adkomst (via toppen av dykkeren) for tining, spyling, staking, slamsuging mv.

463.4 Hjelpesluk

Hjelpesluk brukes bare dersom det ikke er mulig å ha nedføring direkte i sandfangkum. Hjelpesluket plasseres tett inntil eventuell kantstein og fundamenteres på avrettet pute av sand eller finpukk.

463.5 Overvannskummer

Overvannskum bygges opp som sandfangkum (se punkt 463.1), men vanligvis uten slamrom. Kummene fundamenteres på pute av sand eller finpukk.

463.6 Øvrige kumtyper

Øvrige kumtyper kan omfatte følgende:

- Spillvannskummer (for avløpsvann/kloakk)
- Vannkummer
- Kombinerte kummer (vann- og overvannskummer)
- Kummer for vanningsanlegg
- Prefabrikkerte pumpekummer (pumpestasjoner)
- Prefabrikkerte spesialkummer
- Plasstøpte spesialkummer

463.7 Plasstøpt spesialkum

Spesialkummer kan omfatte følgende:

- Pumpestasjoner
- Bassenger (rensing/sedimentering av overvann)
- Oljeutskillere (plasstøpte ev. prefabrikkerte)

Krav til renseløsninger er omtalt i punkt 403.4.

47 Sikring og avstiving av grøfter

Når grøftesidene er ustabile, sikres disse og ev. avstives. Behov for og planlegging av sikring og avstivning fastlegges ut fra forskrift om utførelse av arbeid [32].

Bruk av spunt prosjekteres. Spunt benyttes i de tilfellene geotekniske undersøkelser viser at det er fare for oppressing av grøftebunn eller grunnbrudd i byggetiden (stabilitet av grøfteskråninger). Spunten skal rammes fra terreng før gravearbeidene starter. Som alternativ til, eller i kombinasjon med spunt vurderes også terrengavlastning, seksjonsvis utførelse eller kalk/sement-stabilisering av grunnen. Andre metoder kan også være aktuelle.

Risiko for skade på nærliggende byggverk (inkl. ledninger) vurderes ved bruk av midlertidig spunt både ved installasjon og ved trekking. Ved behov iverksettes tiltak (f.eks. gjensetting av spunt). Det vurderes om spunting kan unngås, for eksempel ved å benytte rørpressing i stedet for tradisjonelle ledningsgrøfter. Ved ledningsgrøft (byggegrop) med svært ujevne eller bløte grunnforhold (torv, bløt silt eller leire mv.) utføres det bunnforsterkning for å forhindre ujevne setninger (og ledningsbrudd), sikre jevnt fall og andre funksjonskrav til ledningen(e). Der grunnforholdene er vanskelige og/eller konsekvensene av svikt blir store, vurderes metoder og omfang av tiltak spesielt av geoteknisk sakkyndig.

Referanser i kapittel 4

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelige fra <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

1. Statens vegvesen: Veg- og gateutforming. Håndbok N100. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
2. Statens vegvesen: Bruprosjektering. Håndbok N400. Vegdirektoratet, Oslo 2015.
3. Statens vegvesen: Veileder: Ledninger i riksveger. Oslo, oktober 2013.
4. Statens vegvesen. Vann i tidlig planfase. Rapport 506. Vegdirektoratet, Oslo 2016.
5. Standard Norge: Beskrivelsestekster for bygg, anlegg, installasjoner, del U: Rør- og sanitærinstallasjoner. NS 3420. Standard Online, 2008.
6. Standard Norge: Rør og rørdeler av betong – uarmert, stålfiberarmert og armert betong. NS 3121:2003. Standard Online, Oslo 2003. Med endringsblad NS 3121:2003/A1:2010.
7. Standard Norge: Utførelse og prøving av avløpsledninger. NS-EN 1610:2015. Standard Online, Oslo 1998.
8. Standard Norge: Rør og rørdeler av uarmert betong, stålfiberarmert betong og armert betong. NS-EN 1916. Standard Online, Oslo 2002. Med endringsblad NS-En 1916:2002/AC:2008
9. Standard Norge: Generelle krav til komponenter brukt i avløpsledninger. NS-EN 476. Standard Online, Oslo 2011.
10. Standard Norge: Kummer av betong- Uarmert, stålfiberarmert og armert betong. NS 3139:2003. Standard Online, Oslo 2003. Med endringsblad NS 3139:2003/A12010.
11. Standard Norge: Sluktopper og kumtopper for kjøre- og fotgjengerområder. NS-EN 124. Standard Online, Oslo 2015.
12. Standard Norge: Samordning av ledninger i grunnen. Del 1. Avstandskrav. NS 3070-1. Oslo 2015.
13. Standard Norge: Rørledninger for trykkløse rørsystemer i grunnen. Rørsystemer med konstruert rørvegg av PVC-U, PP og PE. NS-EN 13476. Standard Online, Oslo.
14. Standard Norge: Avløpsledninger av plast med eller uten trykk – Glassfiberforsterket herdeplast (GRP) basert på umettet polyesterharpiks (UP) – Krav til rør, deler og skjøter. NS-EN 14364. Standard Online, Oslo 2013.
15. Standard Norge: Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer – Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U) – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system. NS-EN 1401. Standard Online, Oslo 2009.
16. Standard Norge: Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer – Polypropylen (PP). – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system. NS-EN 1852. Standard Online, Oslo 2009.
17. Standard Norge: Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer – Polypropylen modifisert med mineraler (PP-MD). – Del 1: Krav til rør, rørdeler og system. NS-EN 14758-1. Standard Online, Oslo 2012.

18. Standard Norge: Plastrør – Drensrør og drenerørdele. NS 3065. Standard Online, Oslo 1987.
19. Standard Norge: Kabelrør av plast med glatt rørvegg. prNS 2967. Standard Online, Oslo 2001.
20. Standard Norge: Kabelrør av plast med konstruert rørvegg. NS 2968. Standard Online, Oslo 2009.
21. Standard Norge: Kabelrør av plast med glatt rørvegg for innstøping. prNS 2970. Standard Online, Oslo 2004.
22. Standard Norge: Rørledninger av plast for vannforsyning og for avløp under trykk - Polyetylen (PE). NS-EN 12201. Standard Online, Oslo 2013.
23. Standard Norge: Rørledninger av plast for vannforsyning og for grunnavløp og avløp over terrengnivå under trykk - Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U). NS-EN ISO 1452. Standard Online, Oslo 2010.
24. Standard Norge: Rørledninger av plast for trykkløse grunnavløpssystemer - Polyvinylklorid uten mykner (vinylklorid) (PVC-U), polypropylen (PP) og polyetylen (PE) - Del 2: Spesifikasjoner for nedstigningskummer og inspeksjonskamre. NS-EN 13598-2. Standard Online, Oslo 2016.
25. Standard Norge: Rørledninger av plast for nedgravde trykkløse avløpsledninger - Polyvinylklorid uten mykner (PVC-U), polypropylen (PP) og polyetylen (PE) - Del 1: Krav til spesielle rørdeler medregnet grunne inspeksjonskummer. NS-EN 13598-1. Standard Online, Oslo 2010.
26. Standard Norge: Komplette standardsamling av NS 3420. Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. NS 3420-UF. Standard Online, Oslo 2017.
27. Kommunal- og moderniseringsdepartementet: Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 17), FOR-2017-06-19-840. www.lovdata.no
28. Samferdselsdepartementet: Forskrift om saksbehandling og ansvar ved legging og flytting av ledninger over, under og langs offentlig veg. Oslo, januar 2018. www.lovdata.no
29. Olje- og energidepartementet: Lov om vassdrag og grunnvann (Vannressursloven) Oslo, 2015. www.lovdata.no
30. Klima- og miljødepartementet: Forskrift om rammer for vannforvaltning (Vannforskriften) Oslo, 2015. www.lovdata.no
31. Klima- og miljødepartementet. Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven) Oslo, 2016. www.lovdata.no
32. Arbeidstilsynet: Forskrift om utførelse av arbeid. Trondheim, 2016
33. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap: Forskrift om elektriske forsyningsanlegg. FOR-2005-12-20-1626 www.lovdata.no
34. Balkham M, Fosbeary C, Kitchen A, Rickard C. Culvert design and operations guide. England: Classic House; 2010. 382 s.

35. Schall JD, Thompson PL, Zerges SM, Kilgore RT, Morris JL. Hydraulic Design of Highway Culverts: Hydraulic Design Series No. 5. 3rd edition. Colorado: US Department of Transportation; 2012. 326 s.
36. Schall JD, Richardson, EV, Morris, JL. Introduction to Highway Hydraulics: Hydraulic Design Series Number 4, 4th edition. Colorado: Colorado: US Department of Transportation; 2008.
37. Andersen JH, Hjukse T, Roald L, Sælthun NR. Hydrologiske modell for flomberegninger: Rapport nr. 2-83. Oslo: NVE; 1983. 40 s.
38. Norem H, Sellevold J, Flesjø K, Lund MR, Viréhn PLE. Overvannshåndtering og drenering for veg og jernbane. Oslo: NVE; 2015. 282 s.
39. Brown SA, Clyde ES. Design of Riprap Revetment: Hydraulic Engineering Circular No. 11 Herndon: US Department of Transportation; 1989. 169 s.
40. Ukjent. River Crossing and Migratory Fish: Design Guidance. Høringsutgave. Skottland: Scottish Executive Consultations; 2001. 38 s.
41. Bergan PI, Jenssen L, Nastad AT, Myhre KO. Slipp fisken fram! Fiskens vandringmulighet gjennom kulverter og stikkrenner. Trondheim: Direktoratet for naturforvaltning; 2002. 56 s.
42. Baardvik G. Vann i tidlig planfase - Kartlegging av vannveier i tidlig planfaser og avbøtende tiltak for å redusere vegprosjektets innvirkning på vann og vannmengder, nedbørsfelt og resipienter i bygge- og driftsfasen. Oslo: Statens vegvesen, 2016.
43. Winther-Larsen T. Siltgardiner. Funksjon, tilpasning og oppfølging. Oslo: Statens vegvesen, 2013.
44. Pabst T, Hindar A, Hale S, Garmo Ø, Endre E, Petersen K, et al. Bergarters potensielle effekter på vannmiljøet ved anleggsvirksomhet. Oslo: Statens vegvesen, 2015.
45. Sørmo E, Breedveld G, Pabst T. Deponering av syredannende bergarter. Grunnlag for veileder. Oslo: Norges Geotekniske Institutt, 2015.
46. Ranneklev SB, Corell Jensen T, Lyche Solheim A, Haande S, Meland S, Vikan H, et al. Vannforekomstens sårbarhet for avrenningsvann fra vei under anlegg- og driftsfasen. Oslo: NIVA / Statens vegvesen, 2016.
47. Engelstad JG. Vannforekomsters sårbarhet for avrenningsvann fra vei. Metodeuttesting driftsfase og utdypende veiledning. Oslo: Statens vegvesen, 2016.
48. Meland S, Ranneklev S, Hertel-Aas T. Forslag til nye retningslinjer for rensing av veiavrenning og tunnelvaskevann. Vann. 2016;51(3):263-73.
49. Myhre, Ø.: Dimensjonerende laster og prøvelaster for betongrør til vegkonstruksjoner. Intern rapport nr. 1521. Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, Oslo 1992.
50. Statens vegvesen: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Håndbok V221. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
51. Standard Norge: Vassbyggingsstein – Del 1: Spesifikasjoner. NS-EN 13383-1. Standard Online, Oslo 2002.

52. Standard Norge: Geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter – bestemmelse av karakteristisk åpningsstørrelse. NS-EN ISO 12956. Standard Online, 2010.
53. Standard Norge: Geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter – Bestemmelse av vannpermeabilitet normalt på planet uten belastning. NS-EN ISO 11058:2010. Standard Online, 2010.
54. NPG/PS 116: Plastic piping systems for civil engineering drainage – Pipes of polypropylene (PP) and polyethylene (PE) – Specifications for double-wall pipes and their joints.
55. Norsk Klimaservicesenter: Klimaprofiler for fylker. 2015-2017. <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret%2Fklimaprofiler>.
56. Bane NOR: Teknisk regelverk, TRV. <https://trv.jbv.no/>.
57. Statens vegvesen: Rekkverk og vegens sideområder. Håndbok N101. Vegdirektoratet, Oslo 2013.

Kapittel 5

Dimensjonering av vegoverbygning

INNHold

51 DIMENSJONERINGSGRUNNLAG	139
510 KRAV TIL OVERBYGNINGEN	139
511 TRAFIKK	139
512 UNDERGRUNN	140
512.1 Materialklassifisering.....	140
512.2 Grunnundersøkelser.....	141
513 MATERIALER TIL VEGOVERBYGNING	142
513.1 Dekketyper	142
513.2 Bruksområde for bærelag	144
513.3 Bruksområde for forsterkningslag	144
513.4 Lastfordelingskoeffisienter.....	144
514 KLIMATISKE FORHOLD.....	145
515 ANDRE DIMENSJONERINGSMESSIGE VURDERINGER	145
515.1 Dimensjonering av veg på særlig svak undergrunn	145
515.2 Grunnforsterkning ved bruk av lokale materialer.....	146
52 FROSTSIKRING	147
520 BEHOV FOR FROSTSIKRING	147
521 FROSTSIKRING MED STEINMATERIALER	148
522 FROSTSIKRING MED LETTKLINKER OG SKUMGLASS.....	149
523 FROSTSIKRING MED ISOLASJONSPLATER AV EKSTRUDERT POLYSTYREN (XPS).....	150
524 UTKILING	151
53 VEG MED BITUMINØST DEKKE	154
530 DEKKE	154
531 BÆRELAG	154
532 FORSTERKNINGSLAG.....	155
533 DIMENSJONERINGSTABELL	156
534 DIMENSJONERING MED LABORATORIEBESTEMTE LASTFORDELINGSKOEFFISIENTER.....	157
54 TRAFIKKAREALER MED BELEGNINGSSTEIN, GATESTEIN, HELLER AV BETONG OG PLATER AV NATURSTEIN	158
540 BRUKSOMRÅDE	158
541 FORUTSETNINGER	158
542 DEKKE- OG SETTELAGSTYKKELSER	158
543 DIMENSJONERINGSTABELLER	160
55 PARKERINGSPLASSER OG ANDRE TRAFIKKAREALER MED TUNGE KJØRETØY	162

56 GANG- OG SYKKELVEG	164
57 VEGOVERBYGNING I TUNNEL	165
570 DIMENSJONERINGSFORUTSETNINGER	165
571 KRAV TIL OVERBYGNING	165
572 UNNTAK FRA KRAV OM FINRENSKET TUNNELSÅLE	165
58 VEG MED GRUSDEKKE.....	167
59 FORSTERKNING AV VEG	169
590 GENERELT	169
590.1 Innledning.....	169
590.2 Kvalitetssikring	169
591 PLANLEGGING AV FORSTERKNINGSTILTAK.....	169
591.1 Trinn i planleggingen.....	169
592 GRUNNLAGSDATA.....	170
592.1 Data fra NVDB, PMS2010 og ViaPPS.....	171
592.2 Fremskaffelse av nye data og informasjon	171
593 BESTEMME FORSTERKNINGSTILTAK	171
593.1 Inndeling i delstrekninger.....	172
594 DIMENSJONERING AV FORSTERKNINGSTILTAK	172
594.1 Definisjoner	172
594.2 Forsterkningsbehov ved levetidsfaktor over 0,7	173
594.3 Forsterkningsbehov ved levetidsfaktor 0,7 – 0,5.....	174
594.4 Forsterkningsbehov ved levetidsfaktor under 0,5.....	175
594.5 Forsterkningsbehov ved økning av tillatt aksellast.....	176
594.6 Forsterkningsbehov ved oppgradering fra grusveg til veg med fast dekke	176
REFERANSER I KAPITTEL 5.....	177

51 Dimensjoneringsgrunnlag

510 Krav til overbygningen

Overbygningen skal fordele laster fra trafikken til undergrunnen slik at det ikke oppstår skadelige eller uakseptable deformasjoner. Overbygningen skal bestå av vegdekke, bærelag og forsterkningslag. Det kan også være behov for frostsikringslag og filterlag eller fiberduk. Overbygningen skal ha tilstrekkelig bæreevne hele året.

For dokumentasjon av utført dimensjonering skal følgende registreres (minimumsdokumentasjon):

- Dimensjoneringsforutsetningene
 - utførte grunnundersøkelser (inkl. bæreevnegruppe)
 - årsdøgntrafikk (ÅDT lette og tunge, trafikkvekst)
 - aktuelle materialer for overbygningen
- Dimensjonering for de ulike vegene
 - dimensjoneringsmetode
 - materialer og lagtykkelser
 - spesielle løsninger/forhold

Dokumentasjon av dimensjoneringsforutsetningene og dimensjoneringen skal inngå i vegprosjektets ferdigstillelsesdokumentasjon.

511 Trafikk

Veger og gater skal dimensjoneres for 10 tonns aksellast og 20 års dimensjoneringsperiode.

Ved valg av konstruksjonstype og materialer i overbygningen skal det tas hensyn til mengden tunge kjøretøy. For valg av vegdekke vil antallet lette kjøretøy også være viktig.

En viktig parameter for bæreevnemessig dimensjonering er dimensjonerende trafikkbelastning, N . N er summen av ekvivalente 10 tonns aksler per felt i dimensjoneringsperioden.

Gjennomsnittlig antall tunge kjøretøy (ÅDT_T) i åpningsåret skal benyttes som inngangsparameter for bestemmelse av N og trafikkgruppe.

N beregnes ved bruk av ligning 511.1 eller figur 511.1.

$$N = 365 \cdot C \cdot E \cdot \text{ÅDT}_T \cdot f \cdot \frac{(1,0+0,01 \cdot p)^{20} - 1}{0,01 \cdot p} \quad \text{Ligning 511.1}$$

der	C	=	gjennomsnittlig antall aksler pr. tungt kjøretøy (normalt settes $C=2,4$)		
	E	=	gjennomsnittlig ekvivalensfaktor for akslene på tunge kjøretøy (i Norge settes normalt $E = 0,427$ ved tillatt aksellast 10 tonn)		
	ÅDT_T	=	gjennomsnittlig antall tunge kjøretøy per døgn		
	f	=	fordelingsfaktor	1-feltsveg	$f = 1,00$
				2-feltsveg	$f = 0,50$
				4-feltsveg	$f = 0,45$
				6-feltsveg	$f = 0,40$
	p	=	årlig trafikkvekst for tunge kjøretøy (%)		

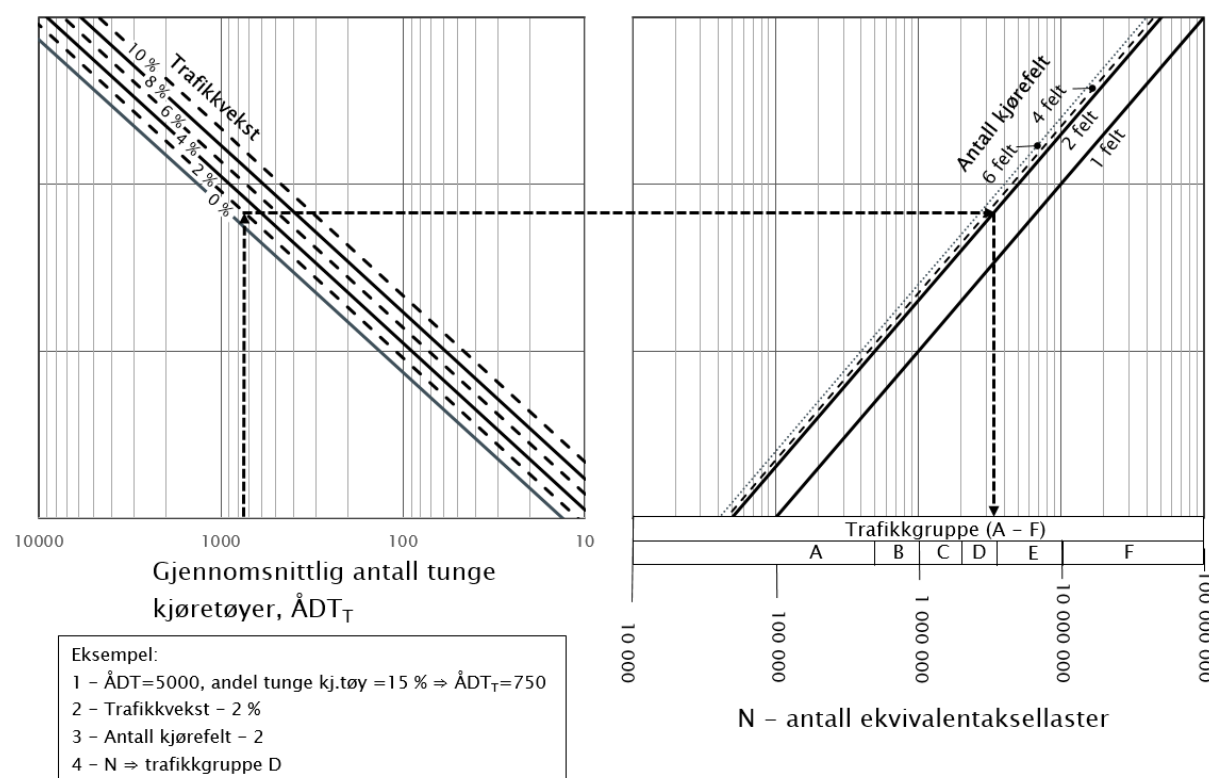
Faktorene C og E kan endres hvis man har trafikkregistreringer som gir grunnlag for dette.

Trafikkgruppe skal bestemmes ut fra antall ekvivalente 10 tonns aksler (N) per felt i dimensjoneringsperioden, se tabell 511.1.

Tabell 511.1 Valg av trafikkgruppe ut fra antall ekvivalente 10 tonns aksler

Trafikkgruppe	Ekvivalente 10 tonns aksler (N)
A	< 500 000
B	500 000 – 1 000 000
C	1 000 000 – 2 000 000
D	2 000 000 – 3 500 000
E	3 500 000 – 10 000 000
F	> 10 000 000

Diagram for beregning av trafikkbelastning, N, og bestemmelse av trafikkgruppe er vist i figur 511.1.



Figur 511.1 Beregning av trafikkbelastning, N, og trafikkgruppe

512 Undergrunn

512.1 Materialklassifisering

Vegen skal deles inn i parseller med ensartede forhold gjennom klassifisering etter bæreevnegrupper i tabell 512.1. Det bør ikke brukes så fin inndeling langs veglinja at en rasjonell arbeidsdrift blir hindret. Ved inndeling i parseller skal man ta hensyn til variasjoner i grunnens fasthet, styrke og telefarlighet, vegens geometri i forhold til omkringliggende terreng, dreneringsforhold og annet som innvirker på dimensjonering av vegoverbygningen.

Bæreevnegruppe 7 Myr inngår ikke i de forskjellige dimensjoneringstabellene og skal behandles spesielt, se håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [2].

Tabell 512.1 Inndeling av undergrunnen i telefarlighetsklasser og bæreevnegrupper

Telefarlighetsklassifisering				
Telefarlighetsklasse		Masseprosent av materiale < 22,4 mm		
		< 2 µm	< 20 µm	< 200 µm
Ikke telefarlig	T1		< 3	
Litt telefarlig	T2		3 - 12	
Middels telefarlig	T3	¹⁾	> 12	< 50
Meget telefarlig	T4	< 40	> 12	> 50
Bæreevneklassifisering				
Undergrunn		Bæreevnegruppe		
Bergskjæring, steinfylling,	T1	1		
Grus, $C_u \geq 15$,	T1	2		
Grus, $C_u < 15$,	T1	3		
Bergskjæring, steinfylling,	T2	3		
Sand, $C_u \geq 15$,	T1	3		
Sand, $C_u < 15$,	T1	4		
Grus, sand, morene,	T2	4		
Grus, sand, morene,	T3	5		
Leire, silt, morene	T4	6		
Myr		7		
Andre materialer		Bæreevnegruppe		
Lettklinker, skumglass		4		
Ekstrudert polystyren (XPS)		4		
Ekspandert polystyren (EPS-blokker)		6		

¹⁾ Jordarter med mer enn 40 % < 2 µm regnes som middels telefarlig T3.

512.2 Grunnundersøkelser

Der vegoverbygningen er prosjektert med frostsikringslag er nødvendig bæreevne godt ivaretatt og grunnundersøkelsen kan begrenses til å kartlegge eventuelle anleggstekniske utfordringer. Ved små frostmengder (< 10 000 h⁰C) og/eller frostsikring med XPS-plater skal det uansett grunnundersøkes med omfang iht. tabell 512.2 for bæreevnemessig dimensjonering pga. tynne frostsikringslag.

Der vegoverbygningen prosjekteres uten frostsikringslag skal det utføres grunnundersøkelser for nødvendig dokumentasjon av grunnforhold og bæreevnemessig dimensjonering. Det skal utføres grunnundersøkelser ved opptak av prøveserier og klassifisering av jordartene i veglinjen for bestemmelse av bæreevnegruppe og telefarlighet. Der vegoverbygningen prosjekteres uten frostsikringslag skal grunnundersøkelsene dokumentere at materialene i naturlig undergrunn er i telefarlighetsklasse T1 eller T2 innenfor frostsikringsdybden (målt fra topp prosjektert veg). Det skal også grunnundersøkes ved fyllingshøyder < 1,4 · frostsikringsdybden. Prøveserien bør fortrinnsvis tas i vegens senterlinje. Ved sidebratt terreng bør plassering av prøveserien vurderes spesielt. Krav til prøveomfang er vist i tabell 512.2. Veiledning til vurdering av grunnforhold er vist i tabell 512.3.

Frostdybden finnes fra figur 521.1, og maks frostsikringsdybde finnes fra tabell 520.1.

Tabell 512.2 Krav til prøveomfang for bestemmelse av bæreevnegruppen og telefarlighetsklasse innenfor områder som skal grunnundersøkes

Trafikkmengde	Antall profiler per km hvor det bør tas prøveserier ¹⁾
ÅDT > 1500	8
ÅDT ≤ 1500	4 ²⁾

- ¹⁾ Med prøveserie menes prøver fra ulike dybder i samme borpunkt. For vegger med ett eller to kjørefelt tas normalt en prøveserie per profil. For vegger med 4 eller flere felt anbefales minst to prøveserier per profil.
- ²⁾ Det fokuseres på områder der spesielle problemer knyttet til bæreevne og/eller ujevne telehiv er ventet. For eksempel overganger mellom fylling/skjæring og undergrunn med ulik telefarlighet (fra kvartærgeologisk kart).

Tabell 512.3 Veiledning til vurdering av grunnforhold basert på kvartærgeologiske kart

	Sannsynlig løsmasser T3-T4	Sannsynlig løsmasser T1-T2 eller berggrunn
Grunnforhold fra kvartærgeologisk kart	<ul style="list-style-type: none"> – Morene – Randmorene – Breeelv- og bresjø-/innsjøavsetning – Hav- og fjordavsetning, strandavsetning – Marin strandavsetning – (Torv/myr: ofte underliggende T3-T4) 	<ul style="list-style-type: none"> – Elveavsetning – Skred- og forvitningsmateriale – Tynt humus/torvdekke – Bart Berg – Vindavsetning og fyllmasse

513 Materialer til vegoverbygning

Kjørebaneler og vegskulder bør ha samme lagtykkelser og materialer i vegfundamentet. Vegoverbygningen bør bygges opp med skråningshelning på de enkelte lag ikke brattere enn 1:2. Eventuell utslaking av sideskråning kan gjøres med stedlige masser.

513.1 Dekketyper

Tabell 513.1 viser en oversikt over anbefalte asfalttyper i slitelag ut fra bruksområde, trafikkmengde og dominerende påkjønning.

Tabell 513.1 Anbefalte asfalttyper i slitelag ut fra dominerende påkjenning og bruksområde

Dominerende påkjenning, kriterium for valg av dekke	Årsdøgntrafikk, ÅDT				
	0 - 1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	> 10000
Piggdekkslitasje		Ab 11 Ska 11	Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 16 Ska 11 Ska 16
Statiske lastpåkjenninger	Ab 11	Ab 11 Ska 11	Ab 11 Ab 16 Ska 11 Ska 16	Ab 11 ¹⁾ Ab 16 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾ Ska 16 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ab 16 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾ Ska 16 ¹⁾
Vegtrafikkstøy (bildekkstøy)			T 8 ¹⁾ Ab 8 Ska 11 ²⁾	T 11 ^{1) 2)} Ab 11 ^{1) 2)} Da 11 ^{1) 2)} Ska 11 ^{1) 2)}	T 11 ¹⁾ Ab 11 ¹⁾ Da 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾
Klimapåkjenninger	Ma 11 Agb 11 Ab 11	Ma 11 Agb 11 Ab 11	Ab 11 Ska 11	3)	3)
Horisontale påkjenninger (rundkjøringer o.l.)	Agb 11 Ab 11	Ab 11 Ska 11	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾	Ab 11 ¹⁾ Ska 11 ¹⁾

¹⁾ Bruk av modifiserte bindemidler bør vurderes

²⁾ Ved piggdekkandel mindre enn 30 % kan øvre steinstørrelse reduseres til 8 mm

³⁾ Ved høye trafikkmengder vil normalt ikke klimapåkjenninger være bestemmende for dekkevalget

Piggdekkslitasje

Piggdekkavgift, større andel av piggfrie vinterdekk og mer slitesterke asfaltdekker har ført til at problemet med piggdekkslitasje er redusert. Likevel er bruk av piggdekk en vesentlig årsak til spordannelse i de deler av landet som har høy piggdekkandel. Piggdekkslitasjen er størst på veger med høy hastighet og stor trafikkmengde. I byer og tettsteder er piggdekkbruk fortsatt hovedårsaken til høye svevestøvnivåer på tørre vinterdager.

Statiske lastpåkjenninger

Industriområder og parkeringsplasser for tungtrafikk er utsatt for tunge statiske lastpåkjenninger. Stillestående trafikk på veger setter også spesielt store krav til asfaltdekkets deformasjonsegenskaper, slik som i busslommer og foran signalregulerte kryss. Man skal dessuten legge spesielt vekt på deformasjonsegenskapene på veger med særlig mye tungtrafikk, slik som veger inn til industriområder, omlastingsområder for gods etc.

Vegtrafikkstøy

Bruk av støysvakt dekke er ett av flere mulige støyreduserende tiltak i byer og tettbygde strøk. Tynn-dekker og dekker med redusert øvre steinstørrelse anbefales der hastighetsnivået for trafikken er 40 – 80 km/t. Drensasfalt bør bare brukes der hastigheten er 70 km/t eller høyere på grunn av at trafikken da vil bidra til å holde porene i asfaltoverflaten åpne i lengre tid. Ved bruk av drensasfalt er det en forutsetning at underlaget er plant, og det må sikres fritt avløp for vann ut til sidene.

Klimapåkjenninger

Aldring som følge av klimatiske påkjenninger blir ofte bestemmende for dekkelevetiden på det lavtrafikkerte vegnettet og på områder der de trafikale påkjenningene er små, f.eks. på fortau, gang- og sykkelveger, vegskuldre o.l.

513.2 Bruksområde for bærelag

Tabell 513.2 viser bruksområder for anbefalte materialer i bærelag. Andre bærelagsmaterialer for mer spesielle anvendelser er beskrevet i kapittel 6.

Tabell 513.2 Bruksområder for materialer i bærelag

Bærelagstype		Øvre bærelag						Nedre bærelag						
		Trafikkgruppe ¹⁾						Trafikkgruppe ¹⁾						
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
Knust berg	Fk													
Asfaltert grus	Ag													
Asfaltert pukk	Ap													
Gjenbruksasfalt ²⁾	Gja													
Knust asfalt	Ak													

¹⁾ Nedre grense er økonomisk betinget. Øvre grense er satt av funksjonsmessige årsaker.

²⁾ Bruken av Gja bør vurderes i hvert enkelt tilfelle

513.3 Bruksområde for forsterkningslag

Tabell 513.3 Bruksområder for materialer i forsterkningslag

	Trafikkgruppe					
	A	B	C	D	E	F
Grus						
Knust grus						
Knust berg (pukk, kult og samfengt knust berg)						
Resirkulerte materialer (Gjb og Bm)						

513.4 Lastfordelingskoeffisienter

Tabell 513.4 viser lastfordelingskoeffisienter som skal ligge til grunn for den bæreevnemessige dimensjonering av vegoverbygning. En komplett tabell, som inkluderer materialer i en eksisterende vegoverbygning med behov for forsterkning, finnes i vedlegg 2.

Tabell 513.4 Lastfordelingskoeffisienter, *a*

	Material- betegnelser	Bindemiddel Kvalitet vegbitumen Kvalitet myk bitumen	Lastfordelings- koeffisient (a), normalverdi
Vegdekker			
Varmblandet asfalt unntatt drengasfalt	Sta, Top, Ab, Agb, Ska	Vegbitumen, PMB 35/50 50/70-160/220 ≥ 250/300	3,5 <u>3,0</u> 2,5
Drengasfalt	Da	Vegbitumen, PMB	2,0
Mykasfalt	Ma	Mykbitumen V ≥ 6000 V < 6000	<u>1,5</u> 1,25
Bærelag			
Asfaltert grus	Ag	Vegbitumen 50/70-160/220 ≥ 250/300	3,0 2,75
Asfaltert pukk	Ap	Vegbitumen	2,0
Drengasfalt	Da	Vegbitumen	2,0
Penetrert pukk	Pp	Vegbitumen	1,5
Gjenbruksasfalt	Gja	Vegbitumen Mykbitumen	<u>1,75</u> 1,5
Knust berg	Fk		1,35
Knust asfalt	Ak		1,35
Forsterkningslag			
Grus, knust grus			1,0
Pukk, kult, samfengt knust berg			1,1
Resirkulerte materialer	Gjb Bm		1,0 1,0

Understreket verdi i tabell 513.4 angir standardverdi som skal benyttes når bindemiddelkvaliteten ikke er valgt. For kaldprodusert gjenbruksasfalt kan lastfordelingskoeffisient fra testing av indirekte strekkstyrke eller E-modul i laboratorium brukes.

514 Klimatiske forhold

Dimensjonering av frostsikring i vegoverbygning skal baseres på de stedlige forhold med hensyn til årsmiddeltemperatur og frostmengde, se kommunetabellene i vedlegg 1.

515 Andre dimensjoneringsmessige vurderinger

515.1 Dimensjonering av veg på særlig svak undergrunn

Særlig svak undergrunn vil alltid være telefarlig og utløser dermed krav om frostsikring for veger med ÅDT > 1500. Nederste lag i vegkonstruksjonen vil da vanligvis være frostsikringslag, eventuelt nedre frostsikringslag (ved bruk av XPS-plater). Nødvendig tykkelse på nederste lag mot undergrunn er i slike tilfeller gitt i tabell 521.2. Gjennom særlige anleggstekniske tiltak, f.eks. ved bruk av lett anleggsgutstyr og skånsomme arbeidsprosedyrer, ev. bruk av armering, kan tykkelsene reduseres såfremt frostmessig dimensjonering er ivaretatt

På steder i landet med små frostmengder, kan vegens frostmotstand være ivaretatt uten behov for frostsikringslag. På særlig svak undergrunn må tykkelsen på forsterkningslaget da økes av anleggstekniske hensyn. Dette er angitt i dimensjoneringstabellene ved tall med pluss foran.

For undergrunn av leire med udrenert skjærfasthet $c_u < 25$ kPa skal sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt. Sand med graderingstall $C_u < 5$ bør vurderes spesielt.

Ved nyanlegg vil det normalt ikke være aktuelt å benytte armeringsprodukter i overbygningen. Unntak kan være ved bygging av veg på bløt grunn, og da som et geoteknisk tiltak. Se håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [1] og V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [2] vedrørende dimensjonering og utførelse.

Eventuell bruk av armeringsprodukter i vegoverbygningen gir ikke grunnlag for reduksjon av lagtykkelser og kan ikke regnes inn som styrkeforbedring i form av indeksverdi ved dimensjonering av ny veg.

515.2 Grunnforsterkning ved bruk av lokale materialer

Grunnforsterkning ved bruk av f.eks. lokale materialer kan være et aktuelt tiltak på steder med dårlig bæreevne. Dette betyr at materialene legges ut i en spesifisert tykkelse på eksisterende grunn, og at vegoverbygningen dimensjoneres for grunnforhold tilsvarende bæreevnegruppen for materialene i grunnforsterkningen. For å betraktes som dimensjonerende undergrunn av hensyn til bæreevne, skal tykkelsen av grunnforsterkningen minimum være som vist i tabell 521.2.

For veger med krav om frostsikring i henhold til tabell 520.1 skal materialet som brukes til grunnforsterkning, tilfredsstille krav til frostsikringsmateriale som beskrevet i kapittel 6. Kravet gjelder for materialer i grunnforsterkningen ned til frostsikringsdybden. Frostsikringsdybden skal bestemmes ved bruk av figur 521.1.

52 Frostsikring

520 Behov for frostsikring

Frostsikring skal dimensjoneres etter tabell 520.1. For undergrunn i telefarlighetsklasse T1 og T2 er frostsikring ikke nødvendig.

For vegger med ÅDT mindre enn 1500 i åpningsåret skal behov for frostsikring vurderes på strekninger der problemer knyttet til ujevne telehiv kan forventes.

Tabell 520.1 Dimensjonerende frostmengde og maksimum tykkelse av overbygning

ÅDT i åpningsåret	Antall kjørefelt	Overbygningstype ³⁾	Telefarlighetsklasse	Frostsikring	
				Dimensjonerende frostmengde	Maksimal ¹⁾ tykkelse overbygning
> 8 000	4 eller flere	Fleksibel	T3, T4	F ₁₀₀	2,4 m
> 8 000	< 4	Fleksibel	T3, T4	F ₁₀	2,4 m
1 501 – 8 000		Fleksibel	T3, T4	F ₁₀	1,8 m
≤ 1 500 G/S-veg		Fleksibel	T3, T4	Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal vurderes ²⁾	1,8 m
Alle trafikkgrupper		Stiv	T3, T4	F ₁₀	2,4 m

¹⁾ Begrepet «maksimal» betyr i denne sammenheng at den angitte tykkelse normalt er tilstrekkelig til å unngå uakseptable telehiv selv om frostdybden er større. Dette forutsetter at materialene i frostsikringslaget tilfredsstiller kravene i kapittel 6.

²⁾ Tiltak for å unngå ujevnt telehiv skal baseres på frostmengden F₁₀.

³⁾ Fleksibel: Bituminøse materialer i dekke og bærelag. Stiv: Betong/belegningsstein i bærelag og/eller dekke.

Behovet for frostsikring skal vurderes ved planlegging av grunnundersøkelser, og skal inngå i grunnlaget for inndeling i homogene parseller, se kapittel 512.

Overgangen mellom frostsikret og ikke frostsikret veg bør utkiles som vist i kapittel 524. Ved breddeutvidelse skal det tas særskilte hensyn til frostsikring slik at telehiv egenskapene blir mest mulig lik for gammel og ny del av kjørebanelen.

Valg av frostsikringsmetode bør baseres på en vurdering av flere alternativer og bestemmes ut fra hvilken metode som gir den beste løsning med hensyn til kostnader, gjennomføring av arbeidene, samt forventet fremtidig vedlikehold av vegen.

Hensyn til konsekvensene ved senkning av grunnvannsnivået ved valg av frostsikringsmetode skal også vurderes.

For krav til materialer i fyllinger mht. frostsikring vises til kapittel 2.

Forutsatt noenlunde like kostnader for de forskjellige alternativer, bør valg av frostsikringsmetode/-materiale gjøres etter følgende prioritering:

- 1) Sand-, grus- og steinmaterialer
- 2) Lettklinker eller skumglass
- 3) Isolasjonsplater av ekstrudert polystyren

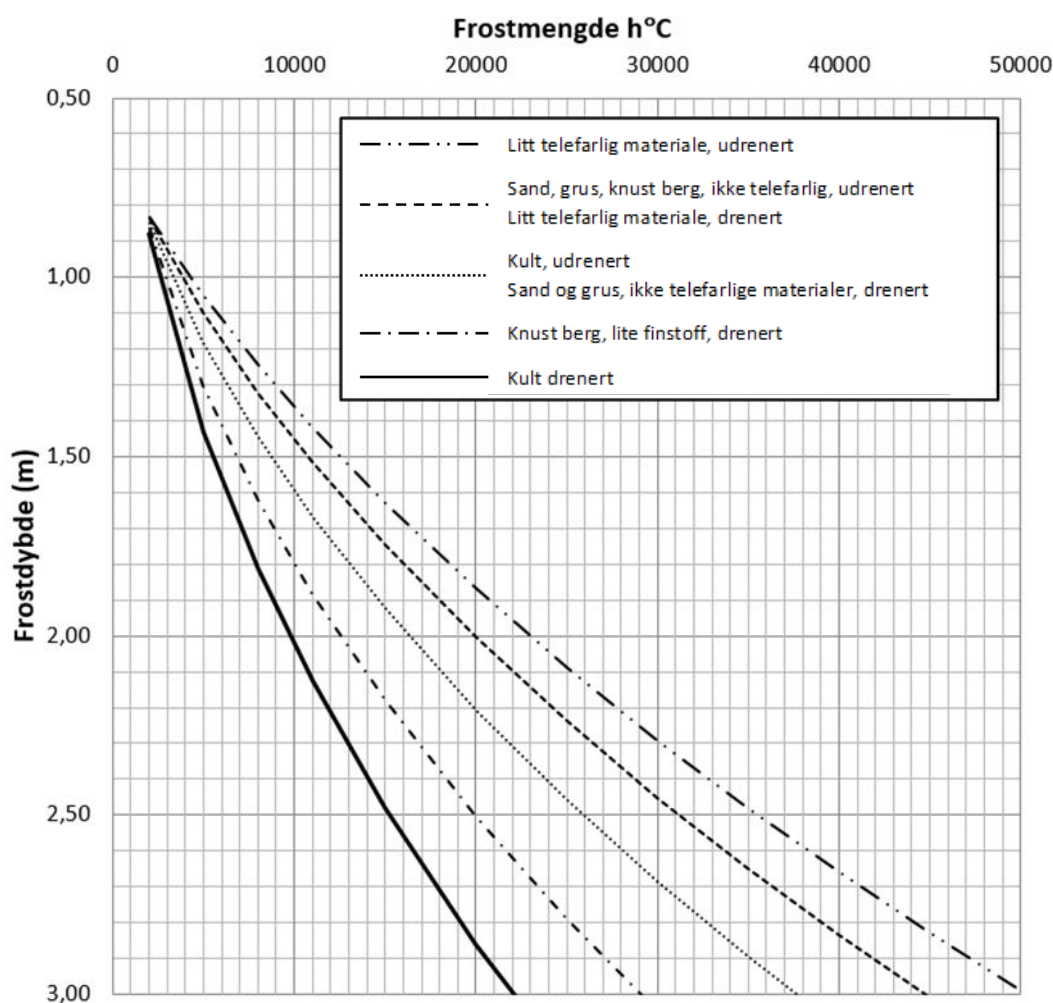
521 Frostsikring med steinmaterialer

Frostmessig dimensjonering ved bruk av sand, grus eller knust berg skal baseres på figur 521.1 og tabell 521.1. Med drenert tilstand i tabell 521.1 menes i denne sammenheng at dreneringen ligger lavere enn frostsikringslaget. Resirkulerte steinmaterialer kan brukes i frostsikringslaget forutsatt at krav til korngradering og finstoffinnhold er tilfredsstillt, se kapittel 6.

Frostmessig dimensjonering basert på figur 521.1 og tabell 521.1 forutsetter at man først har gjort en overslagsmessig dimensjonering av dekke, bærelag og forsterkningslag ut fra reglene i kapittel 5 basert på dimensjonerende trafikkmengde og valgt materiale i frostsikringslaget. Tykkelsen på frostsikringslaget skal settes lik differansen mellom total overbygningstykkelse og summen av tykkelsene på dekke, bærelag og forsterkningslag.

Dimensjonerende årsmiddeltemperatur og frostmengde skal baseres på tabellene i vedlegg 1. For bestemmelse av frostmengde og årsmiddeltemperatur kan også webbaserte kart benyttes: www.vegvesen.no/kart/visning/frostsonekart og www.vegvesen.no/kart/visning/arsmiddeltemperatur. Dersom årsmiddeltemperaturen avviker fra 4 °C, skal frostdybden som er vist i figur 521.1, multipliseres med faktorene i tabell 521.1.

Tykkelse på frostsikringslaget bør oppfylle minimumskravene i tabell 521.2. Gjennom særlige anleggstekniske tiltak, f.eks. ved bruk av lett anleggsutstyr og skånsomme arbeidsprosedyrer, ev. bruk av armering, kan tykkelsene reduseres såfremt frostmessig dimensjonering er ivaretatt. For undergrunn av leire med $c_u < 25$ kPa skal sikkerhet mot grunnbrudd vurderes spesielt.



Figur 521.1 Frostdybde ved frostsikring med knust berg, sand eller grus, årsmiddeltemperatur 4°C

Tabell 521.1 Korreksjon av frostdybde ved frostsikring med knust berg, sand eller grus

Frostsikringslag	Antatt vanninnhold i frostsikringslag	Årsmiddeltemperatur °C					
		-2	0	2	4	6	8
Kult, drenert	1,0 %	-	1,66	1,21	1,00	0,87	0,79
Knust berg, lite finstoff, drenert	2,0 %	1,92	1,40	1,15	1,00	0,90	0,82
Kult, udrenert	4,0 %	1,43	1,23	1,10	1,00	0,92	0,86
Sand, grus, knust berg, ikke telefarlig, drenert	6,0 %	1,29	1,17	1,08	1,00	0,94	0,89
Litt telefarlig materiale, drenert	8,0 %	1,22	1,13	1,06	1,00	0,95	0,90

Tabell 521.2 Minimumstykkelse på nederste lag mot undergrunnen ut fra anleggstekniske forhold

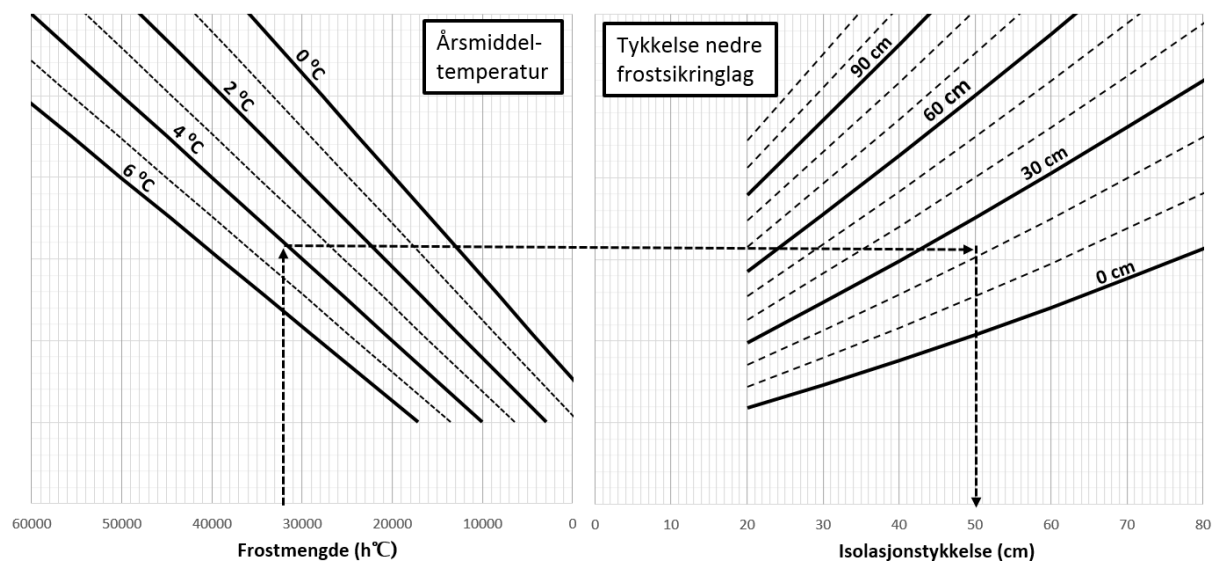
Materialtype i grunnen	Nødvendig tykkelse, cm
Grus, sand, morene, T3, T4	30
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	50
Silt, leire, T4, c_u 37,5-50 kPa	60
Silt, leire, T4, c_u 25-37,5 kPa	80
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa	110

522 Frostsikring med lettklinker og skumglass

Frostmessig dimensjonering ved bruk av lettklinker eller skumglass skal baseres på figur 522.1 og tabell 521.2. Frostsikringen utføres på én av følgende to måter:

- 1) Øvre isolasjonslag av lettklinker eller skumglass over et nedre frostsikringslag av sand, grus, knust berg eller resirkulerte steinmaterialer.
- 2) Lettklinker eller skumglass på fiberduk direkte på telefarlig undergrunn. Denne løsningen vil f.eks. være aktuell på steder med bløt undergrunn som vanskeliggjør utlegging av et nedre frostsikringslag.

Krav til materialer og utførelse, se kapittel 6.



Figur 522.1 Frostmessig dimensjonering med lettklinker eller skumglass

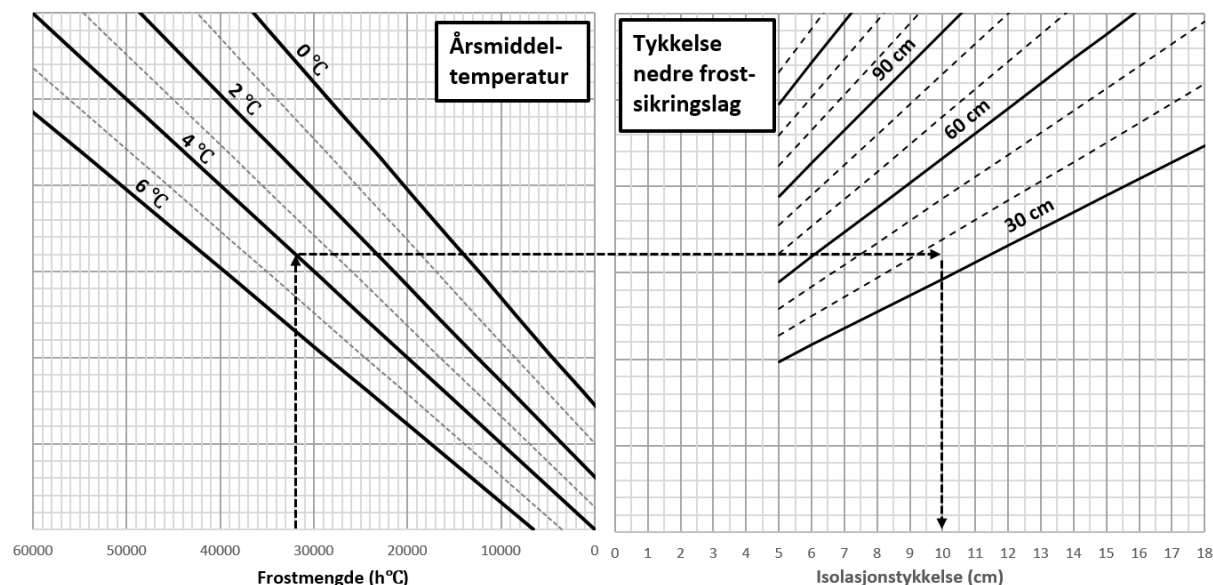
Dimensjonering av frostsikringen skal baseres på årsmiddeltemperaturer og dimensjonerende frostmengde gitt i vedlegg 1.

Tykkelsen på isolasjonslaget av lettklinker eller skumglass skal minst være 20 cm. Isolasjonslaget skal ligge drenert; dvs. minimum 35 cm over grøftebunn eller drensledning, se kapittel 4.

Ved dimensjonering av forsterkningslag skal man betrakte isolasjonslaget som undergrunn i bæreevnegruppe 4. I tillegg skal det kontrolleres at hele overbygningen har tilstrekkelig bæreevne, i forhold til bæreevnegruppen for materialet i grunnen.

523 Frostsikring med isolasjonsplater av ekstrudert polystyren (XPS)

Frostmessig dimensjonering ved bruk av XPS-plater skal baseres på figur 523.1 og tabell 521.2. XPS-platene skal plasseres over et nedre frostsikringslag av sand, grus, knust berg eller resirkulerte steinmaterialer. Tykkelsen på nedre frostsikringslag skal være minimum 30 cm. Krav til materialer og utførelse, se kapittel 6.



Figur 523.1 Frostmessig dimensjonering med XPS

Dimensjonering av frostsikringen skal baseres på årsmiddeltemperaturer og dimensjonerende frostmengde gitt i vedlegg 1.

Tykkelsen på isolasjonslaget av XPS skal minst være 5 cm. Isolasjonslaget skal ligge drenert; dvs. minimum 35 cm over grøftebunn eller drensledning, se kapittel 4.

Ved dimensjonering av forsterkningslag skal man betrakte isolasjonslaget som undergrunn i bæreevnegruppe 4. I tillegg skal det kontrolleres at hele overbygningen har tilstrekkelig bæreevne i forhold til bæreevnegruppen for materialet i grunnen.

524 Utkiling

Utkiling i vegens lengderetning (overganger i undergrunn)

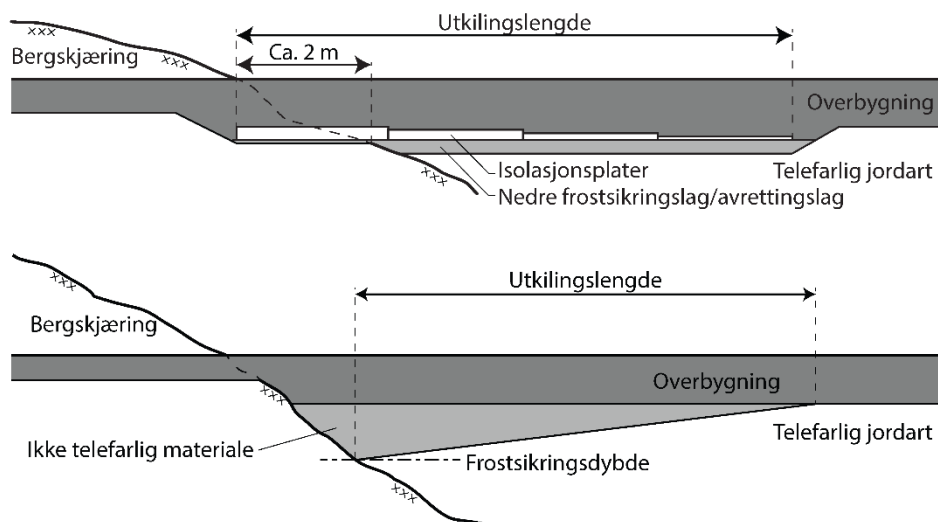
For ikke frostsikret veg skal det bygges en utkiling med ikke telefarlige materialer eller med isolasjonsmaterialer for å unngå ujevne telehiv ved overgang mellom materialer med forskjellig telefarlighet. Utkilingen går opp til underkant av forsterkningslaget. For frostsikret veg er det ikke behov for utkilinger.

Isolasjonsmaterialene skal ligge drenert. Figur 524.1 viser prinsippkisser for utkiling med ikke telefarlige materialer og isolasjonsplater av XPS. Også skumglass og lettklinker kan benyttes til utkiling. Utkilingslengde L skal beregnes fra tabell 524.1 hvor frostsikringsdybden ved frostmengde F_{10} danner utgangspunktet for beregning av utkilingslengden. Ved bruk av isolasjonsmaterialer skal det benyttes et nedre frostsikringslag med tykkelse som gitt i tabell 521.2.

Utkilingslengder gjelder både for nyanlegg og utbedring av eksisterende veg.

Tabell 524.1 Krav til helning på utkilingen

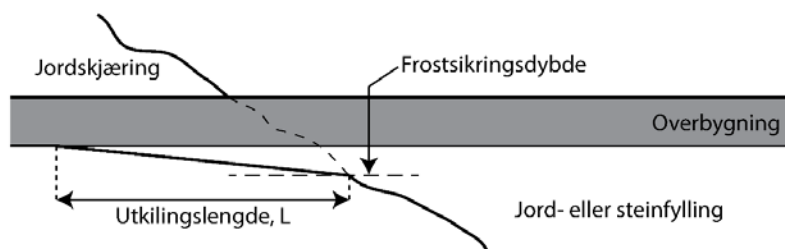
Skiltet hastighet, km/t	Helning på utkilingen, maks
≤ 50 og g/s – veger	1:10
60 og 70	1:15
80 og 90	1: 25
≥ 100	Frostsikret veg forutsettes



Figur 524.1 Utkiling ved overgang bergskjæring/telefarlig grunn eller underbygning

For å redusere fuktopptak i isolasjonsplater av XPS skal tykkelsen være minimum 5 cm. For å unngå å bruke tynnere isolasjonsplater i avslutningen av en utkiling bør det vurderes å legge isolasjonsplatene med økende mellomrom for gradvis å redusere isoleringsevnen.

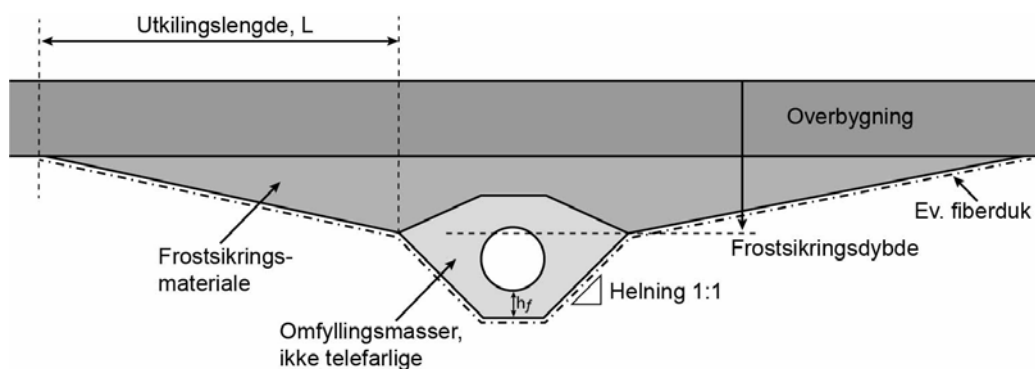
Ved overgang mellom skjæring og fylling i telefarlig jord, bør utkilingen utføres med det materialet fyllingen er bygget opp av, se figur 524.2. Største utkilingsdybde skal beregnes etter reglene i kapittel 521.



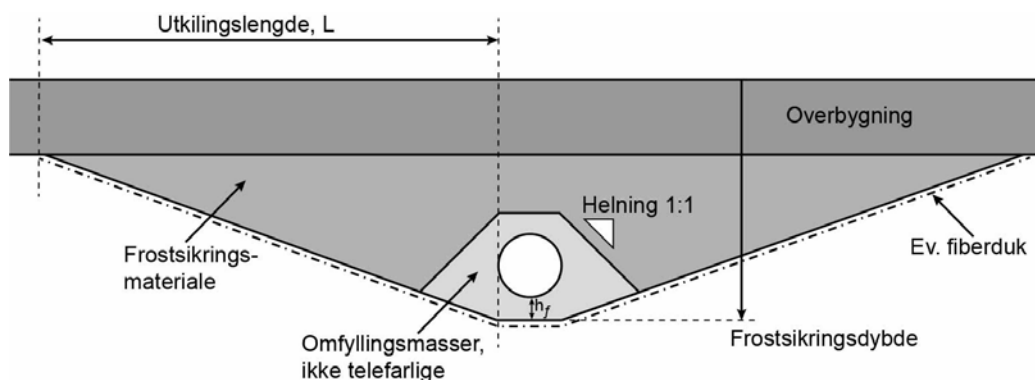
Figur 524.2 Utkiling ved overgang jordskjæring/fylling

Utkiling ved kryssende ledninger, rør og kulverter

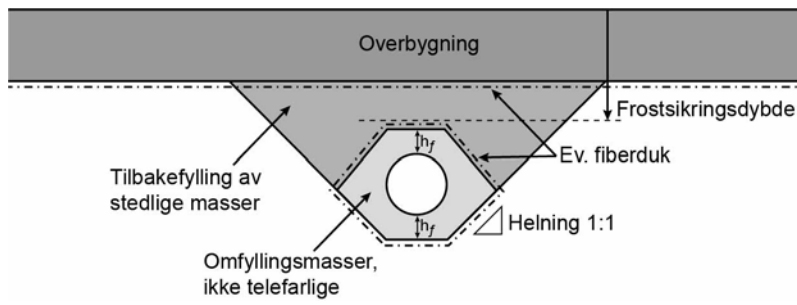
Utkiling i forbindelse med kryssende ledninger (kulverter mv.) bør utføres som vist i figur 524.3 og figur 524.4. Ved legging av ledninger under frostsone, figur 524.5, bør sideveggene i grøften graves med en helning på 1:1 eller slakere for å redusere faren for setninger. Størrelsen h_f er tykkelsen av frostsikringslag for kulverter/stikkrenner, se kapittel 4.



Figur 524.3 Stikkrenne med tilhørende frostsikring ligger i frostsikringsdybden, utkiling med sand, grus eller knust berg



Figur 524.4 Stikkrenne med tilhørende frostsikring ligger høyere enn frostsikringsdybden, utkiling med sand, grus eller knust berg



Figur 524.5 Stikkrenne med tilhørende frostsikring ligger dypere enn frostsikringsdybden, ikke behov for utkiling

53 Veg med bituminøst dekke

530 Dekke

Dekke skal velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret. Tykkelser skal minimum tilfredsstillende krav gitt i tabell 530.1. For valg av type asfalt i slitelaget ut fra bruksområde og dominerende påkjenning, se tabell 513.1.

Myke dekker, som f.eks. mykasfalt (Ma), kan kun brukes på veger i trafikkgruppe A og med ÅDT \leq 1000. Denne begrensningen gjelder kun ved nybygging av veg. Ved dekkefornyelse på eksisterende veg kan det være aktuelt å bruke myke dekker ved høyere trafikkmengder, slik som angitt i tabell 513.1.

Stive dekketyper (som Agb, Ab og Ska) skal ha en samlet tykkelse for bind- og slitelag på minst 6 cm, og de bituminøse massene skal legges i minst to lag.

Dersom øvre bærelag består av bituminøst materiale, skal stive asfalttyper velges i bind- og slitelag.

For veger i trafikkgruppe A og B kan bindlaget erstattes av økt tykkelse på øvre bærelag dersom dette består av bituminøst materiale. Tykkelsen på øvre bærelag skal da økes slik at kravet til bærelagsindeks (BI_k) blir oppfylt.

Tabell 530.1 Dekketyper og krav til minimum lagtykkelser (slitelag og bindlag)

DEKKE (SLITELAG OG BINDLAG) AV BITUMINØSE MASSER (lagtykkelser i cm)				
Dekketype	ÅDT (i åpningsåret)			
	0 - 1000	1000 - 3000	3000 - 5000	> 5000
Myke dekketyper	4,0			
Stive dekketyper	3,0 over 3,0	3,5 over 3,0	4,0 over 3,0	4,0 over 4,0

Minimum lagtykkelse er to ganger øvre siktstørrelse for steinmaterialet i massen.

531 Bærelag

Tabell 533.1 viser anbefalte materialer og korresponderende lagtykkelser for bærelag. Ved bruk av andre materialer skal lagtykkelser beregnes slik at krav til bærelagsindeks (BI_k) blir oppfylt.

Indeksverdien for et eventuelt øvre bærelag skal utgjøre minimum 50 % av hele bærelagets indeksverdi.

Ved bruk av myke dekketyper reduseres kravet til bærelagsindeks som vist i tabell 531.1.

Tabell 531.1 Redusert krav til bærelagsindeks ved bruk av myke dekketyper

Massetype	Reduksjon av BI_k
Ma, Egt, Eog, Dog	6
Eo, Do	7

532 Forsterkningslag

Tykkelsen på forsterkningslaget skal bestemmes ut fra trafikkgruppe og grunnens bæreevne uttrykt ved bæreevnegrupper, gitt i tabell 512.1 og tabell 533.1. Tykkelsen på forsterkningslaget i tabell 533.1 er basert på materialer med lastfordelingskoeffisient, $a = 1,0$. Ved bruk av materialer med annen lastfordelende evne, se tabell 513.4, skal tykkelsen endres tilsvarende.

Frostsikringslag av sand-, grus- eller steinmaterialer kan betraktes som dimensjonerende undergrunn dersom tykkelsen tilfredsstiller minimumsverdier gitt i tabell 521.2. Det skal i tillegg sjekkes at dybde ned til telefarlige masser i undergrunnen er stor nok til å unngå fare for ujevne telehiv.

På frostsikringslag av knust berg skal forsterkningslagets tykkelse minst tilsvare den som er angitt for bæreevnegruppe 3. På isolasjonslag av lettklinker, skumglass eller ekstrudert polystyren (XPS) skal forsterkningslagets tykkelse minst tilsvare den som er angitt for bæreevnegruppe 4.

På lett fylling av ekspandert polystyren (EPS) skal forsterkningslagets tykkelse minst tilsvare den som er angitt for bæreevnegruppe 6. For betongplater på fylling av EPS skal lastfordelingskoeffisient 3,0 brukes.

533 Dimensjoneringstabell

Tabell 533.1 Dimensjonering av veger med bituminøst dekke, lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGER MED BITUMINØST DEKKE						
(lagtykkelser i cm)						
	TRAFIKKGRUPPE					
	(Antall ekvivalente 10 t aksler per felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.) Beregning av trafikkgruppe, se kapittel 511.					
	A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)	E (3,5 - 10)	F (> 10)
DEKKE	Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se kapittel 530.					
BÆRELAG						
Anbefalte materialer:	Tykkelse (cm), bærelag					
Ag	9	10	11	12	13	14
Ag over Ap	5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10
Ag over Ak	5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10		
Ag over Gja	6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10		
Ag over Fk	5 over 10	6 over 10	7 over 10			
Fk	20					
FORSTERKNINGSLAG PÅ						
Materialtype i grunnen:	Bæreevne- gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0				
Bergskjæring, steinfylling, T1 ³⁾	1	30	30	30	30	30
Grus C _u ≥ 15, T1	2	30	30	30	30	30
Grus C _u < 15, T1 Sand C _u ≥ 15, T1 Bergskjæring, steinfylling T2 ³⁾	3	30	30	30	40	50
Sand C _u < 15, T1 Grus, sand, morene, T2	4 ⁴⁾	40	40	50	60	70
Grus, sand, morene, T3	5	50	60	70	70	80
Silt, leire, T4, c _u ≥ 50 kPa	6	60	70	70	80	90
Silt, leire, T4, c _u 37,5-50 kPa	6	60	70	80	80	90
Silt, leire, T4, c _u 25-37,5 kPa	6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	90
Silt, leire, T4, c _u < 25 kPa	6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+30 ¹⁾	90+20 ¹⁾
BÆRELAGSINDEKSKRAV, BI_k ²⁾		39	45	50	54	62
						65

¹⁾ Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

²⁾ Bærelagsindeks (BI), se forklaring i vedlegg 3.

³⁾ Bergskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning. For grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knøler, se kapittel 2.

⁴⁾ Gjelder også for forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettklinker.

534 Dimensjonering med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter

Dimensjonering med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter er mest aktuelt i de situasjoner hvor man ønsker å utnytte den lastfordelende evne og styrke til de tilgjengelige materialer, i større grad enn det som er mulig ved standardiserte lastfordelingskoeffisienter som angitt i tabell 513.4. Metoden kan anvendes både ved nyanlegg og ved forsterkningsarbeider. Metoden kan brukes for hele overbygningen og på utvalgte materialer og lag i overbygningen.

Når dimensjonering med laboratoriebestemte lastfordelingskoeffisienter benyttes, bør det foretas en separat vurdering av overbygningstykkelsene i forhold til dimensjonering basert på standardiserte lastfordelingskoeffisienter. Ved større avvik bør lagtykkelsene vurderes særskilt.

Metoden forutsetter bruk av materialparametre bestemt ved laboratorie- og feltforsøk. Forsøkene skal utføres som vist i retningslinjene R210 [3] og R211 [4]. Parametere bestemt i felt vil variere over året. Disse skal derfor bestemmes under kritiske forhold.

54 Trafikkarealer med belegningsstein, gatestein, heller av betong og plater av naturstein

540 Bruksområde

Vegdekker av belegningsstein av betong kan benyttes til adkomstveger, gang-/sykkelveger, parkeringsplasser, industriområder o.l. Vegdekker av gatestein av naturstein kan benyttes til adkomstveger og parkeringsplasser. Dekkene kan også benyttes på veger og gater med skiltet hastighet 50 km/t eller lavere.

Dekker av betongheller og plater av naturstein bør unngås på kjørearealer med tungtrafikk, men egner seg godt på gangarealer som fortau, gågater, torg og lignende. Med tungtrafikk eller tunge kjøretøyer menes kjøretøyer med totalvekt > 3,5 tonn.

Krav til materialer for dekker av belegningsstein, gatestein, heller av betong og plater av naturstein og krav til øvrige materialer i overbygningen er gitt i kapittel 6.

541 Forutsetninger

Ved dimensjonering av overbygning med dekker av belegningsstein, gatestein, betongheller og plater av naturstein skal man alltid vurdere om det er behov for frostsikring for å unngå ujevne telehiv. Eventuell frostsikring skal dimensjoneres etter reglene gitt i kapittel 52.

542 Dekke- og settelagstykkelser

Veger og andre arealer med dekke av belegningsstein av betong, gatestein av naturstein, heller av betong og plater av naturstein skal ha dekke- og settelagstykkelser som vist i tabell 542.1 og tabell 542.2.

Tabell 542.1 Dekke- og settelagstykkelser for alle trafikkarealer

Dekketype	Tykkelse, cm								
	Alle arealer gitt i dimensjoneringstabell			Gangarealer			Gangarealer med noe biltrafikk		
	Dekke-tykkelse	Settelag knust berg	Settelag fast	Dekke-tykkelse	Settelag knust berg	Settelag fast	Dekke-tykkelse	Settelag knust berg	Settelag fast
Belegningsstein	8	3	5						
Smågatestein	10	5	5						
Storgatestein	14	6	6						
Heller av betong				7	3	5	10		
Plater av naturstein				Se tabell 542.2	3	5	Se tabell 542.2	3	5

Plater av naturstein

For både mekanisk stabilisert og fast settelag skal forholdet mellom platenes lengde og bredde ikke overstige 2. Tabell 542.2 viser minstekrav til platetykkelser ved forskjellig forhold mellom lengde og bredde.

Tabell 542.2 Minstekrav til platetykkelser for plater av naturstein

Type belastning	Største platelengde, mm	Mekanisk stabilisert settelag Minste tykkelse ved forhold lengde : bredde mm			Fast settelag Minste tykkelse ved forhold lengde : bredde mm		
		1:1	1,5:1	2:1	1:1	1,5:1	2:1
Kun fotgjengertrafikk, lett utstyr til drift og vedlikehold ¹⁾	400 – 600	120	140	160	100	110	120
	600 – 800	140	160	180	120	130	140
	800 – 1000	160	180	200	140	150	160
Fotgjengertrafikk, noe trafikk av lette biler, og noe trafikk med 10 tonn aksellast, trafikkhastighet ikke over ganghastighet ¹⁾	400 – 600	140	160	180	120	130	140
	600 – 800	160	180	200	140	150	160

¹⁾ Tykkelsen kan reduseres med 20 mm dersom platene har en bøyestykke på minst 14,0 kN.

Heller av betong

Den tradisjonelle betonghelle er kvadratisk med lengde og bredde lik 300 mm. I de seinere år er utvalget av dimensjoner blitt langt større, noe som gir mulighet for større variasjoner i leggemønster og visuelt uttrykk for øvrig. Ved dekke av betongheller skal det benyttes kjørestyrke heller. Kjørestyrke heller skal som et minimum ha en karakteristisk bøyestrekfasthet på 4,0 MPa (klasse 2 etter NS-EN 1339) [5] og en bruddlast på 14,0 kN (klasse 140 etter NS-EN 1339) [5].

543 Dimensjoneringstabeller

Tabell 543.1 Dimensjonering av overbygning med belegningsstein av betong og gatestein av naturstein, typiske materialer med lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING MED BELEGNINGSSTEIN OG GATESTEIN (lagtykkelser i cm)								
Trafikkgruppe	A ⁴⁾	B	C	D	Parkeringsplasser		Andre trafikk-arealer med tunge kjøretøy ⁵⁾	
Antall ekvivalente 10 tonns aksler per felt i dimensjoneringsperioden (N, mill.)	< 0,5	0,5 – 1	1 - 2	2 - 3,5	lett trafikk ⁴⁾	tung trafikk		
DEKKE	Dekketykkelse, inkl. settelag, se tabell 542.1							
BÆRELAG								
Anbefalte materialer:	Tykkelse (cm), bærelag							
Da	10	13	15	17	10	13	17	
Da over Fk ⁶⁾	-	6 over 10	9 over 10	11 over 10	-	6 over 10	11 over 10	
Db	15	18	20	20	15	18	20	
Fk ⁶⁾	15				15			
FORSTERKNINGSLAG PÅ								
Materialtype i grunnen:	Bæreevn egruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0.						
Bergskjæring, steinfylling, T1 ²⁾	1	30	30	30	30	30	30	30
Grus C _u ≥ 15, T1	2	30	30	30	30	30	30	30
Grus, C _u < 15, T1 Sand C _u ≥ 15, T1 Bergskjæring, steinfylling T2 ²⁾	3	30	30	30	40	30	30	40
Sand, C _u < 15 T1 Grus, sand, morene, T2	4 ³⁾	40	40	50	60	30	40	60
Grus, sand, morene, T3	5	50	60	70	70	40	60	70
Silt, leire, T4, c _u ≥ 50 kPa	6	60	70	70	80	50	70	80
Silt, leire, T4, c _u 37,5-50 kPa	6	60	70	70	80	50+10 ¹⁾	70	80
Silt, leire, T4, c _u 25-37,5 kPa	6	60+20 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80	80	50+30 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80
Silt, leire, T4, c _u < 25 kPa	6	60+50 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾	80+30 ¹⁾	50+60 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾

¹⁾ Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

²⁾ Bergskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning. For grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knøler, se kapittel 2.

³⁾ Gjelder også for forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettklinker.

⁴⁾ Gjelder også gang- og sykkelveg og avkjørsel.

⁵⁾ Dekke av gatestein anses ikke aktuelt.

⁶⁾ Skal ikke anvendes for dekker med fast settelag.

Tabell 543.2 Dimensjonering av overbygning med heller av betong og plater av naturstein, typiske materialer med lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR OVERBYGNING MED HELLER AV BETONG OG PLATER AV NATURSTEIN (lagtykkelser i cm)			
Trafikkbelastning			
		Gangarealer	Gangarealer med noe biltrafikk
DEKKE		Dekketykkelse, inkl. settelag, se tabell 542.1 og tabell 542.2	
BÆRELAG			
Anbefalte materialer:		Tykkelse (cm), bærelag	
Da		8	10
Da over Fk ⁴⁾		4 over 10	4 over 10
Db		15	15
Fk ⁴⁾		12	15
FORSTERKNINGSLAG PÅ			
Materialtype i grunnen:	Bæreevne gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0	
Bergskjæring, steinfylling, T1 ²⁾	1	30	30
Grus C _u ≥ 15, T1	2	30	30
Grus, C _u < 15, T1 Sand C _u ≥ 15, T1 Bergskjæring, steinfylling T2 ²⁾	3	30	30
Sand C _u < 15, T1 ³⁾ Grus, sand, morene, T2	4 ³⁾	40	40
Grus, sand, morene, T3	5	50	50
Silt, leire, T4, c _u ≥ 50 kPa	6	60	60
Silt, leire, T4, c _u 37,5-50 kPa	6	60	60
Silt, leire, T4, c _u 25-37,5 kPa	6	60+20 ¹⁾	60+20 ¹⁾
Silt, leire, T4, c _u < 25 kPa	6	60+50 ¹⁾	60+50 ¹⁾

- ¹⁾ Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelse knyttet til knyttet til anleggstekniske forhold.
- ²⁾ Bergskjæring omfatter både dyp- og grunnsprengning. For grunnsprengning er det krav om min 0,75 m fra vegoverflate til topp av knøler, se kapittel 2.
- ³⁾ Gjelder også for forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettklinker.
- ⁴⁾ Skal ikke anvendes for dekker med fast settelag.

55 Parkeringsplasser og andre trafikkarealer med tunge kjøretøy

Parkeringsplasser og andre trafikkarealer med tunge kjøretøy skal dimensjoneres som vist i tabell 55.1. Dersom grunnen består av leire eller silt, bør det foretas en separat dimensjonering mht. anleggs-trafikken, se kapittel 515.

Andre trafikkarealer med tunge kjøretøy omfatter bussterminaler, industriarealer, arealer rundt lagerbygg og terminalanlegg hvor tungtrafikken er større enn ved ordinære parkeringsplasser, men hvor påkjenningene er begrenset til ca. 10 tonns aksellast. Konstruksjoner som utsettes for langvarige, store laster (ringtrykk > 0,9 MPa eller aksellast >10 tonn) eller spesielle laster (kraner, containere mv.) bør vurderes spesielt.

Ved dimensjonering skal man ta hensyn til klimatiske betingelser, materiale i grunnen, trafikk under anleggsperioden og belastning på toppen av ferdig konstruksjon.

Ved valg av overbygning skilles det mellom plasser med grusdekke og plasser med fast dekke. Grusdekke kan brukes, dersom plassen i hovedsak benyttes av lette kjøretøyer. Valg av dekketype bør også sees i sammenheng med dekketypen på tilstøtende trafikkarealer.

Plasser med grusdekke skal dimensjoneres som grusveg, se kapittel 58. Plasser med dekke av belegningsstein dimensjoneres som angitt i kapittel 54.

Dersom materialene i grunnen er i telefarlighetsklasse T3 eller T4, skal det vurderes om frostsikring etter reglene i kapittel 52 er nødvendig. Dimensjonering av frostsikring skal baseres på frostmengde F_{10} og maksimal overbygningstykkelse på 1,8 m.

I sommerhalvåret kan høye temperaturer sammen med store og langvarige laster forårsake plastiske deformasjoner i bituminøse lag. I slike tilfeller bør stabilitetsegenskapene for dekke og bærelag vurderes spesielt. Det kan i slike tilfeller være aktuelt å bruke belegningsstein som dekke, se kapittel 54.

Minste resulterende fall bør være 2 %. Store plasser bør deles opp i mindre områder med tilstrekkelig avrenning.

Tabell 55.1 Dimensjoneringstabell for parkeringsplasser og andre trafikkarealer med asfaltdekke, typiske materialer med lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR PARKERINGSPLASSER OG ANDRE TRAFIKKAREALER MED ASFALTDEKKE (lagtykkelser i cm)				
		TYPE ANLEGG		
		Parkeringsplass m/lett trafikk	Parkeringsplass m/tung trafikk	Andre trafikk- arealer med tunge kjøretøy
DEKKE		Tykkelse (cm), dekke		
Slitelag over bindlag		3,0 over 3,0 ²⁾	3,5 over 3,5	4,0 over 4,0
BÆRELAG				
Anbefalte materialer		Tykkelse (cm), bærelag		
Gk		15	-	-
Fk		15	20	-
Ag over Ak/Fk		4 over 10	4 over 10	-
Ag over Ap		-	4 over 5	7 over 5
Ag		-	8	10
FORSTERKNINGSLAG PÅ				
Materialtype i grunnen:	Bæreevne- gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient a = 1,0		
Bergskjæring, steinfylling, T1	1	30	30	30
Grus $C_u \geq 15$, T1	2	30	30	30
Grus $C_u < 15$, T1 Sand $C_u \geq 15$, T1 Bergskjæring, steinfylling, T2	3	30	30	40
Sand $C_u < 15$, T1 Grus, sand, morene, T2	4	30	40	60
Grus, sand, morene, T3	5	40	60	70
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	50+10 ¹⁾	70	80
Silt, leire, T4, $37,5 \leq c_u < 50$ kPa	6	50+10 ¹⁾	70	80
Silt, leire, T4, $25 \leq c_u < 37,5$ kPa	6	50+30 ¹⁾	70+10 ¹⁾	80
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa	6	50+60 ¹⁾	70+40 ¹⁾	80+30 ¹⁾

¹⁾ Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

²⁾ Kan legges i ett lag ved bruk av bituminøst bærelag.

56 Gang- og sykkelveg

Gang- og sykkelveger skal tåle belastninger fra drift- og vedlikeholdsutstyr og sporadisk trafikk av utrykningskjøretøy, renovasjonsbiler o.l. Dimensjoneringen skal gi tilstrekkelig bæreevne i teeløsningen.

Behovet for frostsikring etter reglene i kapittel 52, spesielt risikoen for ujevnt telehiv og telesprekker, bør vurderes ved dimensjonering av overbygningen for gang- og sykkelveger.

Gang- og sykkelveg skal dimensjoneres som vist i Tabell 5436.1.

Myke slitelag skal ha minimum tykkelse 4 cm. Stive dekketyper krever en samlet tykkelse for de bituminøse lagene på minst 6 cm, og de bituminøse massene skal legges i minst to lag.

Tabell 5436.1 Dimensjoneringstabell for gang- og sykkelveg, typiske materialer med lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING PÅ GANG- OG SYKKELVEGER (lagtykkelser i cm)			
		TRAFIKKBELASTNING	
		Normal ¹⁾	Lett ²⁾
DEKKE			
Ma			4,0
Agb over Agb ³⁾		3,0 over 3,0	
BÆRELAG			
Ag over Ak/Fk		4 over 10	
Fk, Gjb		20	10
Ak			10
FORSTERKNINGSLAG PÅ			
Materialtype i grunnen:	Bæreevne-gruppe	Tykkelse	
Bergskjæring, steinfylling, T1	1	30	
Grus, $C_u \geq 15$, T1	2	30	
Grus, $C_u < 15$, T1 Sand, $C_u \geq 15$, T1 Bergskjæring, steinfylling, T2	3	30	
Sand $C_u < 15$, T1 Grus, sand, morene, T2	4	30	
Grus, sand, morene, T3	5	40	
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	50+10 ⁴⁾	
Silt, leire, T4, $37,5 \leq c_u < 50$ kPa	6	50+10 ⁴⁾	
Silt, leire, T4, $25 \leq c_u < 37,5$ kPa	6	50+30 ⁴⁾	
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa	6	50+60 ⁴⁾	

¹⁾ G/s-trafikk, vanlige maskiner for drift/vedlikehold og lett biltrafikk der deler av g/s-vegen blir benyttet som adkomstveg

²⁾ G/s-trafikk og lette maskiner for drift/vedlikehold.

³⁾ Bindlag kan sløyfes dersom bærelaget består av Ag. Tykkelsen på øvre bærelag skal da økes tilsvarende bindlagets tykkelse.

⁴⁾ Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

57 Vegoverbygning i tunnel

570 Dimensjoneringsforutsetninger

Overbygning for veg i tunnel skal dimensjoneres for trafikk etter de samme regler som for veg i dagen.

Dimensjonerende frostmengde i tunnel, F_{DimT} , skal være F_{10} .

Overbygningen til veg i tunnel skal bygges uten risiko for telehiv. Ved beregning av frostsonene skal lokale forhold vurderes med hensyn til frostmengde, vindforhold, ventilasjon etc. For beregning av frostsoner, se håndbok V520 Tunnelveiledning [6].

Det skal sikres mot at vann fra berget kommer ut i tunnelen og fryser. Det skal sikres at vannet ledes til drensledningene uten å bli utsatt for frost. For de deler av tunnelen hvor $F_{DimT} > 10\ 000\ h^{\circ}C$, skal det iverksettes tiltak som sikrer mot iskjøving.

571 Krav til overbygning

Overbygningen skal dimensjoneres som angitt i tabell 572.1. Tunnelsålen skal finrenskes slik det kreves i håndbok N500 Vegtunneler [7] og som beskrevet i nedenfor. Det skal benyttes pukk- eller kultmaterialer i forsterkningslaget. Dekketype og tykkelse skal velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se kapittel 530.

Tunnelsåle

Ved finrensket tunnelsåle skal det maksimalt bli liggende igjen 5 cm tunnelmasse. Finrensk av tunnelsåle skal inkludere pigging av knøler og ujevnheter eller utstøping av gryter som medfører fare for vannansamlinger og dårlig drenering mot drensgrøfter, inklusive sprengning av tverrgrøfter og andre nødvendige tiltak. På finrensket tunnelsåle skal det bygges opp til planum med pukk- eller kultmaterialer med nedre siktstørrelse ikke mindre enn 11 mm og $LA \leq 40$. Kontrollomfanget for dokumentasjon av LA-verdi skal være minimum 1 prøve for hver påbegynt $10\ 000\ m^3$.

572 Unntak fra krav om finrensket tunnelsåle

Unntak fra krav om finrensk av tunnelsålen kan tillates for veger i trafikkgruppe A-C dersom $F_{DimT} < 10\ 000\ h^{\circ}C$ og det kan dokumenteres at gjenliggende materiale i tunnelsålen har et finstoffinnhold $< 7\ %$ materiale $< 0,063\ mm$ av materiale $< 22,4\ mm$ før utlegging av forsterkningslaget.

Frostsikring med skumglass, lettklinker eller isolasjonsplater av XPS

Bruk av isolasjonsmaterialer i vegoverbygningen vil kun være aktuelt i spesielle tilfeller hvor finrensk av sålen ikke er aktuelt og gjenliggende materiale er telefarlig. Frostmessig dimensjonering skal i slike tilfeller følge reglene i kapittel 52 med unntak av krav til nedre frostsikringslag under isolasjonsplater av ekstrudert polystyren (XPS). XPS-plater legges på avrettet planum uten spesifikk krav til tykkelse på avrettingslaget.

Den bæreevnemessige dimensjonering skal følge tabell 571.1. Dekketype og tykkelse skal velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se kapittel 530.

Tabell 572.1 Dimensjonering av dekke, bærelag og forsterkningslag i tunnel, inklusive overbygning med frostsikringslag av skumglass eller lettklinker og XPS

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING I TUNNEL (lagtykkelser i cm)							
	TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler per felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.)						
	A (< 0,5)	B (0,5 – 1)	C (1 – 2)	D (2 – 3,5)	E (3,5 – 10)	F (> 10)	
DEKKE	Dekketype og tykkelse velges på grunnlag av ÅDT i åpningsåret, se kapittel 530.						
BÆRELAG							
Typiske materialer:	Tykkelse, bærelag						
Ag	9	10	11	12	13	14	
Ag over Ap	5 over 6	6 over 7	6 over 8	7 over 8	7 over 9	7 over 10	
Ag over Ak	5 over 10	6 over 10	7 over 10	8 over 10			
Ag over Gja ¹⁾	6 over 5	6 over 7	6 over 9	6 over 10			
Ag over Fk	5 over 10	6 over 10	7 over 10				
Fk	20						
FORSTERKNINGSLAG							
Frostmengde F_{DimT}	Bæreevne- gruppe	Tykkelse (cm), forsterkningslag med lastfordelingskoeffisient $a = 1,0$					
$F_{DimT} \leq 10000 \text{ h}^\circ\text{C}$	1 ²⁾	30	30	30	30	30	30
$F_{DimT} \leq 10000 \text{ h}^\circ\text{C}$	3 ³⁾	30	30	30	-	-	-
$F_{DimT} > 10000 \text{ h}^\circ\text{C}$	1 ²⁾	50	50	50	50	50	50
$F_{DimT} > 10000 \text{ h}^\circ\text{C}$	4 ⁴⁾	40	40	50	60	70	80
BÆRELAGSINDEKS, BI_k		39	45	50	54	62	65

¹⁾ Tykkelsene forutsetter en lastfordelingskoeffisient på min. 1,75. Ved lastfordelingskoeffisient mellom 1,35 og 1,75 må tykkelsen økes for å overholde kravene til indeksverdier.

²⁾ Gjelder forsterkningslag på tilførte materialer ved finrensk av tunnelsålen iht. kapittel 571.

³⁾ Gjelder forsterkningslag når det ikke utføres finrensk av tunnelsålen iht. kapittel 572.

⁴⁾ Gjelder forsterkningslag på isolasjonslag av XPS, skumglass eller lettklinker iht. kapittel 572.

58 Veg med grusdekke

Veger med $\text{ÅDT} < 100$ kan bygges som grusveg.

Det skal ikke brukes bitumen- eller sementstabiliserte materialer i bærelaget.

Grusveg skal dimensjoneres som vist i tabell 58.1. Denne er basert på 10 tonns helårs aksellast.

Krav til materialer for grusdekker er gitt i kapittel 6. Øvrige krav til materialer i overbygningen bør være som for veg med bituminøst dekke, se kapittel 6.

Et fuktmagasinerende lag av velgraderte materialer bør etableres under grusdekket dersom bærelag/forsterkningslag består av materialer med $D > 31,5$ mm.

Det fuktmagasinerende laget kan oppfylles på tre måter:

- Økning i grusdekketykkelsen, minimum 7 cm ekstra tykkelse
- Eget fuktmagasinerende lag, minimum 7 cm tykkelse, bestående av samfengt, velgradert Gk eller Fk i sorteringene 0/16 til 0/32.
- Velgradert bærelag, minimum 15 cm tykkelse, bestående av samfengt, velgradert Gk eller Fk i sorteringene 0/22 eller 0/32.

Vegfundament i tykkelse 40 cm eller mer, bør splittes i et bærelag og et forsterkningslag. Bærelaget bør da ha en tykkelse på min. 15 cm og bestå av samfengt, velgradert Gk eller Fk i sorteringene 0/22 eller 0/32.

Filterkriteriene mellom lagene bør være oppfylt.

På bløt undergrunn bør en ta hensyn til anleggsfasen, som vist i Tabell 5728.1. Ved vegbygging på myr (bæreevnegruppe 7) skal det tas spesielle miljøhensyn, se håndbok V221 [2].

Tabell 5728.1 Dimensjonering av grusveg, lagtykkelser i cm

DIMENSJONERINGSTABELL FOR VEGOVERBYGNING MED GRUSDEKKE (lagtykkelser i cm)		
VEGDEKKE		Lagtykkelse
Grusdekke, se kapittel 6		5
Fuktmagasinerende lag ved behov		7 ¹⁾
VEGFUNDAMENT (bærelag og ev. forsterkningslag) PÅ		
Materialtype i grunnen:	Bæreevnegruppe	Tykkelse
Bergskjæring, steinfylling, T1	1	10
Grus $C_u \geq 15$, T1	2	10
Grus $C_u < 15$, T1 Sand $C_u \geq 15$, T1 Bergskjæring, steinfylling, T2	3	20
Sand $C_u < 15$, T1 Grus, sand, morene, T2	4	30
Grus, sand, morene, T3	5	40
Silt, leire, T4, $c_u \geq 50$ kPa	6	50
Silt, leire, T4, $37,5 \leq c_u < 50$ kPa	6	50+10 ²⁾
Silt, leire, T4, $25 \leq c_u < 37,5$ kPa	6	50+30 ²⁾
Silt, leire, T4, $c_u < 25$ kPa	6	50+60 ²⁾

1) Kun dersom bærelag/forsterkningslag består av materialer med $D > 31,5$ mm.

2) Tall med pluss foran angir økning av forsterkningslagstykkelsen knyttet til anleggstekniske forhold.

59 Forsterkning av veg

590 Generelt

590.1 Innledning

Med forsterkning menes tiltak som tar sikte på å forbedre en vegs bæreevne og funksjon. Målet er å oppnå en ensartet tilstandsutvikling for vegdekket. I praksis vil også en rekke andre tiltak som ikke direkte er rettet mot økning av bæreevnen, gå under betegnelsen forsterkning. Det gjelder f.eks. bedring av dekketilstanden, kantforsterkning, fjerne/reducere telehiv osv.

Forsterkning er aktuelt når dekkelevetiden er unormalt lav i forhold til det som anses som en akseptabel dekkelevetid for den aktuelle dekketype og trafikkbelastning. Forsterkning er også aktuelt når tillatt aksellast skal økes.

Et forsterkningsarbeid kan bli utløst av andre behov enn det rent forsterkningsmessige, som f.eks.:

- behov for geometrisk oppretting (tverrfall, lengdeprofil)
- overgang fra grusdekke til fast dekke
- breddeutvidelse, f.eks. for etablering av midtrekkverk
- kantforsterkning

590.2 Kvalitetssikring

Det gjelder samme kvalitetskrav ved forsterkningsarbeid som ved nyanlegg.

Kontroll av utførelse skal foretas og rapporteres fortløpende i samsvar med kontrollplaner. Avvik fra planer/forutsetninger rapporteres. Ferdig utført forsterkning skal dokumenteres ved måling av:

- oppnådd bæreevne
- spor, jevnhet, tverrfall
- bredde

samt beskrivelse av utført forsterkning (materialer, tykkelser, grunnlagsdata).

591 Planlegging av forsterkningstiltak

For det enkelte prosjekt bør det foretas en vurdering av hvilket mål som skal settes for forsterkningsarbeidet. For lengre strekninger (over ca. 1000 m) vil det være rimelig å ta sikte på en forsterkning som om det er en nybygd veg. For kortere strekninger bør det vurderes om målet skal begrenses til å oppnå en tilstandsutvikling som harmonerer med tilstøtende veg.

I et forsterkningsarbeid skal normalt 10 tonn aksellast og 20 års dimensjoneringsperiode legges til grunn.

591.1 Trinn i planleggingen

Ved de fleste forsterkningsarbeider vil planlegging av tiltaket bestå av følgende trinn:

1. Fastsette dimensjonerende påkjenninger: ÅDT, andel tungtrafikk, årlig trafikkvekst, frostmengde, nedbørsforhold, etc.
2. Samle inn grunnlagsdata fra NVDB og feltundersøkelser, se kapittel 592.
3. Klarlegge hvilke forhold som har redusert vegens funksjonsegenskaper og årsakene til at dette ikke er tilfredsstillende.

4. Vurdere alternative forsterkningstiltak ut fra skader og skadeårsaker, samt øvrige rammebetingelser som f.eks. behov for endringer i veggeometrien, behov for grunnerverv o.l.
5. Planlegge og dimensjonere forsterkningstiltak basert på vurderingene over. Finne forsterkningsbehov uttrykt ved F_{diff} for hver delstrekning ut fra levetidsfaktor og ut fra kunnskap om oppbygging og indeksverdier.

De forskjellige trinnene i planleggingen av forsterkningsarbeider kan variere avhengig av hva problemene omfatter og hva som er årsakene til de skader som har oppstått. Behovene kan grovt sett deles inn i følgende hovedtyper:

- Forsterkning for å øke funksjonell dekkelevetid når levetidsfaktoren er for liten i forhold til normert dekkelevetid, se kapittel 594.
- Dersom tillatt aksellast skal økes, uansett om årsaken er vegoverbygning eller bruer, må man vurdere behovet for forsterkning av vegoverbygningen.
- Bredeutvidelse og kantforsterkning hvor kantskader skyldes smal veg, smale vegskuldre og/eller ustabile vegskråninger.
- Tiltak for å redusere ujevnt telehiv. Som regel lokale utbedringer ved gamle stikkrenner, strekninger hvor det er store variasjoner i materialene i grunnen med hensyn til telefarlighet eller hvor vanninnhold i materialene i grunnen varierer.
- Legging av fast dekke på grusveg vil så godt som alltid kreve en forsterkning.

De grunnlagsdata som er nødvendige for å klarlegge årsaker til skadene og dimensjonere forsterkningstiltakene, vil ikke være de samme for alle hovedtypene av skader som er vist ovenfor.

Oppgradering av vegens dreneringssystem er svært ofte en nødvendig del av forsterkningsarbeidet. Når veger med dårlig drenering får etablert effektive grøfter og stikkrenner vil det som regel medføre visse setninger. Det er derfor en generell regel at drenstiltak skal utføres minimum ett år før øvrige forsterkningstiltak.

592 Grunnlagsdata

Normalt vil et forsterkningsbehov komme til syne gjennom planlegging av dekkevedlikeholdet. Resultatene i PMS (Statens vegvesens planleggingssystem for vegdekkevedlikehold) vil dermed bli en viktig del av grunnlaget når forsterkningstiltak skal vurderes. I tillegg kan man også utnytte vegbilder og andre kilder som støtte i vurderingene.

For å få et godt resultat er det viktig at planleggingen er basert på mest mulig fullstendige data for den vegstrekningen som skal forsterkes. Dette gjelder både opplysninger om eksisterende vegoverbygning (geometri, lagtykkelser, materialegenskaper, tilstand og dekkelevetid), dreneringssystem, grunnforhold, hydrologiske forhold og fremtidige påkjenninger (klima, trafikklaster etc.)

Nasjonal vegdatabank, NVDB, er en viktig kilde til informasjon om trafikken, vegens oppbygning, drenering og tilstand. I den grad NVDB mangler informasjon eller man er usikker på datakvaliteten, er det behov for ytterligere målinger og analyser. En grundig befaring i samarbeid med driftsansvarlig og driftsoperatør, samt ev. berørte naboer for å få oppdatert informasjon om dreneringsforholdene, overvannshåndteringen og ev. skader på vegdekket og omgivelsene er alltid en viktig del av forarbeidene.

592.1 Data fra NVDB, PMS2010 og ViaPPS

Følgende dataregistre er aktuelle å undersøke ved forsterkningsplanlegging:

NVDB (Nasjonal vegdatabank):

- Trafikkbelastninger
- Spormålinger
- Jevnhetsmålinger
- Nedbøyningsmålinger
- Oppgravingsdata
- Vegbredde
- Vegens tverrprofil, tverrfall
- Ujevnt telehiv
- Drenering og overvannssystem

PMS 2010 (Statens vegvesens planleggingssystem for vegdekkevedlikehold):

- Tilstandsutvikling
- Tilstand, lengdeprofil
- Historiske dekkelag

ViaPPS (Viatech Pavement Profile system):

- Registrerte sprekker
- Bilder (ViaPhoto)
- Drenering og overvannssystem
- Vegbredde
- Vegens tverrprofil, tverrfall

592.2 Fremskaffelse av nye data og informasjon

Følgende målinger og registreringer er aktuelle som supplement til eksisterende data (i prioritert rekkefølge):

- Befaring og skadkartlegging
- Kontakt med lokalkjente personer
- Nedbøyningsmålinger
- Georadarmålinger
- Oppgraving
- DCP-målinger

En integrert analyse av alle data vil kunne gi et godt bilde på skadeårsaker.

593 Bestemme forsterkningstiltak

Valg av tiltak kan baseres på en vurdering av mange forskjellige forhold. Listen nedenfor beskriver noen av de spørsmål man bør ta stilling til ved vurdering av de aktuelle tiltak. Det endelige valg blir normalt tatt ut fra en vurdering av kostnader og forventet levetid.

- Hva er årsaken til at man har et forsterkningsbehov?
- I hvor stor grad er dårlig drenering en medvirkende årsak til kort dekkelevetid?
- Hvor bred er eksisterende veg i forhold til den bredden man ønsker eller anser er nødvendig?
- Skal vegen etter forsterkning ha den samme linjeføring som før forsterkningen, eller bør man kombinere forsterkningen med en utbedring av vegens geometri?
- Kan forsterkningstiltak gjennomføres uten grunnerverv?
- Er det høydebegrensinger under bruene e.l., som begrenser valg av tiltak?

- Hva finnes av tilgjengelige materialer til forsterkning i vegens nærhet, pris og kvalitet tatt i betraktning?
- Kan materialet i vegoverbygningen utnyttes bedre, f.eks. ved dypstabilisering?

593.1 Inndeling i delstrekninger

Det vil for en vegstrekning ofte være aktuelt med differensierte tiltak for å kunne fange opp de forskjellige behov med hensyn på en optimal forsterkning. Lengden på delstrekninger må vurderes opp mot hva som praktisk sett er hensiktsmessig for gjennomføring av forsterkningsprosjektet.

Inndeling i delstrekninger med ensartede forsterkningstiltak vil bestå av to hovedelementer.

1. Bestemme de lokale partier hvor det skal utføres spesielle utbedringstiltak på grunn av utglidninger, ujevnt telehiv o.l.
2. Vurdering av det generelle behov for forsterkning ut fra kort dekkelevetid og ønsket om å differensiere tiltakene slik at vegen får en mest mulig ensartet tilstandsutvikling etter forsterkning.

Denne inndeling baseres i hovedsak på følgende forhold:

- Skadekartlegging
- Variasjoner i beregnet dekkelevetid ut fra årlig økning i spordybde
- Tilgjengelig informasjon om vegoverbygningen og materialene i grunnen
- Variasjoner i beregnet bæreevne basert på fallodsmålinger
- Praktisk inndeling ut fra aktuelle tiltak

Ved større forsterkningsprosjekter kan det være fordelaktig å vurdere en inndeling i delstrekninger i to trinn. Første trinn kan baseres på den informasjon som er lett tilgjengelig og relativt komplett for hele prosjektet. Dette består normalt av det første kulepunktet i opplistingen over. Denne inndelingen i delstrekninger bør også være en viktig del av grunnlaget for å vurdere om eksisterende oppgravingsdata og nedbøyningsdata er tilstrekkelig for en dimensjonering av forsterkningstiltak, eller om det er behov for å gjennomføre nye målinger og prøvetakinger.

Når resultatene fra de nye målingene foreligger, må man revurdere inndelingen i delstrekninger ut fra alle dataene som er listet opp ovenfor.

Differensiering av utbedringstiltak for grøfter, lukket drenering og stikkrenner baseres på spesielle vurderinger av dreneringen og overvannshåndteringen langs vegen.

594 Dimensjonering av forsterkningstiltak

594.1 Definisjoner

Funksjonell dekkelevetid

Funksjonell dekkelevetid er den dekkelevetid man registrerer fra dekket er nylagt og fram til utløsende vedlikeholdsstandard [8] er nådd. Funksjonell dekkelevetid kan fastlegges ut fra de årlige tilstandsregistreringer for spor og jevnhet. Historikk for dekkefornyelser og andre vedlikeholdstiltak kan også være til hjelp for å anslå funksjonell dekkelevetid. Dette er spesielt aktuelt for lavtrafikkert veg hvor spor- og jevnhetsdata alene sjelden gir et entydig svar på funksjonell dekkelevetid.

Kort dekkelevetid er et tegn på at noe ved vegkonstruksjonen er feil, men ikke nødvendigvis at det er behov for forsterkning. Det kan skyldes mangler i utførelsen ved selve dekket, svake kanter eller det kan være spesielle forhold knyttet til telehiv eller teleskader som ikke tilsier forsterkningsbehov, men utbedring på annen måte, for eksempel frostsikring. Slike forhold bør avdekkes før det konkluderes med at det er et forsterkningsbehov.

Normert dekkelevetid

Normert dekkelevetid er den dekkelevetid man bør forvente på en veg som er dimensjonert riktig og under normale klima- og belastningsforhold. Tabell 594.1 angir verdier for normert dekkelevetid som kan benyttes, avhengig av dekketype og ÅDT.

Tabell 594.1 Normerte dekkelevetider (år) for ulike dekketyper og ÅDT

NORMERTE DEKKELEVETIDER ¹⁾ FOR ULIKE DEKKETYPER (år)							
Dekketype	ÅDT						
	≤300	301-1500	1501-3000	3001-5000	5001-10 000	10 001-20 000	>20 000
Ska				13	8	5	4
Ab			15	12	7	5	4
Agb		15	14	11			
Ma, Egt	16	13	12				
Eo	14	12					

¹⁾ Normale utslag i dekkelevetiden vil være ± 2 år, avhengig av klima og andre lokale forhold.

Lokale forhold og erfaringer med dekkelevetid kan tilsi at andre dekkelevetider enn de oppgitte benyttes som normert dekkelevetid, men bruk av dekkelevetider vesentlig utenfor de oppgitte verdier skal begrunnes spesielt.

For avvikende forutsetninger kan gode anslag for dekkelevetiden gis på følgende måter:

- ved bruk av bindemiddel med PMB: dekkelevetiden økes med 15 %
- ved særlig høy og/eller kanalisert trafikk: dekkelevetiden reduseres med inntil 20 – 30 %
- i områder med spesielt mye eller spesielt lite nedbør: dekkelevetiden endres med inntil ± 20 %
- i områder med spesielt lange perioder med frost: dekkelevetiden endres med inntil + 20 %

Levetidsfaktor

Et eventuelt forsterkningsbehov bør fastlegges med utgangspunkt i at den registrerte dekkelevetiden er unormalt kort. Vegdekkets levetidsfaktor (f) er et uttrykk for dette.

$$f = \frac{\text{funksjonell (opptredende) dekkelevetid}}{\text{normert (forventet) dekkelevetid}}$$

En unormalt kort dekkelevetid (lav levetidsfaktor) gjenspeiler en svakhet i konstruksjonen. Dimensjoneringen kan generelt være for dårlig i forhold til trafikkbelastningen, eller det kan være materialkvaliteter som ikke oppfyller kravene. Det kan være svakheter i vegkonstruksjonen som innebærer at det ikke vil være tilstrekkelig bare å legge nytt dekke, selv om forsterkningsbehovet vurdert ut fra levetidsfaktoren tilsier kun et dekke.

Forsterkningsbehov, F_{diff}

F_{diff} = behov for forsterkning (lagtykkelse i cm × lastfordelingskoeffisient)

594.2 Forsterkningsbehov ved levetidsfaktor over 0,7

For vegdekker med levetidsfaktor over 0,7, vil den nødvendige styrkeforbedring normalt sikres gjennom den ordinære dekkefornyelse. Ut fra skadeforhold mv, kan det imidlertid ofte være aktuelt med andre tiltak, som omfatter lag under vegdekket.

For vegdekker med levetidsfaktor ned mot 0,7 vil det normalt være en fordel å velge dekker som også bidrar styrkemessig, dvs. dekker med en viss tykkelse og lastfordelende evne. Overflatebehandling eller remix-tiltak anbefales ikke i slike tilfeller.

594.3 Forsterkningsbehov ved levetidsfaktor 0,7 – 0,5

For vegdekker med levetidsfaktor mellom 0,7 og 0,5 og i tilfeller hvor levetidsfaktoren er vanskelig å definere bør forsterkningsbehovet bestemmes ut fra kunnskap om eksisterende vegoverbygning fra oppgraving, vurdering av opprettede skader, georadarmålinger og nedbøyningsmålinger. DCP-sonderinger kan også i enkelte tilfeller gi nyttig tilleggsinformasjon om vegens oppbygging. Det er viktig at undersøkelsene avdekker eventuelle fundamentale svakheter i konstruksjonen og at disse blir utbedret som en del av forsterkningsarbeidet.

Vegens indeksverdier

Indeksverdiene for eksisterende veg baseres på dataene fra oppgravingspunkter. Det kreves minimum en prøve per delstrekning. For data som er hentet fra NVDB må det tas hensyn til at disse som regel er av eldre dato, og at de må korrigeres for endringer som har funnet sted etter oppgravingspunktet. Historiske dekkelag i PMS vil være til hjelp i denne vurderingen.

For hvert lagskille i oppgravingspunktet beregnes indeksverdien som summen av ekvivalente lagtykkelser for alle lagene over lagskillet. Dette er vist ved hjelp av uttrykket nedenfor.

$$I_{i,n} = \sum_{j=1}^n a_{i,j} * h_{i,j}$$

hvor $I_{i,n}$ = indeksverdien for lagene over lag $n+1$ i oppgravingspunkt i
 $a_{i,j}$ = lastfordelingskoeffisienten til materialet i lag j i oppgravingspunkt i
 $h_{i,j}$ = tykkelsen til materialet i lag j i oppgravingspunkt i

Lastfordelingskoeffisientene i likningen over hentes fra vedlegg 2 basert på materialbeskrivelsen for de forskjellige lagene.

Indekskrav

Kravene til indeksverdier etter forsterkning er gitt i tabell 594.2. Disse indekskravene er i størrelsesorden 80 % av indekskravene til ny veg.

Tabell 594.2 Krav til indeksverdier etter forsterkning

KRAV TIL INDEKSVERDIER ETTER FORSTERKNING								
		TRAFIKKGRUPPE (Antall ekvivalente 10 t aksler pr. felt i dimensjoneringsperioden, N, mill.)						
Over materialer i overbygningen eller i grunnen	Bæreevne-gruppe	A1 (< 0,2)	A2 (0,2 - 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)	E (3,5 - 10)	F (> 10)
Materialer med lastfordelingskoeffisient $a \leq 1,35$		18 ¹⁾	18 ¹⁾	18 ¹⁾	29	31	50	52
Grus $C_u \geq 15$, T1 Knust berg, $C_u \geq 15$, T1	1, 2	35	47	52	56	59	66	68
Grus $C_u < 15$, T1 Sand $C_u \geq 15$, T1 Knust berg, T2	3	35	47	52	56	67	82	84
Sand $C_u < 15$, T1 Grus, sand, morene, T2	4	47	55	60	72	83	98	108
Grus, sand, morene, T3	5	56	63	76	88	91	106	116
Silt, leire, T4	6	64	71	84	88	100	114	124

¹⁾ Dersom dekket består av Agb eller stivere dekketype

Kravene i tabell 594.2 gjelder for materialene i grunnen og for granulære lag i vegoverbygningen. For hvert lagskille i oppgravingspunktene får man et krav til indeksverdier ut fra tabellen. Opptredende indeksverdi for lagene over det aktuelle lagskillet beregnes. Differansen mellom krav til indeksverdi og opptredende indeksverdi angis som F_{diff} for lagskillet. Dimensjonerende F_{diff} for et oppgravingspunkt bestemmes av det lagskillet som gir størst F_{diff} for det aktuelle oppgravingspunkt.

For trafikkgruppe A1 - B er det ikke spesielle krav til indeksverdiene til vegdekke og stabilisert bærelag dersom dekket består av mykasfalt eller andre tilsvarende fleksible masser. For trafikkgruppe C-F bør det stabiliserte bærelaget bestå av varm verksbladet asfalt som Ag eller Ap.

Et forsterkningsprosjekt vil normalt inneholde relativt få oppgravingspunkter og dermed få punkter hvor man har beregnet dimensjonerende F_{diff} . En totalvurdering av forsterkningsbehovet på strekningen må baseres på supplerende opplysninger som gir et mer detaljert bilde enn man får av noen få oppgravingspunkter. Georadar- og nedbøyningsmålinger vil her kunne gi nyttige bidrag.

594.4 Forsterkningsbehov ved levetidsfaktor under 0,5

En levetidsfaktor under 0,5 indikerer at vegkonstruksjonen har fundamentale mangler. Normalt vil en finne at konstruksjonen er underdimensjonert mht. lagtykkelser, eller materialkvaliteten i ett eller flere av lagene er for dårlig. Hvor problemet ligger skal klarlegges gjennom en vurdering av opptredende skader, oppgravingsprøver, georadar- og nedbøyningsmålinger. Undersøkelsene vil bidra til en riktigere fastsettelse av forsterkningsbehovet og en bedre forståelse av årsaker til den lave dekkelevetiden. Med mindre man finner helt spesielle årsaker til problemene, bør forsterkningen av vegkonstruksjonen dimensjoneres med utgangspunkt i kravene til ny veg.

594.5 Forsterkningsbehov ved økning av tillatt aksellast

Ved forsterkning knyttet til økning av tillatt aksellast, vil forsterkningsbehovet avhenge både av den ønskede økning i tillatt aksellast og vegdekkets tilstandsutvikling (funksjonell dekkelevetid).

Vegdekker med levetidsfaktor over 1,2

På en strekning der tillatt aksellast skal settes opp, ofte fra 8 til 10 tonn, vil det normalt være partier som skiller seg ut ved at dekkelevetiden er vesentlig høyere enn den normerte etter tabell 594.1. (levetidsfaktor over 1,2). Forsterkning er ikke nødvendig på slike partier.

Vegdekker med levetidsfaktor 0,5 til 1,2

Forsterkningsbehovet, uttrykt ved F_{diff} , er vist i tabell 594.3 for økning av tillatt aksellast fra 8 til 10 tonn.

Tabell 594.3 Forsterkningsbehov (F_{diff}) ved økning av tillatt aksellast fra 8 tonn til 10 tonn

FORSTERKNINGSBEHOV VED ØKNING AV TILLATT AKSELLAST (indeksverdi, F_{diff})					
Forsterkning	Levetidsfaktor	Trafikkgruppe (N, mill.)			
		A (< 0,5)	B (0,5 - 1)	C (1 - 2)	D (2 - 3,5)
Fra 8 til 10 tonn	$f > 0,8$	12	13	14	16
	$f = 0,8$	18	19	21	24
	$f = 0,7$	21	22	24	27
	$f = 0,6$	24	26	28	31
	$f = 0,5$	27	30	32	35

594.6 Forsterkningsbehov ved oppgradering fra grusveg til veg med fast dekke

Ved oppgradering fra grusveg til veg med fast dekke bør forsterkningsbehovet ta utgangspunkt i tillatt aksellast på eksisterende veg med et tillegg i indeksverdi på 20, med mindre oppgravingsprøver tilsier et mindre forsterkningsbehov. Ved åpenbar underdimensjonering skal dimensjoneringen foretas ut fra oppgravingsprøver.

Referanser i kapittel 5

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra
<http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

1. Statens vegvesen: Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220. Vegdirektoratet, Oslo 2014.
2. Statens vegvesen: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Håndbok V221. Vegdirektoratet, Oslo 2014.
3. Statens vegvesen: Laboratorieundersøkelser. Håndbok R210. Vegdirektoratet, Oslo 2014.
4. Statens vegvesen: Feltundersøkelser. Håndbok R211. Vegdirektoratet, Oslo 2014.
5. Standard Norge: Betongheller – Krav og prøvingsmetoder. NS-EN 1339.
6. Statens vegvesen: Tunnelveiledning. Håndbok V520. Vegdirektoratet, Oslo 2016.
7. Statens vegvesen: Vegtunneler. Håndbok N500. Vegdirektoratet, Oslo 2016.
8. Statens vegvesen: Standard for drift og vedlikehold av riksveger. Håndbok R610. Vegdirektoratet, Oslo 2014.

Kapittel 6

Materialer og utførelse

INNHold

60 GENERELT.....	183
601 KRAV TIL MATERIALER.....	183
602 KRAV TIL UTFØRELSE	183
602.1 Kvalitets sikring	183
602.11 Kvalitetsplan.....	183
602.12 Geometrisk kontroll	184
602.2 Komprimering av mekanisk stabiliserte lag	185
602.21 Utførelse av komprimering.....	185
602.22 Utarbeidelse av komprimeringsplan.....	187
602.23 Krav til utført komprimering	188
602.24 Krav til komprimering av forkilt pukk (Fp) og penetrert pukk (Pp)	189
61 SEPARASJONSLAG OG FILTERLAG	190
610 FILTERKRITERIER	190
611 FIBERDUK.....	190
611.0 Generelle krav.....	190
611.1 Fiberduk med hovedsakelig separasjonsfunksjon	190
611.11 Generelt	190
611.12 Materialkrav	190
611.2 Fiberduk med hovedsakelig filterfunksjon.....	191
611.21 Generelle spesifikasjonskrav.....	191
611.22 Spesifikasjonsprofiler	191
612 SAND OG GRUS.....	193
612.1 Materialkrav.....	193
612.2 Tilleggskrav til filteregenskaper	193
613 UTFØRELSE.....	193
613.1 Fiberduk.....	193
613.2 Sand og grus.....	193
62 FROSTSIKRINGSLAG	194
620 GENERELT	194
621 FROSTSIKRINGSLAG AV SAND, GRUS ELLER KNUST BERG	194
621.1 Krav til materialer.....	194
621.2 Utførelse	195
622 ISOLASJONSMATERIALER	195
622.1 Isingsfare	195
622.2 Plater av ekstrudert polystyren (XPS).....	195
622.21 Materialkvaliteter, isolasjonsplater	195
622.22 Materialer i kontakt med isolasjonsplater	195
622.23 Utførelse	195
622.3 Lettklinker.....	196

622.31	Materialkvalitet.....	196
622.32	Utførelse	196
622.4	<i>Skumglass</i>	196
622.41	Materialkvalitet.....	196
622.42	Utførelse	197
63	FORSTERKNINGSLAG.....	198
630	GENERELT	198
631	MATERIALTYPER OG KRAV	198
631.1	<i>Tillatte materialer</i>	198
631.2	<i>Forkiling av forsterkningslag</i>	202
64	BÆRELAG	203
641	BÆRELAG AV MEKANISK STABILISERTE MATERIALER	203
641.1	<i>Knust grus (Gk), knust berg (Fk) og knust betong (Gjb)</i>	203
641.11	Krav til materialene.....	203
641.12	Utførelse	206
641.2	<i>Forkilt pukk (Fp)</i>	206
641.20	Generelt	206
641.21	Krav til mekaniske egenskaper.....	206
641.22	Krav til korngradering	207
641.23	Utførelse	207
642	RESIRKULERT ASFALT I BÆRELAG.....	207
642.0	<i>Generelle krav</i>	207
642.1	<i>Knust asfalt (Ak)</i>	208
642.11	Krav til materialet	208
642.12	Utførelse	208
642.2	<i>Gjenbruksasfalt (Gja)</i>	208
642.21	Krav til materialet	208
642.22	Varm og kald gjenvinning i blandeverk.....	208
642.23	Varm og kald gjenvinning på veg	209
642.24	Utførelse	209
643	BITUMINØSE BÆRELAG	209
643.0	<i>Generelt</i>	209
643.1	<i>Asfaltert grus (Ag)</i>	209
643.11	Materialkrav og proporsjonering	209
643.12	Produksjon og utlegging	210
643.2	<i>Asfaltert pukk (Ap)</i>	210
643.21	Materialkrav og proporsjonering	210
643.22	Produksjon og utlegging	210
643.3	<i>Penetrert pukk (Pp)</i>	211
643.31	Krav til materialer	211
643.32	Utførelse	211
643.4	<i>Emulsjonsgrus (Eg)</i>	212
643.41	Krav til materialer og sammensetning	212
643.42	Utførelse	212
643.5	<i>Skumgrus (Sg)</i>	212
643.51	Krav til materialer og sammensetning	212
643.52	Utførelse	213
643.6	<i>Bitumenstabilisert grus (Bsg) og Bitumenanrikt grus (Bag)</i>	213
643.60	Generelt	213
643.61	Krav til sammensetning.....	213
644	DRENSBETONG (DB) TIL BÆRELAG FOR STEINDEKKER	213
644.0	<i>Generelt</i>	213

644.1	Krav til materialet og kontrollomfang.....	213
644.11	Krav til materialet	213
644.12	Krav til ferdig utlagt lag.....	214
644.2	Produksjon og utførelse.....	214
644.3	Etterbehandling.....	214
644.4	Kontroll.....	214
65	ASFALT.....	215
650	PRODUKSJON OG UTFØRELSE AV VERKSBLANDET ASFALT.....	215
650.1	Dokumentasjon av asfaltmassens ytelse.....	215
650.2	Vedheftning mellom steinmaterialer og bindemiddel.....	215
650.3	Produksjon av asfalt	215
650.4	Transport av asfalt	216
650.5	Klebing mellom asfaltlag	216
650.6	Utlegging av asfalt	216
650.7	Skjøter.....	216
650.8	Komprimering.....	216
650.9	Krav til asfaltdekket.....	217
650.91	Geometriske krav	217
650.92	Friksjon.....	217
651	DELMATERIALER I ASFALT	218
651.0	Generelt	218
651.1	Bituminøse bindemidler.....	218
651.11	Vegbitumen og polymermodifisert bitumen (PMB)	218
651.12	Bituminøse emulsjoner	220
651.2	Steinmaterialer.....	223
651.20	Generelt	223
651.21	Mekaniske egenskaper	223
651.22	Krav til materialer ≤ 4,0 mm	226
651.23	Humusinnhold.....	226
651.24	Fremmedfiller	226
651.3	Resirkulert asfalt.....	226
651.4	Tilsetningsstoffer	227
651.41	Generelt	227
651.42	Vedheftningsmidler	227
651.43	Fiber	227
652	ASFALTMASSER	227
652.1	Asfaltgrusbetong (Agb)	227
652.2	Asfaltbetong (Ab)	228
652.3	Skjelettasfalt (Ska).....	228
652.4	Mykasfalt (Ma).....	229
652.5	Støpeasfalt (Sta).....	230
652.6	Drensasfalt (Da).....	230
652.7	Emulsjonsgrus, tett (Egt)	231
652.8	Asfaltskumgrus (Asg).....	231
653	SPESIELLE ANVENDELSER	232
653.1	Asfaltert finpukk (Af)	232
653.2	Topeka (Top 4S).....	232
653.3	Overflatebehandling.....	233
653.31	Overflatebehandling med pukk, enkel (Eo) og dobbel (Do).....	233
653.32	Overflatebehandling med grus, enkel (Eog) og dobbel (Dog).....	234
66	GRUSDEKKER.....	235

660 GENERELT	235
661 MATERIALKRAV	235
662 UTLEGGING OG KOMPRIMERING.....	236
67 DEKKER AV BELEGNINGSSTEIN, GATESTEIN, HELLER AV BETONG OG PLATER AV NATURSTEIN	237
671 GENERELT	237
672 SETTELAG	237
672.1 <i>Settelag av mekanisk stabiliserte materialer</i>	237
672.2 <i>Settelag av betongmørtel</i>	238
673 KRAV TIL BELEGNINGSSTEIN OG HELLER.....	238
673.1 <i>Belegningsstein</i>	238
673.2 <i>Heller av betong</i>	239
674 KRAV TIL GATESTEIN OG PLATER AV NATURSTEIN	239
674.1 <i>Gatestein</i>	239
674.2 <i>Plater av naturstein</i>	240
675 FUGING OG ETTERVIBRERING	241
675.1 <i>Fuger av løsmasser</i>	241
675.2 <i>Faste fuger</i>	241
676 KRAV TIL UTFØRT DEKKEARBEID.....	242
REFERANSER I KAPITTEL 6.....	243

60 Generelt

Dette kapittel omfatter krav til materialer i vegens overbygning og krav til utførelse ved innbygging. Overbygningen inkluderer frostsikringslag, separasjons- og filterlag, forsterkningslag, bærelag og dekke. Hvilke materialer som kan brukes i de forskjellige lag, er beskrevet i kapittel 5.

Materialene i overbygningen skal ha en slik kvalitet og lagtykkelse at det ikke oppstår uakseptable deformasjoner, sprekker eller andre skader i vegdekket i løpet av vegens dimensjoneringsperiode. Entreprenørens kontrollomfang skal være så stort at kvaliteten blir dokumentert på en tilfredsstillende måte.

Dersom annet ikke er nevnt, er trafikknivåene (ÅDT) i kapittel 6 relatert til dagens trafikk på eksisterende veg, ev. åpningsåret for nyanlegg.

601 Krav til materialer

For alle materialer i vegoverbygningen er det satt kvalitetskrav. For de fleste steinmaterialer er det satt krav til de mekaniske egenskaper som Los-Angeles-verdi, Micro-Deval-koeffisient, kulemølleverdi og krav til materialets flisighetsindeks og andelen knuste korn. Kravene bygger på en klassifisering som er gitt i standardene NS-EN 13242: Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging [4] og NS-EN-13043: Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veier, flyplasser og andre trafikkarealer [5]. Disse kravene gjelder for levert materiale, og leverandørens dokumentasjon kan inngå som en del av entreprenørens dokumentasjon. Dersom entreprenøren har en egen produksjon av steinmaterialer på stedet og kravet om CE-merking ikke gjelder, skal dette reflekteres i entreprenørens kvalitetsplan.

For de fleste steinmaterialer gjelder alle krav til kornstørrelse og kornfordeling for materialene ferdig utlagt og komprimert. Det er for hvert enkelt tilfelle angitt hvilke krav som gjelder for levert materiale og hvilke som gjelder for utlagt og komprimert materiale.

Steinmaterialer skal tilfredsstillende krav til mekanisk styrke, kornform, kornfordeling, renhet og innhold av humus som gitt i tabeller og figurer for materialkrav.

Asfaltmaterialer skal tilfredsstillende krav til de enkelte bestanddeler, samt krav til sammensetning som gitt i kapittel 64 og 65.

602 Krav til utførelse

602.1 Kvalitetssikring

602.11 Kvalitetsplan

Entreprenøren skal for alle arbeider utarbeide en detaljert kvalitetsplan. Kvalitetsplanen skal være forelagt byggherren før arbeidene påbegynnes.

Følgende elementer skal vurderes spesielt:

Tilpasning til produksjonsplanleggingen

For å oppnå kvalitetskravene skal følgende forhold i produksjonsplanleggingen tillegges stor vekt:

- materialvalg
- tidspunkt for utførelse
- utstyr tilpasset materialer og årstid

Tilsyn

Overbygningsarbeidene skal ha kontinuerlig tilsyn, slik at avvik eller mistanke om avvik umiddelbart blir kontrollert og rettet opp. Alle lag i overbygningen skal være kontrollert og godkjent før neste lag legges ut.

Materialkvalitet

Leverandører av tilslag til forsterkningslag og mekanisk stabiliserte bærelag som faller inn under omfanget til NS-EN 13242 [4] skal utarbeide og levere samsvarsattestering i henhold til standarden. Det skal også utarbeides og leveres uttelseserklæring for alle tilslag til asfaltmasser.

Avvikshåndtering

Kvalitetsplanen skal inneholde beskrivelse av tiltak for å unngå kvalitetsavvik, samt tiltak for å korrigere avvik og tiltak for å forhindre at gjentatte avvik skjer.

Planlegging av utførelse

Utlekking og komprimering av de forskjellige lag i vegoverbygningen skal planlegges slik at man oppnår gode funksjonsegenskaper og en best mulig utnyttelse av materialenes lastfordelende evne, og slik at de best mulig tåler de klimatiske og mekaniske påkjenninger materialene utsettes for i løpet av vegoverbygningens levetid. Planleggingen skal bl.a. legge vekt på at all materialhåndtering foregår slik at man unngår kvalitetsreduksjon av de granulære materialer på grunn av separasjoner og nedknusning av materialene.

Framdriftsplanene for arbeidene skal gi rom for tilstrekkelig tid til kontroll, analyse, vurdering og godkjenning av de utførte arbeider. Dette inkluderer bl.a. tid til målinger og godkjenning av komprimeringen av de enkelte lag før neste lag legges ut.

Alle asfaltarbeider skal planlegges slik at de kan utføres under forhold og en tid på året som sikrer asfaltens kvalitet. Dersom forholdene til andre arbeider medfører risiko for at asfaltarbeider kommer til utførelse under ugunstige forhold med hensyn på nedbør eller temperatur, skal det iverksettes spesielle tiltak som minimaliserer risiko for kvalitetsreduksjon. Dette inkluderer bl.a. tiltak ved lagring av råvarer, asfaltproduksjon, transport, utlegging og komprimering, samt en intensivt kontroll av arbeidene.

602.12 Geometrisk kontroll

For kontroll av høyde skal minste antall punkter i tverrprofilen være 3 (1 prøve = 1 profil, dvs. minst 3 målepunkter). Kontrollomfanget for geometrisk kontroll og jevnhet er for alle lag i overbygningen:

- 1 profil for hver 20. meter for veger og gater.
- 1 profil for hver 40. meter for g/s-veger.

Innmålte punkter i profilen skal registreres med tverrprofilnummer og x-, y og z-koordinater samt lag i overbygningen og dokumenteres mot tilsvarende prosjekterte punkter. Differansen mellom det målte og prosjekterte skal framkomme og avvik synliggjøres. Avvik fra det prosjekterte skal ikke være større enn grenseverdiene i tabell 602.1.

For forsterkningslag gjelder toleransene også før eventuell forkiling.

Tabell 602.1 Toleranser i mm for geometriske krav (høyde og bredde) og jevnhet pr. 500 m tofelts veg, eventuelt 1000 m enfelts veg

Toleranse for		Veger og gater		G/S-veger	
		Enkeltverdi	Middelverdi	Enkeltverdi	Middelverdi
Traubunn/planum på løsmasse ¹⁾	maks.	+ 40	+ 20	+ 60	+ 30
	min.	- 40	- 30	- 60	- 50
Traubunn/planum på steinfylling/bergskjæring ¹⁾	maks	+ 100	+ 30	+ 100	+ 30
	min	- 100	- 30	-100	- 50
Frostsikringslag ²⁾	maks	+ 30	+ 10	+ 50	+ 25
	min.	- 30	- 10	- 50	- 25
Isolasjonslag, av skumglass/lettklinker	maks.	+ 30	+ 10	+ 50	+ 25
	min.	- 30	- 10	- 50	- 25
Forsterkningslag	maks.	+ 30	+ 7	+ 50	+ 20
	min.	- 30	- 7	- 50	- 25
Jevnhet 3 m rettholt når overliggende lag er:					
– bituminøst bærelag	maks.	15		15	
– mekanisk stabilisert bærelag	maks.	25		30	
Bærelag	maks.	+ 20	+ 5	+ 30	+ 10
	min.	- 20	- 5	- 30	- 15
Jevnhet 3 m rettholt ³⁾	maks.	10		15	
Bredde – alle lag ⁴⁾	maks.	+ 100		+ 100	
	min.	- 0		- 0	

¹⁾ Gjelder enkeltpunkt i tverrprofil/middelverdier pr. 500 m

²⁾ Ved bruk av isolasjonsplater skal underlaget være så jevnt at platene ligger stabilt og ikke knekker

³⁾ Rettholtsverdier fra målebil med laserskanner kan på større arbeider benyttes til å velge punkter som kontrolleres med manuell rettholt

⁴⁾ Horisontalt avvik fra de prosjekterte ytterbegrensningene

Lagtykkelser skal for alle lag i vegoverbygningen være innenfor toleranser som vist i tabell 602.2.

Tabell 602.2 Toleranser for lagtykkelser

Toleranse for	Veger og gater		G/S-veger	
	Enkeltverdi	Middelverdi	Enkeltverdi	Middelverdi
Frostsikringslag				
Maks. reduksjon av lagtykkelsen	- 10 %	- 5 %	- 15 %	- 10 %
Isolasjonslag av skumglass og lettklinker				
Maks. reduksjon av lagtykkelsen	- 10 %	- 5 %	- 10 %	- 10 %
Forsterkningslag				
Maks. reduksjon av lagtykkelsen	- 15 %	- 5 %	- 20 %	- 10 %
Bærelag				
Maks. reduksjon av lagtykkelsen	- 10 %	- 5 %	- 15 %	- 10 %

602.2 Komprimering av mekanisk stabiliserte lag

602.21 Utførelse av komprimering

Beskrivelsene i dette avsnittet gjelder komprimering av mekanisk stabiliserte materialer.

Isolasjonsmaterialer av lettklinker og skumglass komprimeres som beskrevet i kapittel 622.

tabell 602.3 er en veiledning til valg av valseutstyr, lagtykkelser og antall passeringer med valsen for ulike materialtyper dersom valseprogram ikke er utarbeidet (se punkt 602.22).

Tabell 602.3 Valg av komprimeringsutstyr og antall passeringer

Komprimeringsutstyr			Uknuste materialer Sand, grus		Knuste materialer Grus, pukk, kult, gjenbruksbetong, knust asfalt	
Valsetype	Statisk lineær last [N/mm] ¹⁾	Total vekt [tonn]	Lagtykkelse [mm]	Min. antall passeringer	Lagtykkelse ³⁾ [mm]	Min. antall passeringer
Vals med én trommel (anleggsvals)	15–25	(6–8)	≤ 400	8	≤ 200	5
			-	-	200–400	7
	25–35	(8–10)	≤ 400	7	≤ 200	4
			500	8	200–400	7
			-	-	400–500	8
35–45	(10–13)	≤ 400	5	≤ 200	4	
		500	6	200–400	5	
> 45	(> 13)	≤ 400	3	≤ 400	3	
Vals med to tromler ²⁾ (tandemvals)	(15–25)	2–4	200	6	200	6
	(15–25)	4–8	300	5	400	6
	(25–35)	8–13	400	5	400	5

¹⁾ Last på valseenheten regnet pr. mm valsebredde pr. valsetrommel.

²⁾ Vals med to tromler er ikke egnet til komprimering av forsterkningslag.

³⁾ Gjenbruksbetong bør ikke legges og komprimeres ut i tykkere lag enn 200 mm, jf. punkt 641.1.

Knuste materialer skal være fuktige ved komprimering. Dette gjelder også grove materialer.

Ved alt komprimeringsarbeid skal det utarbeides en komprimeringsplan. Dette er nærmere omtalt i punkt 602.22 nedenfor. Ved komprimering av pukk og kult skal man ved oppstart og underveis i komprimeringsarbeidet forvise seg om at materialet ikke knuses (visuell inspeksjon), før man fortsetter komprimeringen. Dersom nedknusning av betydning observeres, skal det utarbeides ny komprimeringsplan hvor type og størrelse av vals, ev. amplitude og frekvens justeres slik at nedknusning unngås, samtidig som komprimeringskravene overholdes.

Steinmaterialet komprimeres jevnt, og det skal være overlapp mellom valseporene for å sikre jevn stivhet på arealer som er bredere enn valsebredden. Kjørehastigheten ved komprimering skal være 3-5 km/t.

Komprimeringsarbeidets utstrekning og omfang skal stedfestes i horisontalplanet ved hjelp av GNSS eller andre former for dynamisk stedfesting med tilfredsstillende nøyaktighet. Kravet om stedfesting gjelder også i tunnel og andre områder med manglende satellittdekning. Utstyret skal kunne lagre komprimerings- og posisjonsdata og ha et system for overføring av resultatene til en sentral database. Stedfestingen skal ha nøyaktighet $\pm 0,2$ m eller bedre. Dersom komprimeringen utføres av flere valser, skal det være kommunikasjon mellom registreringssystemene i valsene slik at den enkelte valsefører lett kan ha oversikt over komprimeringen utført av egen vals og andres.

På undergrunn med lav bæreevne kan det være vanskelig å oppnå god komprimering. På bløt leire ($c_u < 25$ kPa) skal det ikke brukes utstyr med stor dybdeeffekt (statisk lineær vekt > 35 kg/cm sammen med høy amplitude), da bæreevnen kan bli svekket. Det samme gjelder for sensitivitet $S_t > 8$ uansett leirens skjærstyrke. Det skal i disse tilfeller vurderes utlegging i flere tynne lag og bruk av lettere valseutstyr.

Ved bruk av tungt vibrasjonsutstyr skal man være spesielt oppmerksom på ledninger og andre konstruksjoner i grunnen. Man bør også ta hensyn til at rystelseskader kan oppstå på bygninger i

nærheten. Dette kan forsterkes vesentlig ved spesielle grunnforhold. Tungt komprimeringsutstyr kan også "myke opp" sensitiv undergrunn og vanskeliggjøre komprimeringen.

Vanninnholdet i materialene ved komprimering bør tilpasses slik at man oppnår et best mulig komprimeringsresultat. Noen materialer, for eksempel knust asfalt (Ak) og knust betong (Gjb), trenger vanninnhold opp mot metning ved komprimering.

602.22 Utarbeidelse av komprimeringsplan

Ved alt komprimeringsarbeid skal det utarbeides en komprimeringsplan. Ved mindre arbeider kan komprimeringsplanen utarbeides på grunnlag av erfaringer fra tidligere arbeider med tilsvarende utstyr, materialer og lagtykkelser. Ved større arbeider (>5000 m²) skal komprimeringsplanen utarbeides basert på resultater fra et gjennomført valseprogram.

Dersom man på et veganlegg har variasjoner i overbygning eller undergrunn skal komprimeringsarbeidet planlegges separat for hver homogene seksjon.

I komprimeringsplanen skal komprimeringsarbeidet planlegges for hvert enkelt lag og hver seksjon. Komprimeringsplanen skal inneholde opplysninger om

- underliggende masser
- materialtyper som skal komprimeres
- lagtykkelser
- vanning
- valseutstyr
- valsemønster
- hastighet
- vibrering; frekvens og amplitude
- antall passeringer
- kontroll og dokumentasjon
- spesielle hensyn som må tas ved komprimering over eller nær installasjoner (ledninger i grunnen, bygninger mv.)

Komprimeringsplanen skal også angi metode og utstyr som sikrer stedfesting av komprimeringsarbeidet med tilfredsstillende nøyaktighet.

Utarbeidelse og gjennomføring av valseprogram

For vegarbeider som omfatter 5000 m² vegareal eller mer, skal komprimeringsplanen baseres på et gjennomført valseprogram. Ved utarbeidelsen av valseprogram undersøkes det ved hjelp av målinger hvor mange passeringer som er nødvendig for å oppnå tilfredsstillende komprimering.

Valseprogrammet utarbeides ved at en strekning komprimeres i flere omganger, og det gjøres målinger på flere komprimeringsnivåer. Aktuelle målemetoder og måleomfang er vist i tabell 602.4.

Tabell 602.4 Målemetoder for utarbeidelse av valseprogram

Målemetode	Bruksområde	Måleomfang
Platebelastning 300 mm plate	Øvre siktstørrelse (D) ≤ 150 mm	Minimum tre komprimeringsnivåer, minimum tre målinger per komprimeringsnivå
Modifisert Proctor	Øvre siktstørrelse (D) ≤ 32 mm	Minimum tre komprimeringsnivåer, minimum tre målinger per komprimeringsnivå
Responsmålinger	Alle materialer	Kontinuerlig over minimum 50 m
Nivellement	Alle materialer	10 punkter i hver tverrprofil, minimum 5 profiler pr. homogen seksjon

Resultatet av målingene skal betraktes som et minstekrav til antall valsepasseringer.

To krav må være oppfylt for at et valseprogram skal være gyldig for et område som skal komprimeres:

- Undergrunnen og materialene som skal komprimeres må ha samme egenskaper (materialtype, lagtykkelser, mv.) som området der valseprogrammet ble utarbeidet.
- Valsen som brukes skal ha samme fysiske egenskaper (statisk linjelast, vibrasjonsinnstillinger, mv.) som valsen som ble brukt under utarbeidelsen av valseprogrammet.

Platebelastning og Modifisert Proctor

Målingene skal gjøres på minimum tre ulike komprimeringsnivåer (f.eks. etter 4, 6 og 8 passeringer), og det skal tas minimum tre målinger på hvert nivå. Målingene skal være fordelt over en veglengde på minimum 50 meter. Tabell 602.5 og tabell 602.6 viser hvilke måleverdier som skal oppnås for å bestemme nødvendig antall passeringer.

Tabell 602.5 Krav til komprimering målt ved statisk platebelastning, 300 mm platediameter

Lag	E_2/E_1	E_2 (MPa)
Bærelag og forsterkningslag	$\leq 2,5$	> 150
Frostsikringslag av sand, grus og stein	$\leq 3,5$	> 120

Tabell 602.6 Krav til komprimering i forhold til tørr densitet ved Modifisert Proctor

Lag	5 prøver eller flere		Mindre enn 5 prøver
	Middelverdi	Enkeltverdi	Enkeltverdi
Bærelag	$\geq 99 \%$	$\geq 94 \%$	$\geq 97 \%$
Forsterkningslag, frostsikringslag og filterlag	$\geq 96 \%$	$\geq 91 \%$	$\geq 94 \%$

Resposmålinger

En prøvestrekning på minimum 50 meter komprimeres, og gjennomsnittlig resposmåleverdi beregnes etter hver passering. Nødvendig antall passeringer bestemmes ved at økningen av den gjennomsnittlige resposmåleverdien mellom de to siste passeringene skal være mindre enn 10 % av den totale økningen.

Nivellement

Nivellering skal utføres i minimum 5 tverrprofiler fordelt ut over en veglengde på minimum 50 meter. Ved nivellement skal utviklingen av setninger måles i 10 punkter i hvert tverrprofil. Gjennomsnittlig setning for siste passering av valsen skal være mindre enn 10 % av den totale setningen. Totalsetning skal vurderes ut fra normal forventet setning.

Unntak for små arealer og spesielle forhold

For små arealer eller hvor spesielle forhold medfører at ingen av de foran nevnte metodene for bestemmelse av nødvendig antall passeringer er egnet, kan komprimeringsplanen godkjennes ut fra antall passeringer etter tabell 602.3. Dette forutsetter at valsens utstyr for innstilling av vibrering (bl.a. frekvens og amplitude) utnyttes optimalt med tanke på materialer, lagtykkelser, underliggende lag, etc.

602.23 Krav til utført komprimering

Antall passeringer kjørt skal dokumenteres fortløpende for alle lag i vegoverbygningen. Dokumentasjonen leveres i form av en kartfremstilling av resultatene. Komprimeringsarbeidet skal sluttokumenteres med platebelastning på øverste mekanisk stabiliserte lag i overbygningen.

Kravene ved platebelastning er gitt i tabell 602.5. Kravene skal oppfylles for hvert punkt som måles. Tilfredsstillende komprimering forutsetter at både kravet til E_2/E_1 og til E_2 er oppfylt. Platebelastningsforsøk er beskrevet i håndbok R211 Feltundersøkelser [1].

Tabell 602.7 viser minstekrav til omfang av sluttokumentasjon av utført komprimering. Tabellen skiller mellom dokumentasjon med og uten kontinuerlige responsmålinger. Kontrollomfanget gjelder uavhengig av om valseprogram er utarbeidet eller ikke.

Tabell 602.7 Krav til sluttokumentasjon av komprimeringsarbeid for mekanisk stabiliserte materialer i overbygningen

	Kontrollomfang per kjørefelt ¹⁾	
	Uten kontinuerlige responsmålinger	Med kontinuerlige responsmålinger ²⁾
Platebelastning	1 prøve per påbegynt 100 m	1 prøve per påbegynt 250 m

¹⁾ G/S-veg regnes i denne sammenheng som ett kjørefelt.

²⁾ Måling utføres i dokumentert svake punkter.

Redusert prøveomfang ved bruk av responsmåler

Ved bruk av responsmålinger kan kontrollomfanget reduseres som vist i tabell 602.7.

Når responsmålinger brukes, registreres stivheten på underlaget som valsen kjører på kontinuerlig. Målinger fra hver enkelt passering brukes til å analysere endring i stivhet mellom de to siste passeringene. Denne endringen skal være mindre enn 10 % av total endring når komprimeringsarbeidet avsluttes.

Når resultater fra valsemontert utstyr inngår i dokumentasjon av utført komprimering, skal det benyttes kartframstillinger eller elektroniske datafiler med filformat som avtalt med byggherren, og resultatene skal være stedfestet som angitt i punkt 602.21.

602.24 Krav til komprimering av forkilt pukk (Fp) og penetrert pukk (Pp)

For bærelag av forkilt pukk og penetrert pukk er det ikke krav om å utarbeide valseprogram basert på målinger. Materialene skal komprimeres i henhold til tabell 602.8.

Komprimeringsarbeidet skal dokumenteres ved hjelp av stedfesting av valsepasseringene som beskrevet i punkt 602.21.

Tabell 602.8 Krav til komprimeringsarbeid for bærelag av forkilt pukk og penetrert pukk

Komprimeringsutstyr			Forkilt pukk og penetrert pukk		
Valsetype	Statisk lineær last (kg/cm)	Total vekt (tonn)	Lagtykkelse (mm)	Min. antall passeringer	Maks. antall passeringer
Vibrerende vals med én trommel (anleggsvals)	15–25	(6–8)	75 100	3 3	5 5
	25–35	(8–10)	75 100	3 3	5 5
Vibrerende vals med to tromler (tandemvals)	(15–25)	2–4	75 100	3 3	5 8
	(15–25)	4–8	75 100	3 3	4 5
	(25–35)	8–13	75 100	3 3	3 4

61 Separasjonslag og filterlag

610 Filterkriterier

Skillet mellom to granulære lag i overbygningen og mellom overbygning og underbygning skal oppfylle filterkriteriet som er beskrevet nedenfor. Filterkriteriet har som mål å begrense materialene i det mest finkornige laget i å trenge inn i det grovere laget. I tillegg skal vann slippes gjennom. Filterkriteriet er basert på kornfordelingskurvene til det grove og det finkornige materialet i lagskillet. I kravene nedenfor angir d_{15} kornstørrelsen med 15 % gjennomgang, d_{85} kornstørrelsen med 85 % gjennomgang og d_{50} kornstørrelsen med 50 % gjennomgang.

$$\frac{d_{15, \text{grovt materiale}}}{d_{85, \text{fint materiale}}} \leq 5$$

og

$$\frac{d_{50, \text{grovt materiale}}}{d_{50, \text{fint materiale}}} \leq 25$$

Dersom kornstørrelsene som inngår i filterkriteriet, er større enn 0,063 mm, vil kornfordelingskurven være bestemt ut fra gjennomgangen på et sett av sikter. Filterkriteriet skal da baseres på kornstørrelser bestemt ved interpolasjon.

Mellom to lag hvor filterkriterier ikke er oppfylt, skal ønsket separasjon ivaretas ved bruk av fiberduk med egenskaper som angitt i kapittel 611 nedenfor, eller ved å legge inn et filterlag av sand eller grus som angitt i kapittel 612.

611 Fiberduk

611.0 Generelle krav

Fiberduker (geotekstiler) til separasjons- og filterformål sertifiseres i et felles nordisk system, NorGeoSpec 2012 [33]. Produkter som velges, skal ha gyldig NorGeoSpec-sertifikat. Fiberduken skal tilfredsstille kravene angitt i NorGeoSpec 2012 for den aktuelle bruksklassen og være registrert under denne sertifiseringsordningen eller tredjeparts verifisering til samme kvalitetsnivå.

611.1 Fiberduk med hovedsakelig separasjonsfunksjon

611.11 Generelt

I en vegoverbygning brukes fiberduk i hovedsak for separering av materialer i underbygningen og i forsterkningslaget. Det kan også være behov for å separere undergrunnsmaterialer fra frostsikringslag eller lag for grunnforsterkning. Fiberduken skal være tilstrekkelig åpen til å slippe gjennom vann, så det kan føres ut til drengroft.

611.12 Materialkrav

Krav til fiberdukens styrkeegenskaper vil avhenge av bruksområdet, dvs. hvilke materialer som ligger inntil fiberduken, trafikkmengde og undergrunnens fasthet. Krav til valg av bruksklasse er vist i tabell 611.1. Krav til fiberduk i de forskjellige bruksklasser er gitt i NorGeoSpec 2012 [33]. For hver bruksklasse er det satt krav til bl.a. strekkstyrke, forlengelse og motstand mot gjennomhulling.

Tabell 611.1 Valg av bruksklasse avhengig av bruksområde

Undergrunn	Trafikk- mengde, ÅDT	Maks. steinstørrelse mot duken, mm			
		$D_{Maks} \leq 63$	$63 < D_{Maks} \leq 200$	$200 < D_{Maks} \leq 500$	$D_{Maks} > 500$
Meget bløt	> 500	3	4	5	5
$c_u \leq 25$ kPa	≤ 500	3	4	4	5
Bløt/middels	> 500	2	3	3	4
$c_u > 25$ kPa	≤ 500	2	2	3	3

611.2 Fiberduk med hovedsakelig filterfunksjon

Fiberduk til filter, for eksempel rundt drengrofter, i erosjonsforbygning eller mot drengslag skal velges ut fra evne til å slippe gjennom vann, holde tilbake løsmassepartikler og motstå gjentetting. I tillegg skal den ha tilfredsstillende robusthet til å kunne installeres uten at det oppstår skade som reduserer funksjonaliteten og den må ha tilfredsstillende bestandighet til å fungere i konstruksjonens levetid. Beskrivelsestekstene som følger her er relevante for områder med normale hydrauliske forhold, dvs. ensidig strømming og hydraulisk gradient $i_s < 5$.

611.21 Generelle spesifikasjonskrav

Minimum krav til levetid for geosynteter er 50 år. Annen levetid kan spesifiseres ut fra type konstruksjon og krav til sikkerhet og funksjonalitet.

Hvis fiberduken har sertifisering med uavhengig produktkontroll, NorGeoSpec 2012 eller tilsvarende, er det tilfredsstillende med kontroll av identifikasjon av fiberduken opp mot sertifiseringen. Hvis ikke, skal det dokumenteres at produktet samsvarer med produktdeklarasjonen med hensyn til arealvekt, permeabilitet og poreåpning i henhold til tabell 611.2. Dokumentasjonen skal foreligge før fiberduken tas i bruk. Kontroll ved bruk skal utføres i henhold til tabell 611.2.

Tabell 611.2 Kontrollomfang for geosynteter uten uavhengig sertifisering

Karakteristisk egenskap	Areal (m ²)			
	< 1000	< 3000	< 10000	> 10000
Arealvekt	1	2	4	En prøve for hver påbegynt 5000 m ² over 10000 m ²
Permeabilitet	1	2	3	
Poreåpning	1	2	3	

611.22 Spesifikasjonsprofiler

Spesifikasjonsprofiler for hydrauliske egenskaper er basert på følgende karakteristiske egenskaper med tilhørende standardiserte testmetoder:

- Permeabilitet normalt på geosyntetet: Hastighetsindeks, V_{H50} . Testmetode: EN-ISO 11058: Geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter - Bestemmelse av vannpermeabilitet normalt på planet uten belastning [6].
- Poreåpning: Karakteristisk poreåpning, O_{90} . Testmetode: EN-ISO 12956: Geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter - Bestemmelse av karakteristisk åpningsstørrelse [7].

Definisjon av spesifikasjonsprofiler for hydrauliske egenskaper er gitt i Tabell 611.3.

Tabell 611.3 Spesifikasjonsprofil for hydrauliske egenskaper

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7 Spesiell design ¹⁾
$63 \mu\text{m} \leq O_{90} \leq 150 \mu\text{m}$ $V_{H50} \geq 5 \cdot 10^{-3}$ (m/s)	$63 \mu\text{m} \leq O_{90} \leq 150 \mu\text{m}$ $V_{H50} \geq 0.5 \cdot 10^{-3}$ (m/s)	$63 \mu\text{m} \leq O_{90} \leq 200 \mu\text{m}$ $V_{H50} \geq 0.5 \cdot 10^{-3}$ (m/s)	$63 \mu\text{m} \leq O_{90} \leq 300 \mu\text{m}$ $V_{H50} \geq 5 \cdot 10^{-3}$ (m/s)	$63 \mu\text{m} \leq O_{90} \leq 300 \mu\text{m}$ $V_{H50} \geq 0.5 \cdot 10^{-3}$ (m/s)	$63 \mu\text{m} \leq O_{90} \leq 500 \mu\text{m}$ $V_{H50} \geq 30 \cdot 10^{-3}$ (m/s)	$63 \mu\text{m} < O_{90} < d_{30}$ ²⁾ $V_{H50} \geq 5 \cdot 10^{-3}$ (m/s)

¹⁾ Siltige velgraderte masser, disse setter større krav til filter og krever spesiell tilpasning.

²⁾ d_{30} = siktstørrelse for masser oppstrøms filter ved 30 % gjennomgang.

Spesifikasjonsprofiler for robusthet er basert på energiindeks, EI, som definert i NorGeoSpec 2012 [33]. Testmetode: NS-EN 10319: Geotekstiler - Strekkprøving på brede prøvelegemer [8]. Definisjon av robusthetsprofiler er gitt i tabell 611.4.

Tabell 611.4 Robusthetsprofiler basert på energiindeks

EI 2	EI 3	EI 4	EI 5
$EI \geq 2,1$ kN/m	$EI \geq 3,2$ kN/m	$EI \geq 4,5$ kN/m	$EI \geq 6,5$ kN/m

Valg av relevant profil

Valg av relevant spesifikasjonsprofil for hydrauliske egenskaper og robusthet baseres på stedlige forhold med hensyn til løsmassenes kornfordeling, permeabilitet, styrke og opprinnelse. Retningslinjer for valg av spesifikasjonsprofil er gitt i tabell 611.5 og tabell 611.6.

Tabell 611.5 Valg av spesifikasjonsprofil for hydrauliske egenskaper

Kornfordeling av masser oppstrøms fiberduken	Permeabilitet av løsmasser oppstrøms fiberduken (m/s)			
	Høy permeabilitet $10^{-2} \geq k_s \geq 10^{-4}$ (Grus og grov sand)	Middels permeabilitet $10^{-4} \geq k_s \geq 10^{-5}$ (Sand)	Lav permeabilitet $10^{-5} \geq k_s \geq 10^{-6}$ (Fin sand og grov silt)	Meget lav permeabilitet $10^{-6} \geq k_s \geq 10^{-13}$ (Silt og leire)
Ensgradert sand og grus	F6	-	-	-
Ensgradert silt og leire	-	-	F4	F3
Velgraderte jordarter $C_u \geq 5$	-	F4	F4	F5
Ensgraderte jordarter $C_u < 5$	-	F4	F1	F2
Velgraderte siltige materialer med mye finstoff og konkav kornfordelingskurve	-	-	F7	F7

Tabell 611.6 Valg av spesifikasjonsprofil for robusthet for drengroft

Fasthet undergrunn	Maksimal steinstørrelse mot fiberduken			
	$D_{Maks} \leq 100$ mm		$D_{Maks} > 100$ mm	
	Naturlige masser	Knuste masser	Naturlige masser	Knuste masser
Silt, leire, $c_u < 25$ kPa	EI 3	EI 4	EI 4	EI 5
Silt, leire, $25 \text{ kPa} \leq c_u < 50$ kPa	EI 2	EI 3	EI 4	EI 5
Silt, leire, sand og grus, $c_u \geq 50$ kPa	EI 2	EI 3	EI 3	EI 4

612 Sand og grus

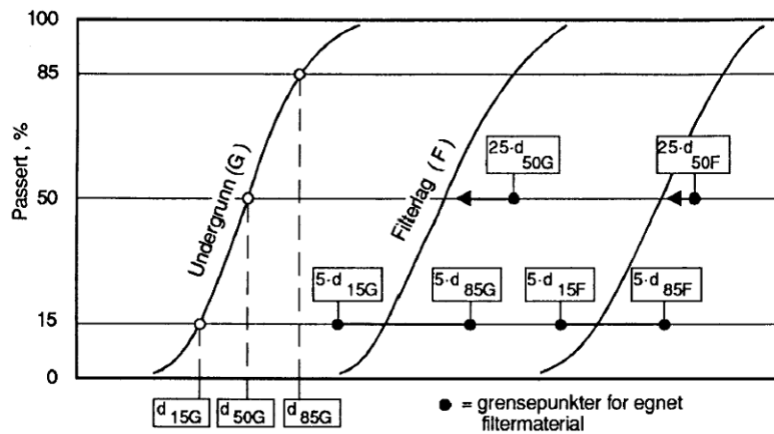
612.1 Materialkrav

Filterlag av sand og grus skal tilfredsstille filterkriteriene både mot materialet i grunnen og mot overliggende lag. Dersom filtermaterialet tilfredsstiller krav til overliggende lag, kan filterlaget regnes som en del av forsterkningslag eller frostsikringslag.

612.2 Tilleggskrav til filteregenskaper

For at filtermaterialet skal være vesentlig bedre drenerende enn materialet i grunnen, gjelder kravet nedenfor i tillegg til filterkriteriet i kapittel 610.

$$\frac{d_{15, \text{filtermateriale}}}{d_{15, \text{undergrunn}}} \geq 5$$



Figur 612.1 Valg av filtermateriale ut fra filterkriteriene

613 Utførelse

613.1 Fiberduk

Fiberduken skal ikke utsettes for direkte trafikkbelastning. Fiberduken skal ikke legges i flere lag eller med unødig mye overlapp. Overlapp mellom dukene skal være minimum 50 cm, maksimum 100 cm. Utlegging av duken og påfylling og ifylling av masser skal skje slik at det ikke oppstår rifter eller hull i duken og slik at det ikke oppstår hulrom under duken som kan medføre strekkspenninger ved belastning.

613.2 Sand og grus

Ferdig komprimert skal filterlaget alle steder være minst 15 cm tykt. Maks. steinstørrelse skal ikke overstige halve lagtykkelsen. Utlegging og komprimering skal utføres med egnet utstyr slik at det ikke oppstår skjærdeformasjoner av betydning i materialet under filterlaget. Komprimeringsgraden skal være minimum 93 % Modifisert Proctor. Dette kravet kan fravikes ved bløt undergrunn.

62 Frostsikringslag

620 Generelt

Hensikten med frostsikring er å hindre at frostnedtrengning medfører skader på veg eller andre konstruksjoner som følge av telehiv eller reduserte bæreevneegenskaper i teleløsningsperioden. Frostsikring skal som hovedregel gjennomføres ved at det etableres et eget frostsikringslag som hindrer frosten i å trenge ned i vegens underbygning. Frostsikringslaget kan bestå av ett lag, som regel av knust grus eller knust berg, eventuelt av resirkulerte naturlige steinmaterialer. Det kan også bestå av et øvre frostsikringslag, også betegnet som isolasjonslag, og et nedre frostsikringslag, også betegnet som utfrysingslag.

I deler av landet med små frostmengder kan frostsikring oppnås ved økning av forsterkningslags-tykkelsen. Frostsikring på denne måten bør kun benyttes der frostsikringslaget blir uhensiktsmessig tynt.

Isolasjonslaget kan bestå av skumglass, lettklinker eller plater av ekstrudert polystyren, XPS. Overbygningen over frostsikringslaget, ev. over isolasjonslaget, skal dimensjoneres slik at trafikkbelastningen ikke medfører nedknusing av frostsikringsmaterialene som forringer materialets isolasjonsegenskaper eller forårsaker skadelige deformasjoner. Over isolasjonsmaterialer av XPS, skumglass og lettklinker skal det spesielt legges vekt på at materialene ikke forringes under anleggstrafikken eller ved andre deler av anleggsarbeidene.

Ved prosjektering skal alle krav til materialene i frostsikringslaget være avklart, slik at man er sikker på at alle forutsetninger for frostdimensjonering og bæreevnemessig dimensjonering er ivaretatt. I denne vurderingen inngår også drengssystemets utforming.

621 Frostsikringslag av sand, grus eller knust berg

621.1 Krav til materialer

Knust berg til frostsikringslag skal være knust i en kontrollert produksjon.

I frostsikringslag skal største steinlengde for materialene ikke overstige halve lagtykkelsen, og ikke være større enn 500 mm. Andelen materiale mindre enn 90 mm skal minst være 30 %. Andelen finstoff mindre enn 0,063 mm skal minst være 1,0 %, maksimalt 7,0 % regnet i forhold til mengden av materiale mindre enn 90 mm.

Frostsikringslag av sand og grus skal ha et graderingstall $C_u \geq 5$.

Kontrollomfanget skal være så stort at kvaliteten bli dokumentert på en tilfredsstillende måte.

Tabell 621.1: Minimumskrav til dokumentasjon av materialkvalitet

	Ved oppstart	Stabile driftsforhold
Maksimal steinstørrelse og andel < 90 mm	Minimum 3 prøver fordelt over 250 m ³	1 prøve per 5000 m ³
Finstoffandel	Minimum 3 prøver fordelt over 250 m veg	1 prøve per 1000 m veg ¹⁾

¹⁾ Kravet gjelder for veg med ett eller to kjørefelt. For veg med tre eller flere kjørefelt skal prøveantallet dobles.

Dokumentasjon av maksimal steinstørrelse og andel mindre enn 90 mm kan baseres på data fra knuse- og sorteringsverk. Finstoffandelen dokumenteres for ferdig utlagt materiale.

621.2 Utførelse

Avslutning av et frostsikret område skal utføres på en slik måte at overgangen til ikke frostsikret område blir jevn (utkiling), se kapittel 5.

622 Isolasjonsmaterialer

622.1 Isingsfare

Dersom varmemagasinet over isolasjonslaget er for lite, vil det lett kunne oppstå ising på vegoverflaten under spesielle værforhold. Av den grunn er det nødvendig å ha et tilstrekkelig tykt lag av steinmaterialer med et minimum av fuktighet over isolasjonslaget, slik at ising på vegbanen unngås. For veg i dagen skal materialet over isolasjonsmaterialer bestå av samfengt knust grus eller samfengt knust berg. Minstetykkelsen for de granulære materialer er 50 cm.

622.2 Plater av ekstrudert polystyren (XPS)

622.21 Materialkvaliteter, isolasjonsplater

Det benyttes isolasjonsplater av ekstrudert polystyren (XPS). Isolasjonsplatene skal ikke inneholde skadelige KFK-forbindelser. Bruk av andre skumplastmaterialer enn ekstrudert polystyren skal begrunnes særskilt.

Isolasjonsplater med korttids trykkfasthet på minst 500 kN/m² skal brukes. I tunnel skal isolasjonsplater med korttids trykkfasthet på minst 700 kN/m² brukes. For å begrense fuktopptak i platene skal platetykkelsen minst være 50 mm.

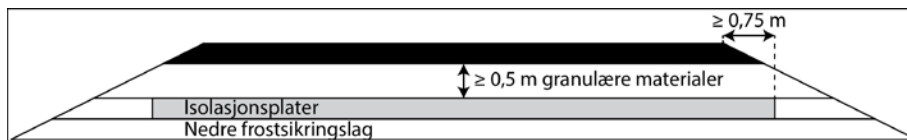
622.22 Materialer i kontakt med isolasjonsplater

Granulære materialer i kontakt med isolasjonsplatene skal for velgraderte materialer ha en øvre siktstørrelse 32 mm eller mindre. Ensgraderte materialer kan benyttes til avretning av underlaget for isolasjonsplatene og skal ha en øvre siktstørrelse ikke større enn 11 mm.

622.23 Utførelse

Avslutning av et frostsikret område skal utføres på en slik måte at overgangen til ikke frostsikret område blir jevn (utkiling), se kapittel 5.

Sideveis avsluttes platene minimum 0,75 m utenfor skulderkant som vist i figur 622.1. Ved avkjørsel bør isolasjonsplatene føres minst 2 m ut i avkjørselen. For å unngå å bruke tynnere isolasjonsplater i avslutningen av en utkiling bør det vurderes å legge platene med økende mellomrom for gradvis å redusere isolasjonseffekten.



Figur 622.1 Frostsikring av veg med ekspandert polystyren, XPS

Tillatt avvik i teoretisk høyde for underlaget er ± 40 mm og avvik i jevnheten målt med 3 m rettholt skal være mindre enn 10 mm. Underlaget skal alltid komprimeres før platene legges ut. Et tynt avrettingslag med finpukk, f.eks. 2/4 eller 4/8, kan benyttes for å oppnå tilstrekkelig jevnhet på underlaget.

Platene skal legges tett og uten sprekker mellom platene. Ved utlegging av det granulære materialet over platene skal det påses at platene ligger stabilt og ikke forskyver seg. Isolasjonsplater skal legges i ett lag.

Det skal ikke kjøres direkte på platene. Det granulære materialet over platene ($D \leq 32$ mm) tippes på allerede utlagt lag og legges ut i et lag med tykkelse på minimum 30 cm. Laget skal komprimeres før annen anleggstrafikk tillates.

622.3 Lettklinker

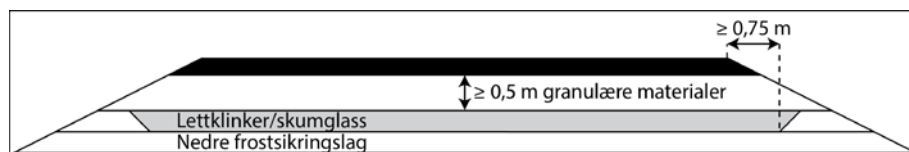
622.31 Materialkvalitet

Utleggingsmetoden bestemmer hvilken sortering som skal/kan benyttes. De mest aktuelle sorteringer er 10/20 og 0/32.

622.32 Utførelse

Avslutning av et frostsikret område skal utføres på en slik måte at overgangen til ikke frostsikret område blir jevn (utkiling), se kapittel 5.

Laget med lettklinker må ha sidestøtte ved utlegging. Dette oppnås ved at materialet legges i et trau eller ved at det legges ranker av stabilt materiale opp på begge sider. Se figur 622.2. Sideveis avsluttes isolasjonsmaterialet minimum 0,75 m utenfor skulderkant.



Figur 622.2 Frostsikring med lettklinker eller skumglass

Lettklinker skal legges ut med utstyr som ikke gir risiko for nedknusning av materialet. Ensgraderte sorteringer (for eksempel 10/20 mm) kan blåses ut med spesialutstyr. Fiberduk klasse 3 eller bedre skal benyttes over isolasjonslaget.

Ved avkjørsler bør isolasjonslaget føres minst 2 m ut i avkjørselen, med en avtrapping over den ytterste 1,0 m.

Komprimering utføres etter at det er lagt ut min. 30 cm forsterkningslagsmateriale over lettklinkeren. Komprimeringen utføres som for forsterkningslag. Forsterkningslaget kan med fordel legges ut med doser. Hvis hjulgående utstyr benyttes, skal en påse at hjullastene ikke gir deformasjon i isolasjonslaget.

Det tillates ikke trafikk direkte på laget av lettklinker. Tykkelsen på laget over isolasjonslaget skal være minst 50 cm før det tillates trafikk av tunge anleggskjøretøyer. Ved anleggstrafikk av betydning (f.eks. ved regulære anleggsveger) skal tykkelsen økes på grunnlag av en nærmere beregning av laster.

622.4 Skumglass

622.41 Materialkvalitet

Til frostsikring skal det brukes granulat med tørr, løs densitet $180 \text{ kg/m}^3 \pm 15 \%$ (nominell densitet). Mest vanlig sortering er 10/60.

622.42 Utførelse

Skumglass skal legges ut med utstyr som ikke gir risiko for nedknusning av materialet. Sideveis avsluttes isolasjonsmaterialet minimum 0,75 m utenfor skulderkant, se figur 622.2. Skumglasset bør ikke legges ut i tykkere lag enn 60 cm. Hvert lag skal komprimeres.

Fiberduk klasse 3 eller bedre skal benyttes over isolasjonslaget.

Ved avkjørsler bør isolasjonslaget føres minst 2 m ut i avkjørselen, med en avtrapping over den ytterste 1,0 m.

Komprimering direkte på skumglassgranulatet utføres med beltegående utstyr med beltetrykk maks. 50 kN/m². Komprimering av overliggende lag utføres som for forsterkningslag.

Det tillates ikke trafikk direkte på skumglasslaget. Tykkelsen på laget over skumglassgranulatet skal være minst 50 cm før det tillates trafikk av tunge anleggskjøretøyer. Ved anleggstrafikk av betydning (f.eks. ved regulære anleggsveger) skal tykkelsen økes på grunnlag av en nærmere beregning av laster.

63 Forsterkningslag

630 Generelt

Forsterkningslagets funksjon er å fordele trafikkbelastningene mot underliggende materialer, på en slik måte at det ikke oppstår deformasjoner som kan medføre ujevnheter i vegens overflate.

Forsterkningslaget skal bestå av så sterke og stabile materialer, og være utført på en slik måte, at ikke nedknusing eller deformasjoner i forsterkningslaget medfører redusert kjørekomfort i dimensjoneringsperioden.

Steinmaterialer og resirkulerte materialer til forsterkningslag skal produseres med knusing og sikting. Unntaket gjelder for grus på lavtrafikkerte vegger (se punkt 631.1).

Resirkulerte materialer og materialer fra oppgraving og andre anleggsarbeider kan brukes, gitt at de tilfredsstillende kravene til renhet, gradering, knusningsgrad og mekaniske egenskaper.

Ved bruk av grov pukk/kult i forsterkningslag kan det være behov for forkiling av forsterkningslaget (se punkt 631.2).

631 Materialtyper og krav

631.1 Tillatte materialer

Forsterkningslag kan bestå av knust eller uknust grus eller knuste steinmaterialer fra berg. Forsterkningslaget kan også bestå av resirkulerte materialer.

Knuste steinmaterialer omfatter kult, pukk og samfengt knust berg, og kan benyttes som forsterkningslag i alle trafikkgrupper, fra A–F.

Grus omfatter naturlig forekommende steinmaterialer med øvre siktstørrelse (D) opptil 90 mm. Uknust grus kan benyttes i trafikkgruppe A, for trafikkgruppe B og C skal grusen være knust med krav til knusningsgrad $C_{50/30}$.

Resirkulerte materialer i form av knust betong (Gjb) eller blandet masse (Bm) som er egnet til formålet (jf. Miljødirektoratet: Disponering av betong- og teglavfall [37]), kan benyttes i trafikkgruppe A, B, C og D. Materialsammensetningen skal bestemmes ut fra NS-EN 933-11: Prøvmingsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag - Del 11: Metode for klassifisering av bestanddelene av grovt resirkulert tilslag [9]. Krav til resirkulerte materialer og klassifisering etter innhold, se tabell 631.1, tabell 631.2 og tabell 631.3.

Sorteringer og materialtyper som kan benyttes i forsterkningslag er:

- Kult 22/125, 22/180
- Pukk 11/90, 16/90
- Samfengt knust berg 0/63, 0/90
- Grus (knust/uknust) 0/63, 0/90
- Resirkulerte materialer 0/63, 0/90, 0/125, 22/125, 11/90, 16/90

For materialer til forsterkningslag med øvre siktstørrelse $D \leq 90$ mm skal leverandøren ha kvalitetssikring og deklare materialene i henhold til de krav som er gitt i NS-EN 13242 [4]. For samfengte materialer stilles tilleggskrav gitt i NS-EN 13285: Mekanisk stabiliserte masser – Spesifikasjoner [10]. Materialene skal tilfredsstillende krav gitt av tabell 631.1 og tabell 631.2.

D_{maks} , største steinstørrelse, er minste sikt som 100 % av steinmaterialet passerer. For steinmaterialer med øvre siktstørrelse $D \leq 63$ mm er D_{maks} lik $2D$. For steinmaterialer med øvre siktstørrelse $D > 63$ mm er D_{maks} lik $1,4D$.

Materialet skal ha kornfordeling som strekker seg opp til øvre siktstørrelse og ned til nedre siktstørrelse. Samfengte grusmaterialer skal ikke inneholde mer enn 1 % humus av kornstørrelser mindre enn 0,5 mm ved prøving etter glødetapsmetoden [2].

Materialet i forsterkningslag skal oppfylle alle kravene i tabell 631.1 og tabell 631.2. Gjenbruksbetong og blandet masse skal i tillegg oppfylle krav i tabell 631.3. Mekaniske analyser kan utføres på materialet fra produksjonsstedet (tabell 631.1), mens prøver for analyse av korngradering skal tas på veg (tabell 631.2).

Tabell 631.1 Krav til mekaniske egenskaper, knusningsgrad og humusinnhold til forsterkningslag for produsert materiale. Gjelder også for resirkulerte materialer.

Krav til mekaniske egenskaper (knuste steinmaterialer)	Trafikkgruppe	
	A ¹	B, C, D, E og F
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M_{DE}	≤25	≤20
Krav til mekaniske egenskaper (knust og uknust grus)	Trafikkgruppe	
	A ¹	B og C
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M_{DE}	≤25	≤20
Krav til mekaniske egenskaper (resirkulerte materialer)	Trafikkgruppe	
	A ¹	B, C og D
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M_{DE}	≤25	≤20
Krav til humusinnhold og knusningsgrad (samfengte grusmaterialer)	Trafikkgruppe	
	A ¹	B og C
Humusinnhold	< 1 %	< 1 %
Knusningsgrad C	-	C _{50/30}

¹⁾ Gjelder også gang- og sykkelveger og parkeringsplasser for lette kjøretøy.

Kontrollomfanget for mekaniske egenskaper skal være minimum 1 prøve for hver påbegynt 10 000 m³.

Minstekrav til kontrollomfang kan anses oppfylt av produsentens produksjonskontroll forutsatt at denne er utført i henhold til aktuell standard, og materialet hentes fra en forekomst med kjent og stabil kvalitet. Dersom leveransen er på mer enn angitt som prøvingshyppighet, skal det tas tilleggsprøver. Før oppstart av produksjon av materiale i linja eller i sidetak skal ressursen kartlegges av geolog, og materialkvaliteten skal være dokumentert og godkjent gjennom forundersøkelser.

Dersom kilden til gjenbruksbetongen endrer seg og ulike kilder ikke homogeniseres ved blanding, skal prøvehyppigheten økes slik at eventuelle variasjoner fanges opp. Det samme gjelder steinmaterialer fra oppgravings-/anleggsmasser som kan ha variasjon i kvalitet.

Tabell 631.2 Krav til korngradering for forsterkningslag, ferdig utlagt på veg

Krav til korngradering	Kvalitetskrav	
	Verdi	Maks. verdi ¹⁾
Samfengt knust/uknust grus og knust berg		
Andel overkorn	≤ 20 %	25 %
Andel mindre enn 1.4D	98–100 %	
Andel mindre enn D	80–99 %	
Andel mat. < 63 µm (av hel prøve), f 0/63 og 0/90	≤ 3 %	5 %
Største steinstørrelse, D _{maks}	≤ 125 mm	
Pukk		
Andel overkorn	≤ 20 %	25 %
Andel underkorn	≤ 20 %	25 %
Andel mindre enn 1.4D	98–100 %	
Andel mindre enn D	80–99 %	
Andel mindre enn D/2	20–70 %	
Andel mindre enn d	1–20 %	
Andel mindre enn d/2	0–5 %	
Største steinstørrelse, D _{maks}	≤ 125 mm	
Kult		
Andel materiale < 90 mm 22/125	50–85 %	
22/180	20–70 %	
Andel mindre enn d ²⁾	1–20 %	
Andel mindre enn d/2	0–5 %	
D _{maks}	≤ 2/3 av lagtykkelse, maks. 250 mm ³⁾	270 mm
Største steinlengde	≤ 2/3 av lagtykkelse, maks. 360 mm ³⁾	390 mm
Resirkulerte materialer		
Andel materiale < 63 µm av hel prøve	≤ 5 %	7 %
For D > 90 mm, andel mat. < 63 µm regnet av materiale < 90 mm	≤ 5 %	7 %
Største steinstørrelse, D _{maks}	≤ 125 mm	

¹⁾ Generelt aksepteres for prøver tatt på veg at 1 av 5 prøver (20 %) kan avvike fra gjeldende krav, men ingen prøver skal avvike mer enn angitt maksimalverdi.

²⁾ En sortering benevnes som d/D, hvor d er nedre siktstørrelse og D er øvre siktstørrelse angitt i mm.

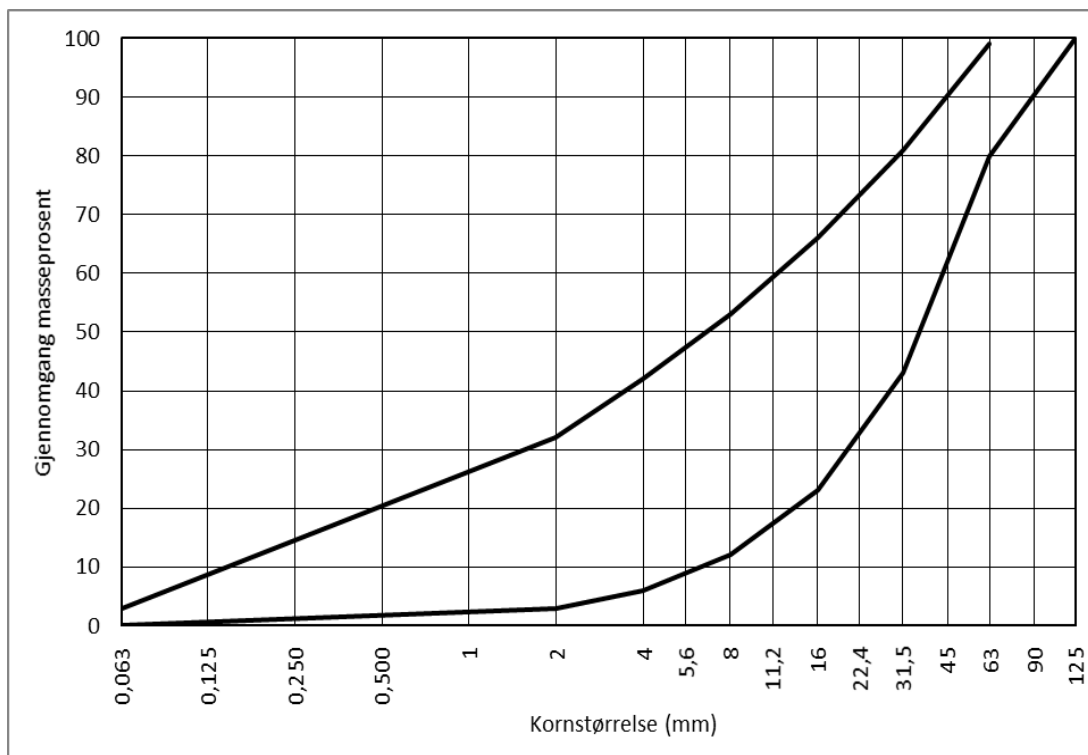
³⁾ D_{maks} og største steinlengde kan måles med tommestokk eller skyvelære. Målene skal ikke overstige halve lagtykkelsen ved bæreevnegruppe 4 eller dårligere.

Kontrollomfanget for korngradering skal være minimum 1 prøve for hver påbegynt 1000 m³, alternativt 1 prøve per påbegynt 500 m per kjørefelt.

Samfengte masser med 0/63- eller 0/90-materiale skal i tillegg til tabell 631.2 tilfredsstillende hhv. tabell 631.4 og tabell 631.5.

Tabell 631.3 Klassifisering av resirkulerte materialer for forsterkningslag

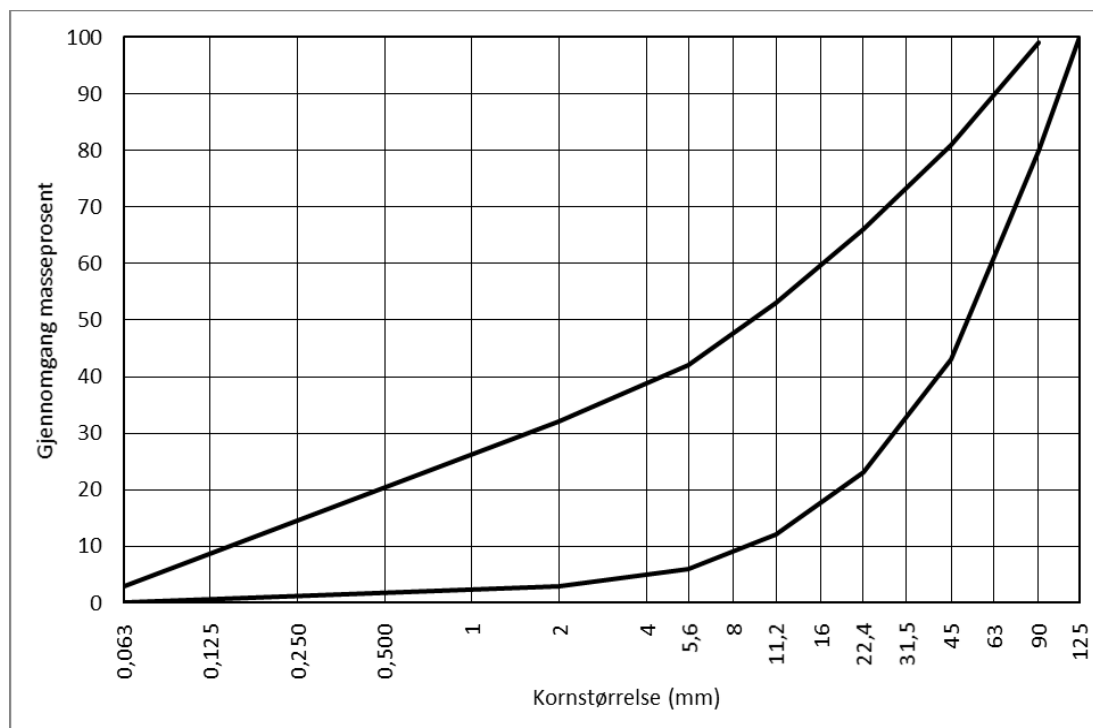
Materialsammensetning	Gjb Knust betong	Bm Blandet masse
Hoveddelmateriale: Knust betong (R _C) Knust betong, naturtilslag og knust murverk (R _C + R _u + R _b)	≥ 90 %	≥ 90 %
Andre granulære delmaterialer: Knust murverk (R _b) Knust asfalt	≤ 10 % ≤ 5 %	≤ 5 %
Ikke-mineralsk innhold: Glass (R _g) Treverk, papir, metall, plast, gummi, annet (X)	≤ 2 % ≤ 1 %	≤ 2 % ≤ 2 %
Flytende partikler	≤ 5 cm ³ /kg	≤ 5 cm ³ /kg
Densitet: Ovnstørr Vannmettet overflatetørr	> 2000 kg/m ³ > 2100 kg/m ³	> 1500 kg/m ³ > 1800 kg/m ³
Vannabsorpsjon	< 10 %	< 20 %



Figur 631.1 Krav til korngradering for 0/63-masse ferdig utlagt på veg

Tabell 631.4 Krav til korngradering for 0/63-masse ferdig utlagt på veg

Kornstørrelse (mm)	0,063	2	4	8	16	31,5	63	125
Grenseverdi (%)	0–3	3–32	6–42	12–53	23–66	43–81	80–99	100



Figur 631.2 Krav til korngredning for 0/90-masse ferdig utlagt på veg

Tabell 631.5 Krav til korngredning for 0/90-masse ferdig utlagt på veg

Kornstørrelse (mm)	0,063	2	5,6	11,2	22,4	45	90	125
Grenseverdi (%)	0-3	3-32	6-42	12-53	23-66	43-81	80-99	100

631.2 Forkiling av forsterkningslag

Ved grove, åpne masser vil det ofte være nødvendig å sikre tilfredsstillende stabilitet i toppen av laget ved å legge ut et tynt forkilingslag. Geometriske krav skal være oppfylt for forsterkningslaget før forkiling foretas, se tabell 602.1.

Valg av materialer

Ved bruk av knust berg (Fk) i bærelaget bør forkiling av forsterkningslaget utføres med knust berg (Fk). Ved bruk av bituminøse materialer i bærelaget bør forkiling av forsterkningslaget utføres med knust asfalt (Ak), emulsjonsgrus (Eg) eller skumgrus (Sg).

Alle forkilingsmaterialer skal ha bærelagskvalitet. Forkilingsmateriale av Fk skal tilfredsstillende krav i kapittel 641.1. Forkilingsmateriale av Ak, Eg eller Sg skal tilfredsstillende krav i kapittel 642.1, 643.4 og 643.5. Subbus skal ikke benyttes til forkiling.

Lagtykkelser og utførelse

Forkilingen skal stabilisere massen. Forkilingen skal være så tynn som mulig, og tykkelsen skal ingen steder være mer enn 50 mm.

Omfang for kontroll av forkilingslag skal være som for bærelag.

Fordi forkilingslaget er tynt og blandes med forsterkningslaget under utlegging, vil det være vanskelig å ta en god prøve for analyse. Det aksepteres at levert vare med forkilingsmasser prøvetas og dokumenteres på anlegg før utlegging.

64 Bærelag

641 Bærelag av mekanisk stabiliserte materialer

Aktuelle materialer til mekanisk stabiliserte bærelag er knust grus (Gk), knust berg (Fk), forkilt pukk (Fp), knust asfalt (Ak) og knust betong (Gjb) som er egnet for formålet [37].

641.1 Knust grus (Gk), knust berg (Fk) og knust betong (Gjb)

641.11 Krav til materialene

Leverte materialer til mekanisk stabiliserte bærelag skal deklarerer i henhold til NS-EN 13242 [4] og NS-EN 13285 [10].

Bruksområder for Fk er gitt i tabell 513.2. Gk og Gjb kan benyttes på gang-/sykkelveger, parkeringsplasser med lett trafikk og veger i trafikkgruppe A. Til bærelag skal det velges én av sorteringene 0/22 (normalt kun Gk, til bærelag i grusveg kan også benyttes Fk), 0/32, 0/45 og 0/63 (kun Fk og Gjb). Det skal tas hensyn til lagtykkelse ved valg av sortering. Til forkiling av forsterkningslag kan det velges Fk 0/22 i bærelagskvalitet.

Krav og kontrollomfang som gjelder for materiale ferdig utlagt på veg er gitt i tabell 641.1, tabell 641.2, og i figur 641.1, figur 641.2, figur 641.3 og figur 641.4.

For Gjb er materialsammensetningen beskrevet i tabell 631.3.

Tabell 641.1 Materialkrav og kontrollomfang for bærelag av knust grus (Gk), knust berg (Fk) og knust betong (Gjb) ferdig utlagt på veg

Parameter	Krav	Kontrollomfang, 1 prøve pr. påbegynt	Andel avvikende prøver	Maks. avvik
Los Angeles-verdi ¹⁾	≤ 35 ¹⁾	5000/1500 m ^{3 2)}	1 av 5	+2
Micro-Deval-koeffisient ¹⁾	≤ 15 ¹⁾	5000/1500 m ^{3 2)}	1 av 5	+1
Flisighetsindeks	≤ 25	5000/1500 m ^{3 2)}	1 av 5	+2
Humusinnhold for Gk, % ³⁾	≤ 1	5000 m ³	1 av 5	+0,2
Masseprosent av knuste korn ⁴⁾	≥ 50	2500 m ³	1 av 5	-4
Masseprosent av fullstendig rundete korn ⁴⁾	≤ 30			+2
Korngradering	Tabell 641.2	500 m ³	Kun innenfor toleranse, se tabell 641.2	Se tabell 641.2 (toleranse)
Overstørrelser Maksimal kornstørrelse	Tabell 641.2	500 m ³	Kun innenfor toleranse, se tabell 641.2	Se tabell 641.2 (toleranse)
Maksimum finstoffinnhold : (< 63 µm av total prøve): Sortering 0/22 (kun Gk), 0/32 ⁵⁾	≤ 7 %	500 m ³	0	0
Sortering 0/45	≤ 5 %			
Sortering 0/63 (kun Fk og Gjb)	≤ 3 %			

¹⁾ For veger i trafikkgruppe A er kravet Los Angeles-verdi ≤ 40 og micro-Deval-koeffisient ≤ 20. Det aksepteres verdier fra materialprodusent for disse to egenskapene.

²⁾ Kontrollomfang er 1 prøve pr. påbegynt 5000 m³ for Gk og Fk, og 1 prøve pr. påbegynt 1500 m³ for Gjb.

³⁾ Kravet til kontroll av humus gjelder ikke for Fk siden det antas at humus i svært liten grad er til stede i materialet.

⁴⁾ For knust berg (Fk) og knust gjenbruksbetong (Gjb) kan kravet ansees oppfylt uten ytterligere dokumentasjon.

⁵⁾ Fk 0/22 kan benyttes til forkiling av forsterkningslag og som bærelag i veger med grusdekke. Krav til korngradering er da som for Gk.

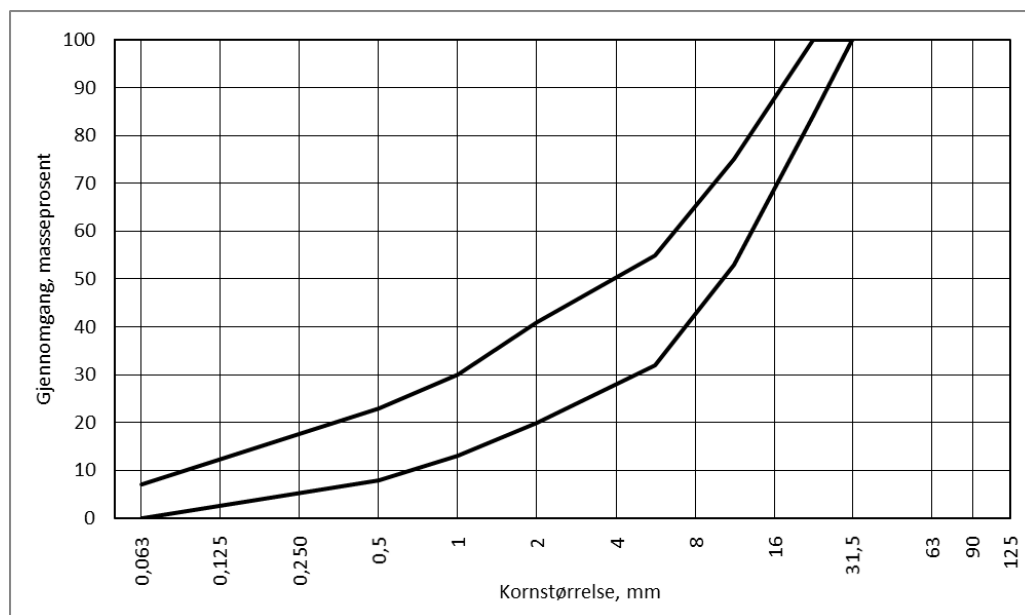
For korngradering skal entreprenøren beskrive en typisk kornfordelingskurve for ferdig utlagt materiale. Denne skal ligge innenfor krav, se tabell 641.2 og figur 641.1 – figur 641.4. Alle korngraderinger for enkeltpøver skal ligge innenfor toleransene (det tillatte avviket fra typisk kurve). Alternativt kan den typiske kornfordelingskurven være den samme som den deklarererte kornfordelingskurven iht. NS-EN 13285 [10], så lenge denne er innenfor grensekurvene. Vær oppmerksom på at det ved transport, utlegging og komprimering kan skje nedknusing og økning i finstoffinnhold.

Tabell 641.2 Krav til korngradering for bærelag av knust grus (Gk) og knust berg (Fk) ferdig utlagt på veg

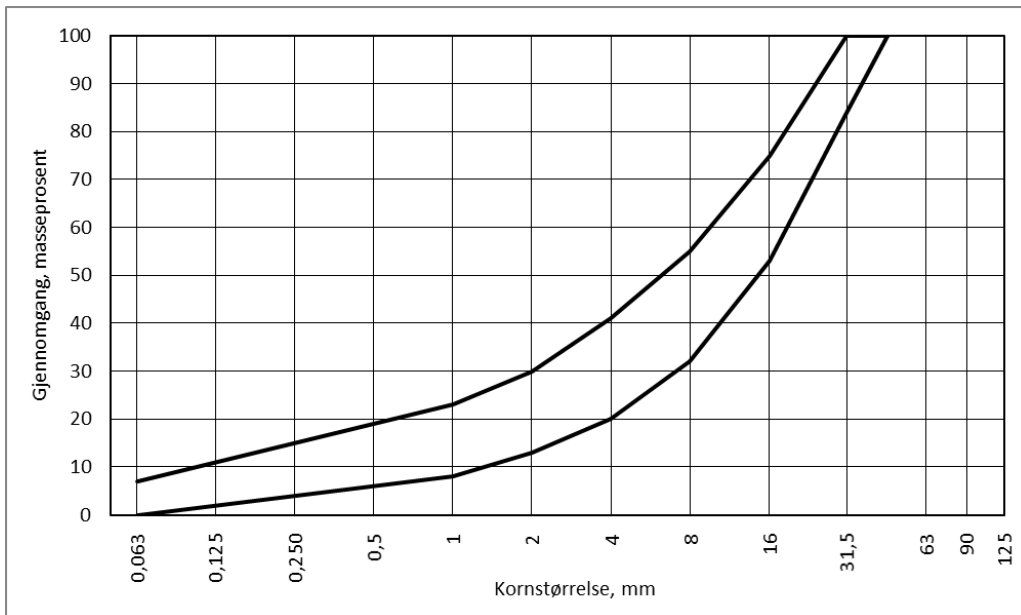
Siktstørrelse, mm				% gjennomgang	
Sortering 0/22 (Gk)	Sortering 0/32 (Gk og Fk)	Sortering 0/45 (Gk og Fk)	Sortering 0/63 (Fk)	Krav (grensekurver)	Toleranse ift. typisk kurve
31,5	45	63	90	100	- ¹⁾
22,4	31,5	45	63	84 – 100	-6/+8
11,2	16	22,4	31,5	53 – 75	-8/+8
5,6	8	11,2	16	32 – 55	-8/+10
2	4	5,6	8	20 – 41	-8/+10
1	2	2	4	13 – 30	-7/+9
0,5	1	1	2	8 – 23	-6/+6
0,063	0,063	-	-	0 – 7	- ²⁾
-	-	0,063	-	0 – 5	- ²⁾
-	-	-	0,063	0 – 3	- ²⁾

¹⁾ Kun krav til % gjennomgang, her 100 %.

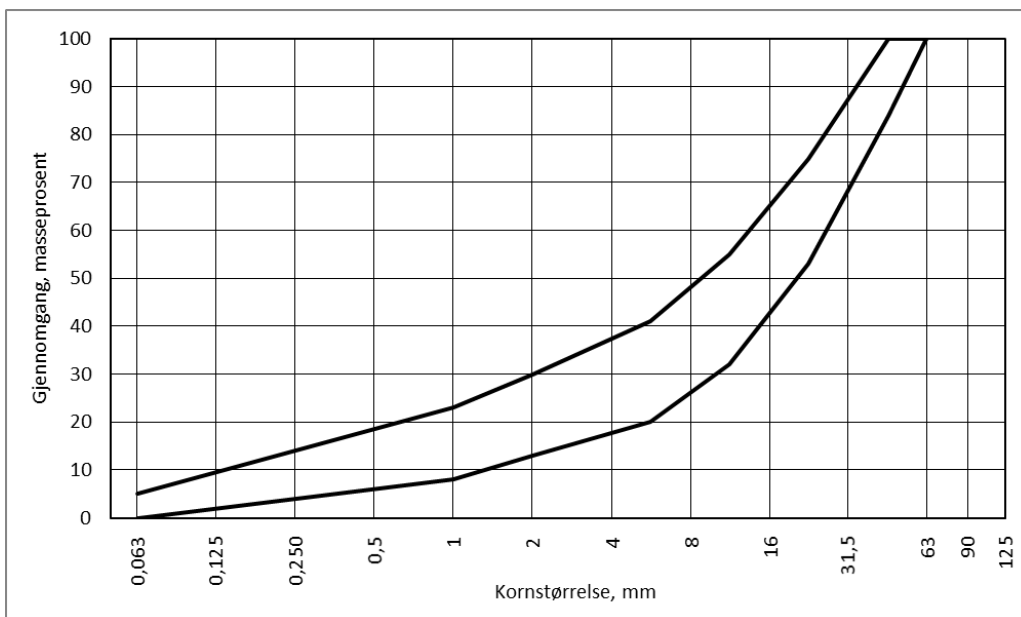
²⁾ Kun krav til % gjennomgang, se kolonne til venstre eller tabell 641.1.



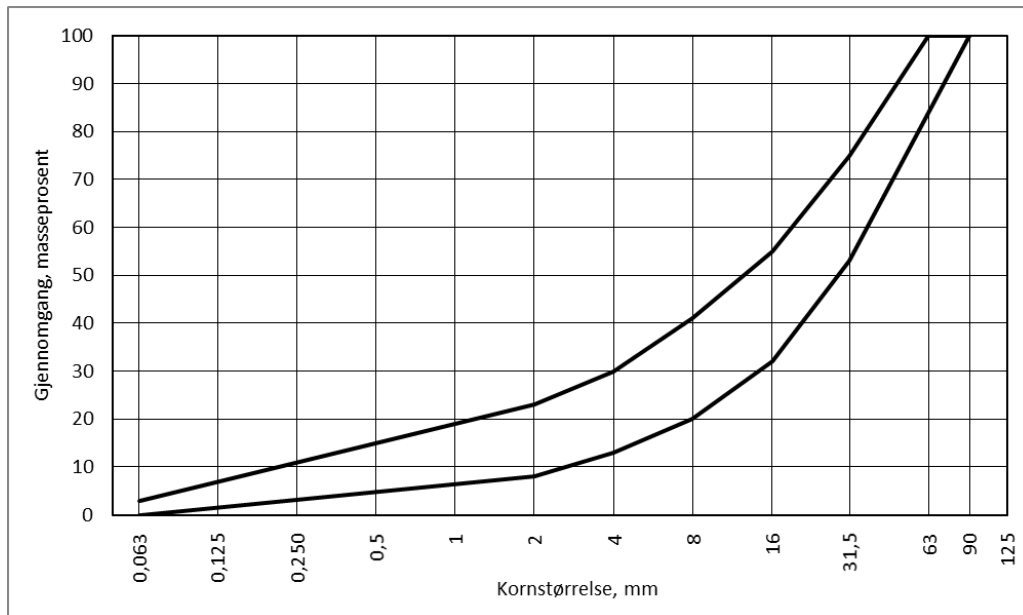
Figur 641.1 Grensekurver for Gk i sortering 0/22 i bærelag ferdig utlagt på veg. Typisk kurve skal ligge innenfor heltrukne grensekurver.



Figur 641.2 Grensekurver for Gk, Fk og Gjb i sortering 0/32 i bærelag ferdig utlagt på veg. Typisk kurve skal ligge innenfor heltrukne grensekurver.



Figur 641.3 Grensekurver for Gk, Fk og Gjb i sortering 0/45 i bærelag ferdig utlagt på veg. Typisk kurve skal ligge innenfor heltrukne grensekurver.



Figur 641.4 Grensekurver for Gk, Fk og Gjb i sortering 0/63 i bærelag ferdig utlagt på veg. Typisk kurve skal ligge innenfor heltrukne grensekurver.

641.12 Utførelse

Materialet skal legges ut med utstyr og arbeidsopplegg som sikrer massens homogenitet. Separasjon og finstoffanriking skal unngås.

Materialet skal være fuktig ved komprimering, man må regne med at det er behov for vanning av materialet under komprimeringen.

Knust betong bør ikke legges ut i tykkere lag enn 200 mm i hver omgang når tykkelsen totalt er over dette.

For knust betong bør det generelt utvises forsiktighet mht. valg av utstyr og bruk av vibrasjon for å unngå nedknusing. Knust betong bør komprimeres ved et høyt vanninnhold. Vanning er derfor meget viktig ved komprimering.

Det vises også til kapittel 602 for krav til utførelse.

641.2 Forkilt puk (Fp)

641.20 Generelt

Bærelag av forkilt puk består av ensgradert puk som forkiles med finere puk eller asfalterte materialer for å få tilstrekkelig stabilitet.

641.21 Krav til mekaniske egenskaper

Pukkmaterialer til forkilt puk skal deklarerer i henhold til NS-EN 13242 [4]. Krav til materialet er gitt i tabell 641.3.

Tabell 641.3 Materialkrav til forkilt pukk (Fp)

ÅDT	≤ 300	301–1500	≥ 1500	Forkiling
Flisighetsindeks	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 30	¹⁾
Micro-Deval-koeffisient	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Knusningsgrad	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{30/60}

¹⁾ Krav som for hovedsortering.

641.22 Krav til korngradering

Tabell 641.4 viser krav til hovedsortering og forkilingsmateriale avhengig av lagtykkelser for en del hovedsorteringer.

Tabell 641.4 Krav til korngradering for forkilt pukk (Fp), avhengig av lagtykkelse, for noen aktuelle sorteringer

Sortering	Lagtykkelse	
	75 mm	100 mm
Hovedsortering		
Sortering	16/56	22/63
Maks andel overkorn	20 %	20 %
Maks andel underkorn	20 %	20 %
Min. andel < 45 mm	20 %	20 %
Maks. andel < 45 mm	70 %	70 %
Forkilingsmateriale av pukk		
Sortering	8/11	8/16
Maks andel overkorn	20 %	20 %
Maks andel underkorn	20 %	20 %
Forkilingsmateriale av asfalt eller knust asfalt, Ak		
Sortering	0/11	0/16

641.23 Utførelse

God kvalitet for et bærelag av forkilt pukk er i stor grad avhengig av utførelsen, i større grad enn for de fleste andre bærelagstyper.

Materialet skal legges ut med pukktlegger som sikrer massens homogenitet og god forkiling mellom steinene. Forkilt pukk kan være ustabil dersom ikke utlegging og komprimering utføres omhyggelig.

Pukken skal legges ut i korrekt tykkelse i ett lag og komprimeres. Deretter forkiles pukklaget med finpukk i riktig størrelse, eller med knust asfalt, asfaltert grus eller asfaltert pukk. Mengden forkilingsmateriale skal tilpasses slik at det sikrer god forkiling, uten at det dannes et eget lag av forkilingsmaterialet på toppen av bærelaget, og uten at det blir liggende løst materiale etter valsing.

Etter forkiling skal materialet komprimeres omhyggelig, se punkt 602.24.

642 Resirkulert asfalt i bærelag

642.0 Generelle krav

Resirkulert asfalt (se punkt 651.3) i ubundet form (dvs. uten tilførsel av bindemiddel) kan brukes som bærelag og forkilingsmasse, som anleggsdekke eller midlertidig dekke ved lav trafikk.

Materialets renhet skal dokumenteres, se punkt 651.3. NS-EN 12697-42: Bituminøse masser – Prøvningsmetoder for varmblandet asfalt – Del 42: Mengde av fremmedmateriale i resirkulert asfalt

[11] angir metode for klassifisering av fremmedstoffer i resirkulert asfalt. Det skal tas et representativt antall prøver fra produserte lagerhauger med granulerte asfaltflak for dokumentasjon av renhet. Fersk fresemasse som ikke er mellomlagret med mulighet for forurensing kan antas som ren.

Asfaltgranulat skal være fri for klumper.

642.1 Knust asfalt (Ak)

Knust asfalt omfatter både frest asfalt og knuste asfaltflak som resirkulert asfalt, jf. punkt 651.3, benyttet uten tilførsel av nytt bindemiddel.

Ubundet asfaltgranulat kan bare brukes i ett lag i overbygningen, med følgende ÅDT-begrensninger:

- Øvre bærelag – Trafikkgruppe A og B
- Nedre bærelag – Trafikkgruppe A – D

642.11 Krav til materialet

Til bærelag bør sorteringen enten være 0/16, 0/22 eller 0/32. Til forkiling kan også 0/11 brukes.

For masser produsert kun av asfalt er det ingen krav til mekaniske egenskaper (Los Angeles-verdi og micro-Deval-koeffisient), flisighet, humusinnhold eller andel knuste/rundete korn. Disse egenskapene er forutsatt ivaretatt ved asfaltproduksjonen og endres i liten grad ved nedknusing.

Det tillates innblanding av Gk eller Fk inntil 50 %. Tilslag av Gk eller Fk skal da oppfylle krav i punkt 641.1.

642.12 Utførelse

Ak skal ikke brukes i områder med stor og tung statisk eller saktegående trafikkbelastning (busslommer, lyskryss, kanalisering mv.).

Asfaltgranulat legges ut i et jevntykt og homogent lag med tykkelse inntil 10 cm i bærelaget. Øvre siktstørrelse for granulatet skal være mindre enn halvparten av lagtykkelsen. Ved komprimering bør materialet ha et vanninnhold på minst 5 %. Tungt statisk valseutstyr skal benyttes, fordi Ak kan være utsatt for separasjon og ustabilitet ved vibrasjonskomprimering. Se også tabell 602.3 (knuste materialer). Separasjon skal unngås. Ved produksjon skal det tas høyde for at det kan skje nedknusing og økning i finstoffinnhold ved transport, utlegging og komprimering.

642.2 Gjenbruksasfalt (Gja)

642.21 Krav til materialet

Gjenbruksasfalt er Ak tilsatt bituminøst bindemiddel. Gjenbruksasfalt kan produseres varmt eller kaldt, på veg eller i blandeverk. For resirkulert asfalt tilsatt i mindre mengder i ordinære massetyper, se punkt 651.3.

Som bindemiddel kan anvendes bitumenemulsjon eller skumbitumen basert på myk bitumen V1500-V12000 og bitumen 250/330 eller 330/430.

642.22 Varm og kald gjenvinning i blandeverk

Ved varm og kald gjenvinning i verk skal massen proporsjoneres og tilsiktet sammensetning dokumenteres.

642.23 Varm og kald gjenvinning på veg

Varm og kald gjenvinning på veg foregår med bakgrunn i fresing, hhv. med eller uten oppvarming av dekket som skal gjenbrukes. Mindre mengder pukk i passende sorteringer kan tilføres for å korrigere kornfordelingen i det ferdige produktet.

Eksisterende dekkematerialer skal analyseres for å kunne foreta riktig proporsjonering med tilførte materialer. Proporsjoneringen og tilsiktet resultat skal dokumenteres.

Utlegging foretas med spesialutlegger eller med veghøvel dersom gjenvinningen foregår i varm utførelse. For kald utførelse kan utleggingen foretas med spesialutlegger eller med høvel, avhengig av metode.

642.24 Utførelse

Gja skal komprimeres til tilsiktet resultat er oppnådd.

643 Bituminøse bærelag

643.0 Generelt

For bituminøse masser brukt i bærelag gjelder de generelle krav til asfaltmasser iht. kapittel 650.

643.1 Asfaltert grus (Ag)

643.11 Materialkrav og proporsjonering

Asfaltert grus skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 13108-1 "Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 1: Asfaltbetong" [12]. Av massens benevnelse skal både bindemiddelgrad, øvre siktstørrelse og massens bruksområde fremgå, jf. NS-EN 13018-1 [12]. De mest vanlige typer av asfaltert grus er Ag 8, Ag 11, Ag 16 og Ag 22 hvor tallene angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen. Asfaltert grus med øvre siktstørrelse 16 mm, bindemiddel 70/100 og bruksområde bærelag skal f.eks. ha benevnelsen **AC 16 base 70/100 Ag 16**.

Delmaterialene skal tilfredsstillende kravene i tabell 643.1. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillende kravene i tabell 643.1 og tabell 643.2.

Øvre siktstørrelse skal ikke være større enn 22 mm. Bindemiddelinholdet skal bestemmes innenfor de rammer som er satt for massen med hensyn på krav til hulrom og sammensetning.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres iht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-1 [12].

Ag 8 skal bare anvendes til tynne avrettingslag og utspleisinger.

For prøvelegemer komprimert ved slagkomprimering med 50 slag pr side (metode C.1.2 i tabell C.1 i NS-EN 13108-20: Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 20: Typeprøving [13]), skal krav som angitt i tabell 643.2 være oppfylt.

Tilfredsstillende vedheftning mellom steinmaterialer og bindemiddel skal dokumenteres før arbeidene igangsettes, jf. punkt 651.42.

Tabell 643.1 Krav til delmaterialer, Ag

ÅDT	≤ 300	301–1500	1501–5000	> 5000
Stein				
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 30
Micro-Deval-koeffisient	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Knusningsgrad	C _{30/60}			
Bindemiddel	70/100–330/430			50/70–160/220

Tabell 643.2 Krav til hulrom og komprimeringsgrad, Ag

Krav til hulrom ved proporsjonering og utførelse, og krav til komprimeringsgrad ved utlegging	Øvre siktstørrelse	
	< 11,2 mm	≥ 11,2 mm
Bærelag		
- minste hulrominnhold, %	3 ¹⁾	3
- største hulrominnhold, %	8 ¹⁾	8
Komprimeringsgrad ved utlegging	-	≥ 96 %

¹⁾ Gjelder kun ved proporsjonering.

643.12 Produksjon og utlegging

Ved produksjon og utlegging skal temperaturgrensene for det aktuelle bindemiddelet overholdes. Massen skal umiddelbart etter utlegging vales, slik at både hulromprosent og komprimeringsgrad ligger innenfor grenseverdiene i tabell 643.2.

643.2 Asfaltert pukk (Ap)

643.21 Materialkrav og proporsjonering

Asfaltert pukk er et drenerende bærelagsmateriale og skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 13108-1 [12]. Delmaterialene skal tilfredsstillende kravene i tabell 643.3. Av massens benevning skal både bindemiddelgrad, øvre siktstørrelse og massens bruksområde fremgå, jf. NS-EN 13018-1 [12]. Asfaltert pukk med øvre siktstørrelse 16 mm, bindemiddel 70/100 og bruksområde bærelag skal f.eks. ha benevningen **AC 16 base 70/100 Ap 16**.

Tabell 643.3 Krav til delmaterialer, Ap

ÅDT	≤ 300	301–1500	1501–5000	> 5000
Stein				
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 30
Micro-Deval-koeffisient	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Knusningsgrad	C _{50/10}			C _{70/10}
Bindemiddel	70/100–330/430			

Med mindre det kan dokumenteres at det ikke er behov, skal asfaltert pukk tilsettes vedheftningsmiddel. Tilfredsstillende vedheftning mellom steinmaterialer og bindemiddel skal dokumenteres før arbeidene igangsettes, jf. punkt 651.42.

643.22 Produksjon og utlegging

Ap skal ferdig utlagt og komprimert ha hulrom ≥ 18 %. Ved framstilling og utlegging av asfaltert pukk skal temperaturgrensene for det aktuelle bindemiddelet overholdes. Massen skal komprimeres umiddelbart etter utlegging.

643.3 Penetrert pukk (Pp)

643.31 Krav til materialer

Penetrert pukk skal sammensettes av materialer med kravspesifikasjoner som angitt i tabell 643.4.

Tabell 643.4 Materialkrav, Pp

ÅDT	≤ 300	301–1500	≥ 1500	Forkiling
Stein				
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 25
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 35 ¹⁾
Micro-Deval-koeffisient	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15 ²⁾
Knusningsgrad	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{30/60}
Bindemiddel	Bitumenemulsjon (basisbindemiddel 160/220-330/430)			
	Vegbitumen 160/220-330/430			

¹⁾ Ved ÅDT ≤ 300 tillates Los Angeles 40.

²⁾ Ved ÅDT ≤ 300 tillates M_{DE} 20.

Steinmaterialet skal ikke ha belegg som kan redusere vedheftningen. Pukksorteringene (hovedmaterialet) kan ha inntil 15 % underkorn og 15 % overkorn. Min. og maks. gjennomgang ved mellomsiktet D/1,4 er hhv. 20 % og 70 % med toleranse ± 15 %.

643.32 Utførelse

Penetrert pukk skal ikke utføres i tykkelser over 100 mm.

Mengde utsprøytet bindemiddel skal ikke på noe punkt avvike mer enn ± 15 % fra angitt mengde i tabell 643.5, med unntak for overlapp i lengdeskjøt. Bitumenemulsjon skal være tilpasset steinmaterialet. Andre bindemiddeltypene skal tilsettes aktivt vedheftningsmiddel med dokumentert effekt og mengde iht. punkt 651.42.

Tabell 643.5 Kravspesifikasjoner, utførelse, Pp

Hovedmaterialer				
Lagtykkelse, mm	Pukksortering	Bindemiddelmengde (rest)		
		Pukkforkiling, kg/m ²	Asfaltforkiling, kg/m ²	
75	16/32	2,5 – 3,5	2,0 – 3,0	
100	22/45	3,0 – 4,0	2,5 – 3,5	
Bindemiddel		Temperatur, °C		
Vegbitumen 160/220-330/430 Bitumenemulsjon C67B2-C69B3		Tilpasset bindemiddelets hardhet 60 – 80		
Forkilingsmateriale				
Pukksortering, mm	Pukk		Asfalt	
	Sortering, mm	Mengde, kg/m ²	D, mm	Mengde, kg/m ²
16/32	8/11	16	16	20 – 30
22/45	8/11	22	16	25 – 35

Penetrert pukk skal forkiles med egnet materiale. Asfaltert forkilingsmateriale skal oppfylle de krav som gjelder for den aktuelle massetype.

Komprimering skal utføres i henhold til punkt 602.24.

643.4 Emulsjonsgrus (Eg)

643.41 Krav til materialer og sammensetning

Emulsjonsgrus skal sammensettes av materialer med kravspesifikasjoner som angitt i tabell 643.6.

Tabell 643.6 Kravspesifikasjoner, Eg

ÅDT	≤ 300	301 – 1500	1501 – 5000
Stein			
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 35
Micro-Deval-koeffisient	≤ 20	≤ 15	≤ 15
Bindemiddel Bindemiddeltipe i emulsjon	160/220 – V12000		

Grus- og steinmaterialer skal være jordfuktige og bestå av usortert, harpet eller knust materiale, som inneholder alle fraksjoner, inklusive filler.

Bindemiddelet skal tilpasses det steinmaterialet som benyttes. Bindemiddelinholdet er avhengig av finstoffinnholdet og bestemmes ved proporsjonering. Restbindemiddelinholdet skal likevel minst være 3,0 masseprosent.

Lastfordelingskoeffisient skal oppgis.

643.42 Utførelse

Emulsjonsgrus skal komprimeres umiddelbart etter utlegging.

I det ferdige bærelaget skal bindemiddelinholdet være i overensstemmelse med masseresept og innenfor toleransegrenser som angitt.

643.5 Skumgrus (Sg)

643.51 Krav til materialer og sammensetning

Skumgrus skal sammensettes av materialer med kravspesifikasjoner som angitt i tabell 643.7.

Tabell 643.7 Kravspesifikasjoner, Sg.

ÅDT	≤ 300	301 -1500	1501 - 5000
Stein			
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 35
Micro-Deval-koeffisient	≤ 20	≤ 15	≤ 15
Bindemiddel Skumbitumen basert på følgende bindemiddeltiper:	160/220 - V12000		

Grus- og steinmaterialer skal være jordfuktige og bestå av usortert, harpet eller knust materiale, som inneholder alle fraksjoner, inklusive filler.

Bindemiddelet skal tilpasses det steinmaterialet som benyttes. Bindemiddelinholdet er avhengig av finstoffinnhold og bestemmes ved proporsjonering.

Det skal benyttes aktivt vedheftningsmiddel med dokumentert effekt i henhold til punkt 651.42. Lastfordelingskoeffisient skal oppgis.

643.52 Utførelse

Sg skal komprimeres umiddelbart etter utlegging.

643.6 Bitumenstabilisert grus (Bsg) og Bitumenanriket grus (Bag)

643.60 Generelt

Bitumenstabilisert bærelag kommer primært til anvendelse ved forsterkning av eksisterende veg hvor bærelaget består av noe telefarlig materiale eller av andre årsaker har for dårlig lastfordelende evne. Etter først å ha fjernet det meste av asfaltlagene over, består tiltaket i fresing og innblanding av bituminøst bindemiddel i form av bitumenemulsjon eller skummet bitumen i materialet.

Et tilfredsstillende resultat for bærelag av bitumenstabilisert grus og bitumenanriket grus forutsetter at det gjennomføres grundige forundersøkelser. Disse undersøkelsene må minst omfatte følgende:

- Tykkelsen til de bituminøse lagene over de granulære materialene som skal stabiliseres, inkl. variasjoner i tykkelse.
- Finstoffinnholdet i de materialer som skal stabiliseres.
- Mengden grove steinmaterialer (andelen over ca. 75 mm) i bærelaget som skal stabiliseres og hvor store steiner man kan regne med å støte på.

Anrikingsdybden skal tilpasses de stedlige forhold og det utstyr som er tenkt anvendt. Ved planlegging, før disse forholdene er kjent, bør en anrikingsdybde på 75 mm legges til grunn.

643.61 Krav til sammensetning

Det skilles mellom bitumenstabilisert grus og bitumenanriket grus.

I bitumenstabilisert grus skal prosjektert restbindemiddelinhold være minst 3,0 %.

Bindemiddelinhold fra eventuelle rester av gamle dekkematerialer skal ikke medregnes. I bitumenstabilisert grus skal bindemiddelinholdet bestemmes ved proporsjonering og skal tilpasses slik at materialet fyller funksjonsbestemte krav til lastfordeling, stabilitet og frostbestandighet. Lastfordelingskoeffisient bør være minimum 1,5.

I bitumenanriket grus skal prosjektert restbindemiddelinhold være mellom 1,5 % og 3,0 %. Det er ikke krav til dokumentasjon av lastfordelingskoeffisienten til bitumenanriket grus.

644 Drensbetong (Db) til bærelag for steindekker

644.0 Generelt

Drensbetong består av knuste steinmaterialer som tilsettes nok betongmørtel til at de grove partiklene omhylls av mørtel. Aktuelle graderinger er Db 8, Db 11, Db 16, Db 22 og Db 32, hvor tallverdiene angir øvre siktstørrelse.

644.1 Krav til materialet og kontrollomfang

644.11 Krav til materialet

Steinmaterialet bør være ensgradert og skal ikke inneholde kjemiske stoffer eller forurensninger som kan virke skadelig på betong.

Krav til materialet og kontrollomfang er gitt i tabell 644.1.

Tabell 644.1 Kvalitetskrav og kontrollomfang, pukk til dreinsbetong

Kontroll av	Kvalitetskrav	Kontrollomfang
	Krav	Min. 1 prøve per påbegynt
Materialproduksjon		
– Los Angeles-verdi	≤ 40	5000 m ³
– Flisighetsindeks (8-16 mm)	≤ 45	5000 m ³

Det bør ikke være belegg på steinmaterialet.

Sand, fillersand og filler som skal benyttes i betongen skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 206-1: Betong – Spesifikasjon, egenskaper, framstilling og samsvar [35].

644.12 Krav til ferdig utlagt lag

- Hulrom minimum 15 volum-%.
- Permeabilitet iht NS-EN 12697-40 [36] (vanngjennomtrengelighet): kf-verdi minimum $1 \cdot 10^{-3}$ m/s (sterk vanngjennomtrengelig). Dersom betongen brukes i bærelaget under steindekker i bunden utførelse senkes kravet til $k_f \geq 5,4 \cdot 10^{-5}$ (normal vanngjennomtrengelig).
- Trykkfasthet på enkeltprøver skal være minimum 15 MPa, gjennomsnitt av 5 prøver minimum 20 Mpa.

Permeabiliteten skal dokumenteres ved en måling for hver påbegynt 1000 m², minimum 3 prøver pr. prosjekt.

Ved utlegging og komprimering skal konsistensen være «jordfuktig», v/c-tallet skal ikke ligge over 0,4.

644.2 Produksjon og utførelse

Underlaget skal tilfredsstillere jevnhetskrav i tabell 676.1. Dokumentasjon av utført komprimering skal gjennomføres med platebelastning for hver 1000 m². Krav til komprimering er som for forsterkningslag. Ved bruk av responsmåling kan prøvefrekvens med platebelastning reduseres.

Dreinsbetong skal være fabrikkblandet.

Dreinsbetong er en ferskvare som skal brukes innen maks 2 timer etter blanding. Dreinsbetong kan belegges med settelagsmaterial og stein etter 3 døgns liggetid.

Det anbefales å legge inn sagkutt eller gjennomgående fuger. Størrelsen på felt uten fuger bør være mindre enn 30 m². For smale arealer, eksempelvis 1 m i bredde, anbefales en fuge hver 10. meter.

644.3 Etterbehandling

For at betongen skal oppnå sin optimale styrke og dermed motstandsevne mot statiske og dynamiske belastninger, bør betongen beskyttes mot uttørking og utvasking allerede under leveransen. Ferdig utlagte og komprimerte arealer bør umiddelbart tildekkes med fiberduk og plastfolie og holdes tildekket i minst 3 døgn. Fiberduken bør holdes fuktig i hele første del av herdeperioden for å tilføre betongen vann. Plastfoliens hensikt er å beskytte mot uttørking og den bør derfor legges tilbake umiddelbart etter vaning.

644.4 Kontroll

Kontroll av kvaliteten ved produksjon og utlegging utføres i henhold til kapittel 602.

65 Asfalt

650 Produksjon og utførelse av verksblandet asfalt

650.1 Dokumentasjon av asfaltmassens ytelse

For alle verksblandede asfaltmasser skal det utarbeides en dokumentasjon av asfaltmassens ytelse i forhold til de krav som er satt.

For de massetyper som dekkes av NS-EN 13108-serien skal dokumentasjonen inkludere resultater fra typeprøvingen i henhold til kravene i NS-EN 13108-20 [13]. Dokumentasjon av asfaltmassens ytelse skal bygge på en proporsjonering av massen. Proporsjoneringen skal fange opp de variasjoner man kan forvente i massens sammensetning og arbeidernes utførelse.

For alle asfaltarbeider skal det utarbeides en komprimeringsplan. For arbeider som omfatter mer enn 5000 tonn slitelag og/eller bindlag på veier med ÅDT 5000 eller mer, skal komprimeringsplanen baseres på et valseprogram som sikrer at kvalitetskravene blir oppfylt. Dette må byggherren ta hensyn til ved vurdering av sted for gjennomføring av valseprogram, og entreprenøren legge vekt på ved utarbeidelse av fremdriftsplanen. Valseprogrammet skal gjennomføres ved oppstart av arbeidene, og tid for gjennomføring av valseprogrammet skal fremgå av fremdriftsplanen.

650.2 Vedheftning mellom steinmaterialer og bindemiddel

I alle bituminøse masser skal det sikres god vedheft mellom bindemiddel og steinmaterialer. Dette skal dokumenteres ved en relevant metode, NS-EN 12697-11 [3], NS-EN 12697-12 [14] eller NS-EN 13614 [38].

650.3 Produksjon av asfalt

All produksjon av asfalt skal foregå med egnet blandeverksutstyr og på en slik måte at blandingen gir en homogen masse.

Ved verksproduksjon av varmblandet asfalt er det satt begrensninger for andelen resirkulert asfalt i massen. Kravene er vist i tabell 650.1.

Tabell 650.1 Maksimale tillatte andeler av tilsatt resirkulert asfalt, % (vekt)

Tilsatt bindemiddel	Lag	Massetype	Trafikkmengde, ÅDT	Tilsetning av resirkulert asfalt, maks	
				Kald tilsetning	Forvarmet tilsetning
Polymermodifisert bitumen	Alle	Alle ¹⁾	Alle	10 %	10 %
Vegbitumen	Slitelag	Ska ¹⁾	Alle	10 %	10 %
		Ab	≥ 5000	15 %	25 %
			< 5000	15 %	40 %
	Agb	< 3000	15 %	40 %	
	Bindlag, avrettingslag	Alle	Alle	25 %	40 %
Bærelag	Ag	Alle	Alle	25 %	40 %

¹⁾ Forutsatt dokumentasjon av resirkulert asfalt med hensyn på bindemiddelinhold, samt steinmaterialets kornfordeling og kulemølleverdi.

650.4 Transport av asfalt

Transport av asfalt skal foregå på en måte som sikrer at asfaltens kvalitet ikke forringes.

650.5 Klebing mellom asfaltlag

Det skal være god heft mellom alle lag. Det skal klebes med bitumenemulsjon mellom alle lag av varmblandet asfalt. Dette kravet gjelder ikke mellom to lag av drencasfalt. Underlaget skal alle steder være reint og uten noen form for belegg før klebing utføres.

Type og mengde bitumenemulsjon til klebing skal være tilpasset underlaget og det materialet som skal legges ut, slik at det alle steder er god heft uten tendens til glidning mellom lagene.

650.6 Utlegging av asfalt

Ved utlegging av asfalt skal det ikke være fritt vann på underlaget. Ved klebing skal emulsjonen være helt brutt før lastebiler kjører inn på klebet areal og asfalt legges ut.

Ferdig utlagt og komprimert skal bærelaget ikke noe sted ha en tykkelse som avviker mer enn 10 % fra planlagt tykkelse. For bindlag og slitelag skal dekkets tykkelse ikke avvike mer enn 15 % fra planlagt tykkelse og ikke noe sted være mindre enn 2 ganger massens øvre siktstørrelse.

Utleggerhastigheten skal være jevn og tilpasset transportkapasitet og tilgangen av asfaltmasse. Dekket skal være homogent, og homogeniteten skal dokumenteres ved egnet metode.

650.7 Skjøter

Alle skjøter i bindlag og slitelag skal klebes. Utførelsen, samt type og mengde bindemiddel skal gi en tett skjøt. Skjøtene skal ha samme kvalitet som det øvrige dekket.

650.8 Komprimering

Umiddelbart etter utlegging skal dekket valsles slik at både hulromprosent og komprimeringsgrad ligger innenfor de krav som er satt til asfaltlaget.

Utstyret til komprimering av asfalt skal være tilpasset arbeidets art, massens komprimeringsvillighet, dekketykkelse, utleggingshastighet og værforhold under utførelsen.

650.9 Krav til asfaltdekket

650.91 Geometriske krav

Geometriske krav til utlagt og komprimert asfaltdekke er vist i tabell 650.2.

Tabell 650.2 Krav og toleranser for geometri (mm) og jevnhet, asfalt

Dekketype	Veger og gater	G/S-veger
	Enkeltverdi	Enkeltverdi
Toleranse		
Bindlag		
Høyde ¹⁾		
- avvik fra prosjektert, maksimum	± 15	± 25
Jevnhet på tvers ²⁾		
- målt med 3 m rettholt, maksimum	8	10
Langsgående skjøter, maksimum ^{7) 8)}	4	6
Jevnhet på langs ²⁾		
- målt med 3 m rettholt, maksimum	6	8
Slitelag		
Høyde ¹⁾		
- avvik fra prosjektert, maksimum	± 10	± 20
Jevnhet på tvers ²⁾		
- målt med 3 m rettholt, maksimum	6	8
- målt med bilmontert laser, maksimum	5	7
Langsgående skjøter, maksimum ⁷⁾	4	6
Jevnhet på langs		
- målt med 3 m rettholt, maksimum	6	8
- IRI ved ÅDT ≥ 3000, maksimum ³⁾ (mm/m)	2,0	2,5
- IRI ved ÅDT < 3000, maksimum ³⁾ (mm/m)	2,5	3,0
Tverrfall, tillatt avvik fra prosjektert ⁴⁾		
- maksimum (%-poeng)	± 0,2	± 0,3
Bredde ⁵⁾		
- maksimum	+ 100	+ 100
- minimum	± 0	± 0

¹⁾ Gjelder enkeltpunkt. For slitelag av asfalt er krav til høyder normalt begrenset til steder hvor det er nødvendig pga. tilpasning til konstruksjoner o.l.

²⁾ Jevnhetskravene gjelder også skjøter.

³⁾ Målt med bilmontert laser, angis som 90/10-verdi pr. kjørefelt med lengde 600-1600 meter.

⁴⁾ Målt manuelt over 2 m eller med bilmontert laser (median over 20 meter).

⁵⁾ Horisontalt avvik fra de prosjekterte ytterbegrensningene.

⁶⁾ Gjelder enkeltpunkt.

⁷⁾ Målt med 1 m rettholt.

⁸⁾ Gjelder dersom bindlag skal fungere som midlertidig slitelag.

650.92 Friksjon

Friksjonsforholdene skal være ensartede for hele dekket og alle naturlig avgrensede parseller.

Friksjon på bar veg skal måles på vått dekke (vannfilm 0,5 mm). Friksjonskoeffisienten, målt ved 60 km/t og 18 % fast slipp skal være større enn 0,40. På veger med tillatt hastighet større enn 80 km/t skal friksjonskoeffisienten være over 0,50.

Friksjon måles med friksjonsmåleren «ROAR» eller annet utstyr som kan dokumentere tilsvarende nøyaktighet. Kravene gjelder middelveier for delstrekninger med lengde 20 meter.

651 Delmaterialer i asfalt

651.0 Generelt

Kravene til delmaterialer i asfalt omfatter bituminøse bindemidler, steinmaterialer, vedheftningsmidler og fibertilsetninger. Kravene til bituminøse bindemidler er generelle og gjelder ved all anvendelse i vegbygging, kravene til steinmaterialer, vedheftningsmidler og fibertilsetning omfatter bare anvendelse i asfaltmasser.

651.1 Bituminøse bindemidler

651.11 Vegbitumen og polymermodifisert bitumen (PMB)

Krav til og benevning av penetrasjonsgradert vegbitumen og viskositetsgradert vegbitumen (mykbitumen) er beskrevet i tabell 651.1 og tabell 651.2. Kravene er basert på NS-EN 12591: Bitumen og bituminøse bindemidler - Spesifikasjoner for vegbitumen [15].

Kravene skal være oppfylt ved anvendelsestidspunktet.

Penetrasjonsgradert vegbitumen skal dokumenteres og betegnes i henhold til NS-EN 12591 [15].

Tabell 651.1 Krav til penetrasjonsgradert vegbitumen

	Enhet	Prøvingsmetode NS-EN	Gradering						
			35/50	50/70	70/100	100/150	160/220	250/330	330/430
Penetrasjon ved 25 °C	0,1 mm	1426	35-50	50-70	70-100	100-150	160-220	250-330	
Penetrasjon ved 15 °C	0,1 mm	1426							90-170
Mykningspunkt	°C	1427	50-58	46-54	43-51	39-47	35-43		
Løselighet	%	12592	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0
Dynamisk viskositet ved 60 °C ¹⁾	Pa·s	12596	≥ 225	≥ 145	≥ 90	≥ 55	≥ 30	≥ 18	≥ 12
Viskositet ved 135 °C ¹⁾	mm ² /s	12595	≥ 370	≥ 295	≥ 230	≥ 175	≥ 135	≥ 100	≥ 85
	mPa·s	13302/ 13702	≥ 340	≥ 270	≥ 210	≥ 160	≥ 125	≥ 90	≥ 80
Fraass bruddpunkt	°C	12593	≤ -5	≤ -8	≤ -10	≤ -12	≤ -15	≤ -16	≤ -18
Flammepunkt	°C	ISO 2592	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 220		
		ISO 2719						≥ 180	≥ 180
Motstand mot oppherd- ing, RTFOT ved 163 °C		12607-1	Krav til gjenværende egenskaper etter korttidsaldring						
Masseendring, +/-	%	12607-1	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
Gjenværende penetrasjon	%	12607-1 + 1426	≥ 53	≥ 50	≥ 46	≥ 43	≥ 37	≥ 35	
Viskositetsforhold (etter/før) ved 60 °C ¹⁾		12607-1 + 12596						≤ 4,0	≤ 4,0
Økning i mykningspunkt	°C	12607-1 + 1427	≤ 8	≤ 9	≤ 9	≤ 10	≤ 11		

¹⁾ NS-EN 12596 og NS-EN 12595 er referansemetoder for viskositet ved henholdsvis 60°C og 135°C. Alternativt kan NS-EN 13302 eller NS-EN 13702 benyttes dersom tilfredsstillende korrelasjon er dokumentert.

Viskositetsgradert vegbitumen, ofte omtalt som myk bitumen, skal dokumenteres og betegnes i henhold til NS-EN 12591 [15].

Tabell 651.2 Krav til myk bitumen (viskositetsgradert vegbitumen)

	Enhet	Prøvningsmetode NS-EN	Gradering				
			V1500	V3000	V6000	V9000	V12000
Viskositet ved 60 °C ¹⁾	mm ² /s	12595	1000-2000	2000-4000	4800-7200	7200-10800	9600-14400
	mPa·s	13302/13702	965-1930	1940-3880	4690-7040	7060-10600	9430-14100
Flammepunkt	°C	ISO 2719	≥ 160	≥ 160	≥ 180	≥ 180	≥ 180
Løselighet	%	12592	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0
Motstand mot oppherding, TFOT ved 120 °C		12607-2	Krav til gjenværende egenskaper etter korttidsaldring				
Masseendring, +/-	%	12607-2	≤ 2,0	≤ 1,7	≤ 1,4	≤ 1,0	≤ 1,0
Viskositetsforhold (etter/før) ved 60 °C			≤ 3,0	≤ 3,0	≤ 2,5	≤ 2,0	≤ 2,0

¹⁾ NS-EN 12595 er referansemetode. Alternativt kan NS-EN 13302 eller NS-EN 13702 benyttes.

Polymermodifisert bitumen (PMB) benevnes og dokumenteres etter Norsk Standard NS-EN 14023: Bitumen og bituminøse bindemidler - Regler for spesifisering av polymermodifiserte bitumen [16]. Krav til og benevning for polymermodifisert bitumen er vist i tabell 651.3.

Tabell 651.3 Krav til polymermodifisert bitumen

	Enhet	Prøvings- metode NS-EN	Gradering				
			65/105-60	40/100-75	90/150-60	75/130-80	25/55-75
Penetrasjon ved 25 °C	0,1 mm	1426	65-105	40-100	90/150	75-130	25-55
Mykningspunkt	°C	1427	≥ 60	≥ 75	≥ 60	≥ 80	≥ 75
Kohesjon målt med kraftduktilitet ¹⁾	J/cm ²	13589	≥ 1 ved 10 °C	≥ 2 ved 10 °C	≥ 0,5 ved 10 °C	≥ 2 ved 10 °C	≥ 3 ved 10 °C
Fraass bruddpunkt	°C	12593	≤ -12	≤ -12	≤ -18	≤ -20	≤ -10
Elastisk tilbakegang ved 10 °C ¹⁾	%	13398	≥ 50	≥ 75	≥ 75	≥ 75	≥ 50
Flammepunkt	°C	ISO 2592	≥ 220	≥ 220	≥ 220	≥ 220	≥ 220
Lagringsstabilitet 72 timer ved 180 °C		13399	Krav til lagringsstabilitet				
Forskjell i mykningspunkt	°C	1427	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Forskjell i penetrasjon	0,1 mm	1426	≤ 9	≤ 9	≤ 9	≤ 9	≤ 9
Krav til gjenværende egenskaper etter korttidsaldring							
Motstand mot oppherding, RTFOT ved 163 °C		12607-1 ³⁾					
Masseendring	%	12607-1 ³⁾	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Gjenværende penetrasjon	%	1426	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60
Økning i mykningspunkt	°C	1427	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Fall i mykningspunkt ²⁾	°C	1427	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Ytelsesrelaterte tilleggskrav							
Gjelder ikke generelt, kun der dette er spesifisert i kontrakten.							
Motstand mot oppherding, RTFOT ved 163 °C		12607-1 ³⁾	Krav til gjenværende egenskaper etter korttidsaldring				
MSCRT Jnr3,2 kPa ved 60 °C	kPa ⁻¹	16659	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 1,0	≤ 0,2	≤ 0,1
Temperatursensitivitet T for G*=15 kPa @ 1,59 Hz	°C	14770 med 25 mm plate	≥ 50	≥ 55	≥ 40	≥ 55	≥ 60
Temperatursensitivitet T for G*=5000kPa @ 1,59 Hz	°C	14770 med 8 mm plate	≤ 20	≤ 25	≤ 15	≤ 25	≤ 30
RTFOT ved 163 °C etterfulgt av PAV ved T=100 °C i 20 timer		12607-1 ³⁾ + 14769	Krav til gjenværende egenskaper etter kort- og langtidsaldring				
BBR etter langtidsaldring T (S=300 MPa)	°C	14771	≤ -15	≤ -15	≤ -21	≤ -24	≤ -12

1) Prøven skal ikke ryke under testing.

2) Dersom mykningspunktet etter oppherding i RTFOT faller mer enn kravet på 5 °C, men fortsatt tilfredsstillende kravet til ferskt bindemiddel, anses kravet til motstand mot oppherding likevel som oppfylt.

3) For PMB med meget høy viskositet kan det være nødvendig å gjennomføre RTFOT ved 180 °C. I så fall skal dette framgå av dokumentasjonen.

Behov for omrøring ved lagring skal oppgis av bindemiddelleverandøren. For PMB skal maksimum og minimum lagrings- og blandetemperatur oppgis.

651.12 Bituminøse emulsjoner

Kationiske bituminøse emulsjoner skal tilfredsstillende kravene i tabell 651.4 - tabell 651.7 ut fra emulsjonenes bruksområder.

Emulsjoner skal dokumenteres og betegnes i henhold til produktstandarden NS-EN 13808: Bitumen og bituminøse bindemidler - Regler for spesifisering av kationiske bituminøse emulsjoner [17]. Bindemiddeltypen som er emulgert, skal angis. Eksempler på betegnelser er listet opp og forklart nedenfor:

Bitumenemulsjon: C60B3-70/100 og C60BF2-160/220

Polymermodifisert emulsjon med PMB: C60BP3-75/130-80 og C67BP2-65/105-60

Polymermodifisert emulsjon med lateks: C60BP2-160/220 (lateks)

Forklaring på betegnelsene:

- C betyr at emulsjonen er kationisk
- Tallene etter C angir bindemiddelinhold (100 % - vanninnhold)
- Bindemiddeltypen B angir at bindemiddelet er vegbitumen
- Bindemiddeltypen BP angir at bindemiddelet er polymermodifisert enten med PMB eller med lateks
- F betyr at emulsjonen inneholder mer enn 3 % (vekt) fluks i emulsjonen
- Tallet etter bindemiddeltypen angir brytningsklasse
- Siste del av betegnelsen (f.eks. 160/220 eller 75/130-80) angir bindemiddelgraden som er emulgert

Forskjellen mellom en polymermodifisert emulsjon med PMB og en polymermodifisert emulsjon med lateks går fram av angitt bindemiddelgrad i emulsjonens betegnelse.

Emulsjoner til klebing

Krav til bitumenemulsjon til klebing er gitt i tabell 651.4.

Tabell 651.4 Krav til emulsjoner til klebing

	Enhet	Prøvingsmetode NS-EN	Emulsjoner til klebing		
			Bitumenemulsjon	Polymermodifisert emulsjon med PMB	Polymermodifisert emulsjon med lateks
Krav til emulsjonen					
Bindemiddelinhold ¹⁾	% (vekt)	1428 eller 1431	≥ 58	≥ 58	≥ 58
Viskositet ved 50 °C Utstrømningstid, 4 mm ²⁾	s	12846-1	5-30	5-30	5-30
Brytningsverdi		13075-1	≤ 110	≤ 110	≤ 110
Lagringsstabilitet	% (vekt)	1429	≤ 0,1	≤ 0,2	≤ 0,1
Krav til gjenvunnet bindemiddel					
Gjenvinning ved fordampning		13074-1			
Penetrasjon ved 25 °C	0,1 mm	1427	≤ 220	≤ 150	≤ 150
Mykningspunkt	°C	1427	-	≥ 60	≥ 60
Kohesjon ved 10 °C	J/cm ²	13589	-	≥ 0,5	≥ 0,5
Elastisk tilbakegang ved 10 °C	%	13398	-	≥ 75	≥ 50

¹⁾ Til produksjonskontroll kan alternativt metode ASTM D6934 benyttes.

²⁾ NS-EN 12846-1 er referansemetode. Alternativt kan NS-EN 13302 benyttes, forutsatt at tilfredsstillende korrelasjon med referansemetoden er dokumentert, og at skjærhastigheten oppgis.

Til klebing på betong bør emulsjon med polymermodifisert bitumen benyttes, f.eks. C60BP2-90/150-60.

Emulsjoner til overflatebehandling og penetrert pukk

Krav til emulsjon til overflatebehandling og penetrert pukk er gitt i tabell 651.5 og tabell 651.6. Emulsjonen skal tilpasses aktuelt steinmateriale. Bindemiddeldekning på aktuelt tilslag skal være minst 90 % ved prøving etter NS-EN 13614: Bitumen og bituminøse bindemidler - Bestemmelse av vedheftegenskaper for bitumenemulsjoner ved neddykking i vann [18].

Tabell 651.5 Krav til emulsjoner til overflatebehandling

	Enhet	Prøvings- metode NS-EN	Emulsjoner til overflatebehandling			
			Eo/Do			Eog/Dog
			Polymer- modifisert ³⁾	Penetrasjons- gradert bitumen ⁶⁾	Myk bitumen ⁶⁾	Myk bitumen ⁶⁾
Bindemiddelinhold ¹⁾	% (vekt)	1428 eller 1431	≥ 65	≥ 65	≥ 65	≥ 65
Viskositet ved 50 °C Utstrømningstid, 4 mm	s	12846-1	≥ 25	≥ 25	≥ 25	≥ 25
Brytningsverdi		13075-1	< 110	< 110	< 110	110-195
Lagringsstabilitet	% (vekt)	1429	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Gjenvinning ved fordampning		13074-1	Krav til gjenvunnet bindemiddel			
Penetrasjon ved 25 °C	0,1 mm	1427	≤ 220 ⁴⁾	≤ 220 ⁴⁾	-	-
Penetrasjon ved 15 °C	0,1 mm	1427	90 – 170 ⁵⁾	90 – 170 ⁵⁾	-	-
Viskositet ved 60 °C ²⁾	mm ² /s	12595	-	-	≥ 4800	≥ 4800
Mykningspunkt	°C	1427	≥ 60	-	-	-
Kohesjon ved 10 °C	J/cm ²	13589	≥ 0,5	-	-	-
Elastisk tilbakegang ved 10 °C	%	13398	≥ 50	-	-	-

¹⁾ Til produksjonskontroll kan alternativt metode ASTM D6934 benyttes.

²⁾ Kinematisk viskositet for myk bitumen kan omregnes fra dynamisk viskositet (NS-EN 13302).

³⁾ Basisbitumen i emulsjon, modifisert med lateks eller emulgert PMB.

⁴⁾ Kravet gjelder for basisbitumen 160/220.

⁵⁾ Kravet gjelder for basisbitumen 330/430.

⁶⁾ Basisbitumen i emulsjon.

Tabell 651.6 Krav til emulsjoner til penetrert pukk

	Enhet	Prøvings-metode NS-EN	Emulsjoner til penetrert pukk
			Penetrasjonsgradert bitumen ²⁾
Bindemiddelinhold ¹⁾	% (vekt)	1428 eller 1431	≥ 65
Viskositet ved 50 °C Utstrømningstid, 4 mm	s	12846-1	≥ 25
Brytningsverdi		13075-1	< 110
Lagringsstabilitet	% (vekt)	1429	≤ 0,1
Gjenvinning ved fordampning		13074-1	Krav til gjenvunnet bindemiddel
Penetrasjon ved 25 °C	0,1 mm	1427	≤ 220 ³⁾
Penetrasjon ved 15 °C	0,1 mm	1427	90-170 ⁴⁾

¹⁾ Til produksjonskontroll kan alternativt metode ASTM D6934 benyttes.

²⁾ Basisbitumen i emulsjon.

³⁾ Kravet gjelder for basisbitumen 160/220.

⁴⁾ Kravet gjelder for basisbitumen 330/430.

Emulsjoner til emulsjonsgrus

Den mest egnede emulsjonen for aktuell produksjon velges fra tabell 651.7. Alternative egenskaper kan velges hvis nødvendig og skal dokumenteres etter NS-EN 13808 [17]. Emulsjonen skal tilpasses aktuelt steinmateriale. Bindemiddeldekningen på aktuelt tilslag skal være minst 90 % ved prøving etter NS-EN 13614 [18].

Tabell 651.7 Krav til emulsjoner til emulsjonsgrus

	Enhet	Prøvings- metode NS-EN	Emulsjoner til emulsjonsgrus	
			Egt	Eg
Bindemiddelinhold ¹⁾	% (vekt)	1428 eller 1431	≥ 63	≥ 58
Viskositet ved 50 °C Utstrømningstid, 4 mm	s	12846-1	5-30	5-30
Brytningsverdi		13075-1	110-195	110-195
Lagringsstabilitet	% (vekt)	1429	≤ 0,1	≤ 0,1
Gjenvinning ved fordampning		13074-1	Krav til gjenvunnet bindemiddel	
Penetrasjon ved 25 °C	0,1 mm	1427	≤ 220 ³⁾	≤ 220 ³⁾
Penetrasjon ved 15 °C	0,1 mm	1427	90-170 ⁴⁾	90-170 ⁴⁾
Viskositet 60 °C ²⁾	mm ² /s	12595	-	≥ 9 600 ⁵⁾

¹⁾ Til produksjonskontroll kan alternativt metode ASTM D6934 benyttes.

²⁾ Kinematisk viskositet for myk bitumen kan omregnes fra dynamisk viskositet (NS-EN 13302).

³⁾ Kravet gjelder for basisbitumen 160/220.

⁴⁾ Kravet gjelder for basisbitumen 330/430.

⁵⁾ Kravet gjelder for myk bitumen V12000.

Emulsjoner til spesielle formål: Forsegling, gjenbruk og slamasfalt

Egnet emulsjon skal spesifiseres og dokumenteres for den aktuelle produksjon. Emulsjon og bindemiddel etter inndampning skal dokumenteres etter NS-EN 13808 [17]. Emulsjonen skal tilpasses aktuelt steinmateriale og aktuell produksjon.

651.2 Steinmaterialer

651.20 Generelt

Steinmaterialer til bruk i asfalt skal være deklareret i henhold til NS-EN 13043 [5]. Dette omfatter også fremmedfiller og fraksjonen 0-0,125 mm i fint tilslag og i samfengt tilslag med $D \leq 8$ mm dersom andelen finstoff overstiger 10 %.

I Ab- og Ska-masser brukt til slitelag skal minst 50 % av steinmaterialer mindre enn 0,063 mm være fremmedfiller.

Med unntak av kalksteinsfiller skal steinmaterialene i asfalt bestå av forvittringsbestandige bergarter.

Der hvor forholdene tilsier det (f.eks. lite bruk av piggdekk), bør behovet for poleringsmotstand vurderes og eventuelt bør krav til PSV (Polished Stone Value) settes.

For vegger med $\text{ÅDT} \leq 5000$ skal andelen av materialer med kornstørrelse større enn 4,0 mm som er produsert av materialer som oppfyller kravene i tabell 651.8 – tabell 651.11, minst være 94 % (vekt) av den totale mengde av steinmaterialer større enn 4 mm.

For vegger med $\text{ÅDT} > 5000$ skal alle materialer med kornstørrelse større enn 4,0 mm være produsert av materialer som oppfyller kravene i tabell 651.8 – tabell 651.11.

651.21 Mekaniske egenskaper

Krav til mekaniske egenskaper for steinmaterialer i bituminøse dekker og bærelag er gitt i kapitlene for de respektive massetyper. En oversikt over kravene er vist i tabell 651.8, tabell 651.9, tabell 651.10, tabell 651.11 og tabell 651.12.

Dokumentasjon av mølleverdi kan baseres på analyser av fraksjonen 11/16 eller 8/11.

Tabell 651.8 Krav til flisighetsindeks for steinmaterialer i asfaltbærelag og asfaltdekker

ÅDT	≤ 300	301 -1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Bituminøse bærelag						
Ag	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Ap	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Da ¹⁾	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20		
Eg	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20		
Sg	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20		
Pp	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20		
Overflatebehandling						
Eo og Do	≤ 20	≤ 20	≤ 20			
Eog og Dog	≤ 20	≤ 20				
Varmproduserte asfaltdekker						
Agb	≤ 25	≤ 25	≤ 20			
Ab	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Ska				≤ 20	≤ 20	≤ 20
Sta					≤ 20	≤ 20
Ma	≤ 25	≤ 25	≤ 20			
Da	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20	≤ 20	
Fuktmembraner						
Top 4S				≤ 25		
Sta				≤ 25		
Kaldproduserte asfaltdekker						
Egt	≤ 25	≤ 25	≤ 20			
Asg	≤ 25	≤ 25				

¹⁾ Gjelder bærelag under dekker av belegningsstein, heller, gatestein eller plater.

Tabell 651.9 Krav til Los Angeles-verdi for steinmaterialer i asfaltbærelag og asfaltdekker

ÅDT	≤ 300	301 -1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Bituminøse bærelag						
Ag	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 30	≤ 30
Ap	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 30	≤ 30
Da ¹⁾	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 35		
Eg	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 35		
Sg	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 35		
Pp	≤ 40	≤ 35	≤ 35	≤ 35		
Overflatebehandling						
Eo og Do	≤ 40	≤ 35	≤ 30			
Eog og Dog	≤ 40	≤ 35				
Varmproduserte asfaltdekker						
Agb	≤ 40	≤ 35	≤ 30			
Ab	≤ 40	≤ 35	≤ 30	≤ 30	≤ 25	≤ 20
Ska				≤ 30	≤ 25	≤ 20
Sta					≤ 25	≤ 20
Ma	≤ 40	≤ 35	≤ 30			
Da	≤ 40	≤ 35	≤ 30	≤ 25	≤ 25	
Fuktmembraner						
Top 4S				≤ 30		
Sta				≤ 30		
Kaldproduserte asfaltdekker						
Egt	≤ 40	≤ 35	≤ 30			
Asg	≤ 40	≤ 35				

¹⁾ Gjelder bærelag under dekker av belegningsstein, heller, gatestein eller plater.

Tabell 651.10 Krav til Micro-Deval-koeffisient for steinmaterialer i asfaltbærelag

ÅDT	≤ 300	301 -1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Bituminøse bærelag						
Ag	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Ap	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Da ¹⁾	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15		
Eg	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15		
Sg	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15		
Pp	≤ 20	≤ 15	≤ 15	≤ 15		

¹⁾ Gjelder bærelag under dekker av belegningsstein, heller, gatestein eller plater.

Tabell 651.11 Krav til mølleverdi for steinmaterialer i asfaltdekker

ÅDT	≤ 300	301 -1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Overflatebehandling						
Eo og Do	≤ 19	≤ 19	≤ 14			
Eog og Dog	≤ 19	≤ 19				
Varmproduserte slitelag						
Agb	≤ 19	≤ 19	≤ 14			
Ab	≤ 19	≤ 19	≤ 14	≤ 10	≤ 10	≤ 7
Ska				≤ 10	≤ 10	≤ 7
Sta					≤ 10	≤ 7
Ma	≤ 19	≤ 19	≤ 14			
Da	≤ 19	≤ 19	≤ 14	≤ 10	≤ 10	
Varmproduserte bindlag som ikke trafikkeres ¹⁾						
Ab, Agb, Ma	≤ 19	≤ 19	≤ 14	≤ 14	≤ 14	≤ 10
Fuktmembraner						
Top 4S				≤ 19		
Sta				≤ 19		
Kaldproduserte asfaltdekker						
Egt	≤ 19	≤ 19	≤ 14			
Asg	≤ 19	≤ 19				

¹⁾ Dersom bindlaget settes under trafikk, gjelder krav som for slitelag.

Tabell 651.12 Krav til knusningsgrad for steinmaterialer til asfaltbærelag og asfaltdekker

ÅDT	≤ 300	301 -1500	1501 - 3000	3001 - 5000	5001 - 15000	> 15000
Bituminøse bærelag						
Ag	C _{30/60}	C _{30/60}	C _{30/60}	C _{30/60}	C _{30/60}	C _{30/60}
Ap	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{70/10}	C _{70/10}
Da ¹⁾	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{50/10}		
Pp	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{90/1}		
Overflatebehandling						
Eo og Do	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{90/1}			
Eog og Dog	-	-				
Varmproduserte asfaltdekker						
Agb	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{20/70}			
Ab	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/20}
Ska				C _{50/20}	C _{100/0}	C _{100/0}
Sta					C _{100/0}	C _{100/0}
Ma	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{30/60}			
Da	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{100/0}	C _{100/0}	
Fuktmembraner						
Top 4S				C _{90/1}		
Sta				C _{90/1}		
Kaldproduserte asfaltdekker						
Egt	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{20/70}			
Asg						

¹⁾ Gjelder bærelag under dekker av belegningsstein, heller, gatestein eller plate.

651.22 Krav til materialer \leq 4,0 mm

Materiale av knust berg skal for veier med $\dot{A}DT > 5000$ være produsert av materialer som oppfyller kravene i tabell 651.8 – tabell 651.11. For veier med $\dot{A}DT \leq 5000$ skal materialer av knust berg være produsert av materialer som minst tilfredsstillende kravene som er angitt for én $\dot{A}DT$ -klasse lavere enn vegens $\dot{A}DT$.

I materiale fra knust berg vil den mineralogiske sammensetningen for materialet mindre enn 4 mm normalt ikke avvike i vesentlig grad fra materialet i fraksjonen som er benyttet ved dokumentasjon av materialenes mekaniske egenskaper.

Ved mistanke om høyt innhold av fritt glimmer skal glimmerinnhold bestemmes i henhold til håndbok R210 Laboratorieundersøkelser [2] og egnetheten vurderes.

651.23 Humusinnhold

Steinmateriale som skal benyttes i kaldblandete massetyper skal ikke inneholde mer enn 0,5 % humus bestemt ved glødetapsmetoden [2].

651.24 Fremmedfiller

Fremmedfiller skal være deklarerert i henhold til NS-EN 13043 [5].

Fremmedfiller skal framstilles ved knusing eller maling av kalkstein eller forvittringsbestandig bergart. Filleren skal være tilstrekkelig tørr til å flyte fritt og være uten klumper. Den skal ikke inneholde organiske eller andre forurensninger.

Fremmedfiller skal ha et Rigden-hulrom mellom 28 og 45 volumprosent bestemt etter NS-EN 1097-4: Prøvmåter for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag - Del 4: Bestemmelse av hulrominnhold i tørr komprimert filler [34].

651.3 Resirkulert asfalt

Resirkulert asfalt kan bestå av frest asfalt eller asfaltgranulat fremstilt ved knusing og sikting av asfaltflak eller vrakmasse fra asfaltproduksjonen.

Resirkulert asfalt til varm verksblandet asfalt skal tilfredsstillende kravene og være deklarerert i samsvar med reglene i NS-EN 13108-8 Resirkulert asfalt [19]. Resirkulert asfalt skal angis som URAd/D hvor U angir største partikkelstørrelse, RA angir at det er resirkulert asfalt i samsvar med kravene i NS-EN 13108-8 [19], d og D angir hhv. nedre og øvre siktstørrelse til steinmaterialene i de resirkulerte massene. 40RA0/11 angir f.eks. at største partikkelstørrelse er 40 mm og at 0 og 11 er steinmaterialets nedre hhv. øvre siktstørrelse.

Resirkulert asfalt til produksjon av varmblandet asfalt med mer enn 10 % resirkulert asfalt i slitelag eller mer enn 20 % resirkulert asfalt i bindlag, opprettingslag og bærelag, skal deklarereres med hensyn til forurensninger, mottakskontroll skal gjennomføres og steinmaterialenes egenskaper skal dokumenteres. Resirkulert asfalt fra skjelettasfalt og andre masser med tilsetning av cellulosefibre skal eksempelvis deklarereres som kategori F5-1, hvor maksimal andel cellulosefibre er 1,0 % og forurensningene av andre materialer tilfredsstillende kravene til Kategori F5. For resirkulert asfalt fra andre masser skal forurensningene ikke overstige kravene til Kategori F5.

651.4 Tilsetningsstoffer

651.41 Generelt

Tilsetningsstoffer omfatter en rekke produkter med høyst ulike egenskaper og effekter. Felles for alle er at de før bruk skal være undersøkt og virkningsgraden skal være dokumentert.

For enkelte massetyper er det krav om bruk av tilsetningsstoffer som vedheftningsmiddel eller stabiliserende middel (fiber). Dette er angitt under spesifikasjonen av den enkelte massetype.

651.42 Vedheftningsmidler

I alle varmblandede bituminøse masser skal det tilsettes vedheftningsmiddel. Effekt og dosering av vedheftningsmiddel skal, før det tas i bruk, dokumenteres med anerkjente prøvingsmetoder og referansematerialer, jf. punkt 650.2.

651.43 Fiber

Anvendelse av fiber i asfaltmasser har primært som formål å kunne øke bindemiddelinnholdet i massen uten risiko for avrenning under lagring og transport. Som fibertilsetning kan både cellulosefiber og fiber av mineralsk opprinnelse benyttes. Fibertilsetningen skal være uten innhold av farlige stoffer.

Fiberen skal ikke inneholde fuktighet som negativt påvirker asfaltmassens egenskaper og den skal lett la seg blande med bindemiddel og steinmaterialets finstoff til en homogen masse. Krav til fiberens stabiliserende egenskaper uttrykkes gjennom avrenningskrav til de masser hvor fiberen inngår.

652 Asfaltmasser

652.1 Asfaltgrusbetong (Agb)

Asfaltgrusbetong skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 13108-1: Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 1: Asfaltbetong [12]. Delmaterialene skal tilfredsstillende kravene i tabell 652.1. Bindemiddelgrad skal gå fram av massebetegnelsen.

De mest vanlige typer av asfaltgrusbetong er Agb 8, Agb 11 og Agb 16 hvor tallene angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen. Asfaltgrusbetong med øvre siktstørrelse 11 mm, bindemiddel 160/220 og bruksområde slitelag skal f.eks. ha benevnelsen **AC 11 surf 160/220 Agb 11**.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres iht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-1 [12].

Tabell 652.1 Krav til delmaterialer i Agb

ADT	≤ 300	301-1500	1501-3000
Steinmaterialer			
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 30
Mølleverdi	≤ 19	≤ 19	≤ 14
Knusningsgrad	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{20/70}

Bindemiddeltype og bindemiddelgrad skal velges ut fra kunnskaper om trafikkmengde, trafikkhastighet, andel tunge kjøretøy, tungtrafikkens sammensetning og klimatiske forhold, regionalt og lokalt. Normalt er mykeste bindemiddelgrad 330/430 og hardeste bindemiddelgrad 160/220.

Det skal tilsettes vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest sammen med de steinmaterialer og bindemiddel som skal benyttes.

652.2 Asfaltbetong (Ab)

Asfaltbetong skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 13108-1 Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 1: Asfaltbetong [12]. Delmaterialene skal tilfredsstillende kravene i tabell 652.2. Ved typeprøving skal massen tilfredsstillende kravene i tabell 652.3. I Ab brukt til slitelag skal minst 50 % av steinmaterialer mindre enn 0,063 mm være fremmedfiller.

De mest vanlige typer av asfaltbetong er Ab 4, Ab 8, Ab 11, Ab 16 og Ab 22 hvor tallene angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen. Asfaltbetong med øvre siktstørrelse 11 mm, polymermodifisert bindemiddel 65/105-60 og bruksområde slitelag skal f.eks. ha benevnningen **AC 11 surf 65/105-60 Ab 11**.

Ab 4 skal bare brukes til utspleisinger og tynne avrettingslag. For denne dekketyper gjelder ikke kravene i tabell 652.3.

Massesammensetning og egenskaper skal dokumenteres iht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-1 [12].

Tabell 652.2 Krav til delmaterialer i Ab

ÅDT	≤ 300	301-1500	1501-3000	3001-5000	5001-15000	> 15000
Steinmaterialer						
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 30	≤ 30	≤ 25	≤ 20
Mølleverdi	≤ 19	≤ 19	≤ 14	≤ 10	≤ 10	≤ 7
Knusningsgrad	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/30}	C _{50/20}

Bindemiddeltype og bindemiddelgrad skal velges ut fra kunnskaper om trafikkmengde, trafikkhastighet, andel tunge kjøretøy, tungtrafikkens sammensetning og klimatiske forhold, regionalt og lokalt. Vurderingen skal omfatte både penetrasjonsgradert vegbitumen og polymermodifisert bitumen.

Det skal tilsettes vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest sammen med de steinmaterialer og bindemiddel som skal benyttes.

Tabell 652.3 Krav til motstand mot permanent deformasjon bestemt ved Wheel Tracking Test, Ab

Maks tillatt spordybde, % av prøvetykkelse	ÅDT			
	1501-3000	3001 - 5000	5001 – 10 000	> 10 000
Slitelag	-	-	7	5
Bindlag	-	-	7	5

Kravene gjelder for laboratorielagde prøver med tykkelse minimum 40 mm.

652.3 Skjelettasfalt (Ska)

Skjelettasfalt skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 13108-5 Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 5: Skjelettasfalt [20]. De mest vanlige typer av skjelettasfalt er Ska 8, Ska 11 og Ska 16 hvor tallene angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen. Skjelettasfalt med øvre siktstørrelse 11 mm, polymermodifisert bindemiddel 65/105-60 og bruksområde slitelag skal f.eks. ha benevnningen **SMA 11 65/105-60 Ska 11**.

Delmaterialene skal tilfredsstillende kravene i tabell 652.4. Ved typeprøving skal massen tilfredsstillende kravene i tabell 652.5.

I Ska brukt til slitelag skal minst 50 % av steinmaterialer mindre enn 0,063 mm være fremmedfiller.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres iht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-5 [20].

Tabell 652.4 Krav til delmaterialer i Ska

ÅDT	≤ 5000	5001-15000	> 15000
Steinmaterialer			
Flisighetsindeks	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 30	≤ 25	≤ 20
Mølleverdi	≤ 10	≤ 10	≤ 7
Knusningsgrad	C _{50/20}	C _{100/0}	C _{100/0}
Fibertilsetning ¹⁾	4-6 (masseprosent av bindemiddel)		

1) Angitt mengde tilsetning av fiber gjelder cellulosefiber, andre fibertyper vil kreve andre tilsetningsmengder.

Bindemiddeltipe og bindemiddelgrad skal velges ut fra kunnskaper om trafikkmengde, trafikkhastighet, andel tunge kjøretøy, tungtrafikkens sammensetning og klimatiske forhold, regionalt og lokalt. Vurderingen skal omfatte både penetrasjonsgradert vegbitumen og polymermodifisert bitumen. Tilsetningen av fiber skal tilpasses bindemiddelmengden i massen, mengden og innblanding skal være tilstrekkelig til å sikre massens homogenitet.

Det skal tilsettes vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest sammen med de steinmaterialer og bindemiddel som skal benyttes.

Tabell 652.5 Krav til motstand mot permanent deformasjon bestemt ved Wheel Tracking Test, Ska

Maks tillatt spordybde, % av prøvetykkelse	ÅDT			
	1501-3000	3001 - 5000	5001 – 10 000	> 10 000
Slitelag	-	-	7	5
Bindlag	-	-	7	5

Kravene gjelder for laboratorielagde prøver med tykkelse minimum 40 mm.

652.4 Mykasfalt (Ma)

Mykasfalt skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 13108-3 Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 3: Mykasfalt [21]. De mest vanlige typer av mykasfalt er Ma 8, Ma 11 og Ma 16 hvor tallene angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen. Mykasfalt med øvre siktstørrelse 11 mm og med bindemiddel V12000, skal f.eks. ha benevnningen **SA 11 V12000 Ma 11**.

Delmaterialene skal tilfredsstillende kravene i tabell 652.6.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres iht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-3 [21].

Tabell 652.6 Krav til delmaterialer i Ma

ÅDT	≤300	301-1500	1501-3000
Steinmaterialer			
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 30
Mølleverdi	≤ 19	≤ 19	≤ 14
Knusningsgrad	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{30/60}

Det skal tilsettes vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest sammen med de steinmaterialer og bindemiddel som skal benyttes.

652.5 Støpeasfalt (Sta)

Støpeasfalt skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 13108-6 Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 6: Støpeasfalt [22]. De mest vanlige typer av støpeasfalt er Sta 2, Sta 4, Sta 8, Sta 11 og Sta 16 hvor tallene angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen. Støpeasfalt med øvre siktstørrelse 8 mm og med bindemiddel 75/130-80 skal f.eks. ha benevnningen **MA8 75/130-80 Sta 8**.

Delmaterialene skal tilfredsstillere kravene i tabell 652.7. Ved typeprøving skal sammensetningen tilfredsstillere kravene i tabell 652.8.

Massesammensetning og egenskaper skal som et minimum dokumenteres iht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-6 [22].

Tabell 652.7 Krav til delmaterialer i Sta

ÅDT	≤ 1500	1501-3000	3001-5000	5001-15000	> 15000
Steinmaterialer					
Flisighetsindeks	≤ 25 ¹⁾	≤ 25 ¹⁾	≤ 25 ¹⁾	≤ 20	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 30 ¹⁾	≤ 30 ¹⁾	≤ 30 ¹⁾	≤ 25	≤ 20
Mølleverdi	≤ 19 ¹⁾	≤ 19 ¹⁾	≤ 19 ¹⁾	≤ 10	≤ 7
Knusningsgrad	C _{90/1} ¹⁾	C _{90/1} ¹⁾	C _{90/1} ¹⁾	C _{100/0}	C _{100/0}

¹⁾ Kravet gjelder fuktmembran på brudekker.

Kravene i tabell 652.8 gjelder for prøvelegemer utstøpt som beskrevet i NS-EN 12697-20: Bituminøse masser - Prøvmetoder for varmblandet asfalt - Del 20: Stempelinntrykk ved bruk av kubiske eller sylindrerformede prøvelegemer [23].

Tabell 652.8 Krav til hardhet, Sta

Krav til hardhet ved ¹⁾	Krav til stempelinntrykk i henhold til NS-EN 12697-20, (mm)		Krav til stempelinntrykk i henhold til NS-EN 12697-21, (mm)
	Sta 2 – Sta 4	Sta 8 – Sta 11	Sta 16
Langsomtgående trafikk		1-3	IK ²⁾
Tung og middels tung trafikk		1-6	IK ²⁾
Lett trafikk, gang- og sykkelveger, fortau		< 10	IK ²⁾
Isoleringsstøpeasfalt	< 15		

¹⁾ Krav til hardhet dokumenteres for masser med øvre siktstørrelse ≤ 11,2 mm etter NS-EN 12697-20. Når øvre siktstørrelse er over 11,2 mm benyttes ifølge NS-EN 13108-6 testmetode NS-EN 12697-21.

²⁾ IK betyr Ikke Krav, siden det ikke finnes erfaringsgrunnlag for å sette krav etter denne metoden (NS-EN 12697-21). I stedet anbefales å benytte NS-EN 12697-20 og kravsettet for øvre siktstørrelse ≤ 11,2 mm, og byggherren kan angi om massen i tillegg ønskes deklart etter NS-EN 12697-21.

For parkeringsarealer gjelder kravene i tabell 652.8 som for Sta 11 med langsomtgående trafikk.

652.6 Drensasfalt (Da)

Drensasfalt skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 13108-7: Bituminøse masser – Materialspesifikasjoner – Del 7: Drensasfalt [24]. De mest vanlige typer av drensasfalt er Da 8, Da 11 og Da 16 hvor tallene angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen. Drensasfalt med øvre siktstørrelse 11 mm og med bindemiddel 70/100, skal f.eks. ha benevnningen **PA 11 70/100 Da 11**.

Delmaterialene skal tilfredsstillere kravene i tabell 652.9.

Massesammensetning og egenskaper skal dokumenteres iht. nasjonalt tillegg i NS-EN 13108-7 [24].

Tabell 652.9 Krav til delmaterialer i Da

ÅDT	≤ 300	301-1500	1501-3000	3001-5000	5000-15000
Steinmaterialer					
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 30	≤ 25	≤ 25
Mølleverdi	≤ 19	≤ 19	≤ 14	≤ 10	≤ 10
Knusningsgrad	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{50/10}	C _{100/0}	C _{100/0}

Bindemiddeltype og bindemiddelgrad skal velges ut fra kunnskaper om trafikkmengde, trafikkhastighet, andel tunge kjøretøy, tungtrafikkens sammensetning og klimatiske forhold, regionalt og lokalt. I slitelag skal polymermodifisert bitumen benyttes.

Både ved anvendelse som slitelag og som bærelag under dekker av belegningsstein, heller, gatestein eller plater, skal det benyttes fiber for å sikre et høyt bindemiddelinhold uten avrenning. Avrenningen skal ikke overstige 0,1 % bestemt ved NS-EN 12697-18: Bituminøse masser - Prøvningsmetoder for varmblandet asfalt - Del 18: Bindemiddelavrenning [25], se også punkt 651.43.

652.7 Emulsjonsgrus, tett (Egt)

De mest vanlige typer av tett emulsjonsgrus er Egt 11, Egt 16 og Egt 22 hvor tallene angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen. Emulsjonsgrus med øvre siktstørrelse 11 mm skal ha benevnelsen **Egt 11 xxx**, hvor xxx angir bindemiddeltypen.

Emulsjonsgrus, tett settes sammen av materialer som tilfredsstillers kravspesifikasjonene i tabell 652.10.

Tabell 652.10 Krav til delmaterialer i Egt

ÅDT	≤ 300	301-1500	1501-3000
Steinmaterialer			
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 30
Mølleverdi (v/slitelag)	≤ 19	≤ 19	≤ 14
Knusningsgrad	C _{20/70}	C _{20/70}	C _{20/70}

Grus- og steinmaterialer skal være jordfuktige. Grusmaterialene skal være frie for humusstoffer.

Bindemiddelet skal tilpasses aktuelt steinmateriale. Som bindemiddel skal det benyttes bitumenemulsjon basert på viskositetsgradert bitumen eller penetrasjonsgradert bitumen. Mykeste aktuelle basisbitumen er V12000, hardeste aktuelle basisbitumen er 160/220.

652.8 Asfaltskumgrus (Asg)

Den mest vanlige typen av asfaltskumgrus er Asg 16 hvor tallet angir øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen.

Asfaltskumgrus skal settes sammen av materialer som tilfredsstillers kravspesifikasjonene i tabell 652.11.

Tabell 652.11 Krav til delmaterialer i Asg

ÅDT	≤ 300	301-1500
Steinmaterialer		
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35
Mølleverdi	≤ 19	≤ 19
Knusningsgrad	-	-

Som bindemiddel skal det benyttes skumbitumen basert på viskositetsgradert bitumen eller penetrasjonsgradert bitumen. Mykeste aktuelle basisbitumen er V6000, hardeste aktuelle basisbitumen er 330/430.

Asg skal proporsjoneres med tanke på optimalisering av materialegenskapene.

Det skal benyttes vedheftningsmiddel hvor dokumentasjon av effekt skal inngå i massens proporsjonering.

653 Spesielle anvendelser

653.1 Asfaltert finpukk (Af)

Asfaltert finpukk benyttes til avstrøing eller forkiling og skal ikke deklarerer i henhold til NS-EN 13108-serien.

I asfaltert finpukk skal det benyttes steinmateriale av samme kvalitet som i asfaltdekket som avstrøs. Spranget mellom øvre og nedre siktstørrelse bør ikke overstige 6 mm. De mest aktuelle sorteringer i asfaltert finpukk er 4/8, 8/11 og 11/16.

653.2 Topeka (Top 4S)

Topeka benyttes som fuktisolasjon på brudekker og skal ikke deklarerer i henhold til NS-EN 13108-serien. Topeka 4S skal settes sammen av materialer som tilfredsstillt kravspesifikasjonene i tabell 653.1. Øvre siktstørrelse for steinmaterialene i massen er 4 mm.

Tabell 653.1 Krav til delmaterialer i Top 4S

ÅDT	≤ 3000	> 3000
Steinmaterialer		
Flisighetsindeks	≤ 25	≤ 25
Los Angeles-verdi	≤ 30	≤ 30
Mølleverdi	≤ 19	≤ 19
Knusningsgrad	C _{90/1}	C _{90/1}

Med mindre annet er spesielt angitt, skal polymermodifisert bitumen 75/130-80 benyttes.

Krav til hardhet for Top 4S skal være som gitt i tabell 653.2.

Tabell 653.2 Krav til hardhet, Top 4S (Håndbok R210 [2], punkt 3582)

Krav til hardhet	
Hardhet v/stempelintrykk	60-420 sek til 27 mm inntrykk oppnås

653.3 Overflatebehandling

653.31 Overflatebehandling med pukk, enkel (Eo) og dobbel (Do)

Materialene til overflatebehandling skal tilfredsstille kravspesifikasjonene i tabell 653.3.

De mest aktuelle typene av overflatebehandling er Eo 8, Eo 11 og Eo 16, Do 11/8 og Do 16/11.

Tabell 653.3 Krav til delmaterialer i Eo og Do

ÅDT	≤ 300	301 - 1500	1501 - 3000
Steinmaterialer			
Flisighetsindeks	≤ 20	≤ 20	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35	≤ 30
Mølleverdi	≤ 19	≤ 19	≤ 14
Andel knuste korn	C _{90/1}	C _{90/1}	C _{90/1}

Bindemiddeltipe og bindemiddelgrad skal velges ut fra kunnskaper om trafikkmengde, trafikkhastighet, andel tunge kjøretøy, tungtrafikkens sammensetning og klimatiske forhold, regionalt og lokalt. Vurderingen skal omfatte bitumenemulsjon, penetrasjonsgradert vegbitumen og polymermodifisert bitumen.

Tabell 653.4 Bindemiddelforbruk ved planlegging, Eo og Do, kg/m²

Sortering	Bindemiddel	1. lag ved dobbel overflatebehandling	Enkel overflatebehandling og 2. lag ved dobbel overflatebehandling
4/8	Emulsjon ¹⁾		1,4
	B/BP		1,1
8/11	Emulsjon ¹⁾	1,9	2,1
	B/PMB	1,3	1,6
11/16	Emulsjon ¹⁾	2,3	2,4
	B/PMB	1,5	1,8
16/22	Emulsjon ¹⁾	2,5	
	B/PMB	1,7	

¹⁾ Basert på emulsjon med 69 % bindemiddelinhold.

Dobbel overflatebehandling som legges med 6 mnd. eller mer mellom 1. og 2. lag skal proporsjoneres som separate lag. Ved lite tidsintervall mellom 1. og 2. lag skal det være sprang i standard steinsortering for lagene.

Steinmaterialet skal være fritt for belegg som kan redusere vedheftningen. Ved tvil skal vasking foretas.

Bitumenemulsjon skal tilpasses det aktuelle steinmaterialet. Ved bruk av bitumenemulsjon skal det vurderes ev. behov for avsanding med 4-5 kg/m². Ved bruk av andre bindemidler enn bitumenemulsjon skal det benyttes aktivt vedheftningsmiddel hvor tilfredsstillende effekt av type og mengde er dokumentert ved laboratorietest, jf. punkt 650.2.

Ved planlegging skal overflatebehandlinger proporsjoneres ved at mengde bindemiddel tilpasses til trafikkmengde, stedlige forhold som stigning, sol/skygge, underlagets ruhet og hardhet, samt steinmaterialets størrelse og kornform. Proporsjoneringen skal munne ut i et leggekart som viser

variasjoner over den aktuelle strekningen. Mengden skal tilstrebes å være tilstrekkelig til at steinmaterialet ikke løsner, men ikke så stor at blødninger oppstår. Mengden utspredd bindemiddel skal ikke på noe punkt på dekket avvike fra det tilsiktede med mer enn +/- 10 %.

653.32 Overflatebehandling med grus, enkel (Eog) og dobbel (Dog)

De mest aktuelle typene av overflatebehandling med grus er Eog 11, Eog 16 og Dog 16/11.

Til overflatebehandling med grus skal det anvendes materialer som tilfredsstillt kravene i tabell 653.5.

Tabell 653.5 Krav til delmaterialer i Eog og Dog

ÅDT	≤ 300	301 - 1500
Steinmaterialer		
Flisighetsindeks	≤ 20	≤ 20
Los Angeles-verdi	≤ 40	≤ 35
Mølleverdi	≤ 19	≤ 19
Andel knuste korn	-	-

Til dobbel overflatebehandling med grus, Dog 16/11, skal det første laget bestå av 4/16 og andre laget av 2/11. Ved planlegging skal mengden av 4/16 være 25 kg/m² og 20 kg/m² av 2/11. Maksimalt tillatt finstoffinnhold for 4/16 mm er 4 %, for 2/11 mm 5 %. Tillatt innhold av humus er 0,3 % etter glødetapsmetoden.

Som bindemiddel skal det brukes en middels- eller langsomtbrytende bitumenemulsjon med 60 – 65 % bindemiddelinhold.

Tabell 653.6 Bindemiddelforbruk ved planlegging, kg/m² ved Eog og Dog med 65 %-emulsjon

Pukksortering	2/11	4/16
Eog	2,1	2,3
Dog 1. lag		2,1
Dog 2. lag	2,1	

Valg av bindemiddel skal være tilpasset steinmaterialenes kubisitet og kornfordeling, trafikkmengde, trafikksammensetning og værforhold under arbeidets utførelse, inklusive forventede forhold den første måneden etter utlegging.

66 Grusdekker

660 Generelt

Et grusdekke består av mekanisk stabilisert grus (knust berg eller knust grus) og kan benyttes på vegger med ÅDT < 100.

Grusdekker angis med siktstørrelse og opprinnelse (knust grus eller knust berg), f.eks. «Knust berg 0/11».

Under et grusdekke skal det nærmeste laget være fuktmagasinerende, se kapittel 5.

661 Materialkrav

Leverte materialer til grusdekker skal deklarerer i henhold til NS-EN 13242 [4] og NS-EN 13285 [10].

Krav til materialer til grusdekker er gitt i tabell 661.1.

Tabell 661.1 Grusdekker, krav til materialeegenskaper

Parameter	Kvalitetskrav
Flisighetsindeks	≤ 25
Los Angeles-verdi	≤ 35
Masseprosent av knuste korn	≥ 30
Masseprosent av fullstendig rundete korn	≤ 60
Micro-Deval-koeffisient	≤ 15
Humusinnhold ¹⁾	≤ 1,0 %

¹⁾ Bestemt ved glødetap, regnet i forhold til materiale < 0,5 mm.

Materialet i grusdekket skal ha en korngradering slik at det er stabilt og tett. Krav til korngradering er gitt i tabell 661.2.

Ved høyt innhold av fri glimmer i finfraksjonen bør materialets egnethet undersøkes spesielt (med hensyn til vannømfintlighet, nedknusning over tid, etc.). Glimmerinnholdet i finfraksjonen 0,125-0,250 mm bør ikke overstige 20 %. Tiltak ved litt for høyt innhold av glimmer kan være å skjerpe kravet til maks. finstoffinnhold.

Tabell 661.2 Krav til korngradering for grusdekke av knust berg og knust grus

Kornstørrelse, mm	Knust berg, % gjennomgang		Knust grus, % gjennomgang	
	Sortering 0/11	Sortering 0/16	Sortering 0/11	Sortering 0/16
22,4		100		100
16	100	80 - 100	100	80 - 100
11,2	80 - 100		80 - 100	
8		45 - 65		55 - 75
5,6	45 - 65		55 - 75	
2	18 - 38	18 - 38	18 - 38	30 - 50
0,25	7 - 18	7 - 18	7 - 18	10 - 26
0,063	5 - 9	5 - 9	5 - 9	7 - 17

662 Utlegging og komprimering

Grusdekket skal legges ut så det blir homogent og får en jevn overflate etter komprimering. Grusdekket skal komprimeres med egnet utstyr, antall passeringer skal tilpasses det utstyr som benyttes. Materialet skal være fuktig ved komprimering.

På rettstrekninger med takfall skal tverrfallet være 4 %, i kurver med ensidig fall skal tverrfallet minst være 5,5 % og ikke over 8 %. Ved takfall aksepteres krumning/avrunding over de midtre 2,0 meter. Det skal ikke være svanker eller kanter som kan føre til vannansamlinger i vegbanen eller på vegskulder. Vegbanen skal være fast og uten slag hull. Vaskebrett (korrugering) skal ikke forekomme.

Kravet til komprimering skal være 95 % Modifisert Proctor. Ved bruk av tabell 662.1, som angir minste antall passeringer avhengig av utstyret som brukes, kan kravet til komprimering anses som oppfylt.

Tabell 662.1 Krav til minste antall passeringer for komprimering av grusdekker

Komprimeringsutstyr			Knust grus, knust berg	
Valsetype	Total vekt (tonn)	Statisk lineær vekt (kg/cm)	Lagtykkelse (mm)	Min. antall passeringer
Vibrerende slepevals	3 - 5	15 - 25	≤ 200	5
	5 - 8	25 - 35	≤ 200	4
	> 8	> 35	≤ 200	3
Selvgående vibrovals	6 - 8	15 - 25	≤ 200	5
	8 - 10	25 - 35	≤ 200	4
	10 - 13	35 - 45	≤ 200	4
Tandemvals	2 - 4	15 - 25	≤ 200	7
	4 - 8	15 - 25	≤ 200	5
	8 - 13	25 - 35	≤ 200	4

Vanninnholdet under komprimeringsarbeidet bør være 1-2 % under optimalt vanninnhold bestemt ved Modifisert Proctor.

67 Dekker av belegningsstein, gatestein, heller av betong og plater av naturstein

671 Generelt

Belegningsstein av betong skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 1338: Belegningsstein av betong - Krav og prøvingsmetoder- (innbefattet rettelsesblad AC:2006) [26]. Heller av betong skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 1339: Betongheller - Krav og prøvingsmetoder - (innbefattet rettelsesblad AC:2006) [27]. Basert på disse standardene er kravene nærmere angitt i kapittel 673.

Gatestein skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 1342: Gatestein av naturstein til utendørs belegg - Krav og prøvingsmetoder [28]. Plater av naturstein skal tilfredsstillere kravene i NS-EN 1341: Plater av naturstein til utendørs bruk - Krav og prøvingsmetoder [29]. Basert på disse standardene er kravene nærmere angitt i kapittel 674.

Settelaget er en del av dekket.

Alle dekketyper i dette kapitlet kan være i bunden eller ubunden utførelse. Ved bunden utførelse er settelaget av en sementbasert mørtel. Ved ubunden utførelse er settelaget av mekanisk stabiliserte materialer. Ved bunden utførelse skal fugene i dekket bestå av finkornet sementbasert mørtel eller med annet bindemiddel. Ved ubunden utførelse skal fugene være fylt av natursand eller knust berg med sortering tilpasset fugebredden.

Ved bunden utførelse skal det etableres ekspansjonsfuger i en avstand som ikke overstiger ca. 6,0 meter. Plassering av ekspansjonsfuger skal tilpasses arealets størrelse og geometri. Bunden utførelse krever et bærelag av stabiliserte materialer.

Leggemønsteret inklusive alle kantavslutninger og tilpasninger skal fremgå av tegning.

Dekker av belegningsstein og heller av betong, gatestein og plater av naturstein skal ikke utsettes for trafikk før dekket er ferdig lagt og fuget.

672 Settelag

672.1 Settelag av mekanisk stabiliserte materialer

Tykkelsen på settelaget er angitt i kapittel 5.

Settelaget skal være drenerende og skal bestå av ikke vannømfintlige materialer.

På områder med belegningsstein og gatestein skal det benyttes knust berg i sorteringen 0/8 eller 0/11. Knust berg 0/11 bør brukes på veger og plasser med tung trafikk. Grensekurver for korngradering er angitt i tabell 672.1. Materialets mekaniske egenskaper skal oppfylle kravene til bærelag av knust berg (Fk).

Tabell 672.1 Grensekurver for settelag av knust grus eller knust berg

Sikt, mm	Gjennomgang på sikt, %	
	Sortering 0/8	Sortering 0/11
22,4		100
16,0	100	90 – 100
11,2	90 – 100	80 – 99
8,0	80 – 99	
5,6		58 – 70
4,0	58 – 70	39 – 51
2,0	39 – 51	26 – 38
1,0	17 – 28	17 – 28
0,5	11 – 21	11 – 21
0,063	1 – 5	1 – 5

Til settelag for heller av betong og plater av naturstein skal det benyttes finpukk i sorteringen 2/8 eller tilsvarende. Andelen overkorn og underkorn skal ikke være over 20 %. Pukk materialets mekaniske egenskaper skal oppfylle kravene til bærelag av forkilt pukk (Fp).

672.2 Settelag av betongmørtel

Til settelag på stabiliserte bærelag kan betongmørtel benyttes. Betongmørtelen skal ha jordfuktig konsistens og oppfylle krav i tabell 672.2.

Tabell 672.2 Krav til settelag av betongmørtel under belegningsstein og heller, gatestein og plater av naturstein

Parameter	Testmetode	Krav
Øvre siktstørrelse for tilslaget	NS-EN 933-1	8,0 mm
Trykkstyrke etter 7 døgns lagring	NS-EN 12390-3	Min. 16/20 MPa
Trykkstyrke etter 28 døgns lagring		Min. 25/30 MPa
Permeabilitet	NS-EN 12697-40	$K_f \geq 10^{-5}$ m/s
Hefstyrke, ved fabrikk	NS-EN 1015-12	Min. $\geq 1,5$ Mpa Alle enkeltverdier $\geq 1,2$ MPa
Hefstyrke, utført		Enkeltverdier $\geq 0,8$ MPa
Bestandighetsklasse		SV standard

673 Krav til belegningsstein og heller

673.1 Belegningsstein

Belegningsstein av betong til vegdekker skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 1338:2003 [26] og skal oppfylle følgende krav:

- Tillatte avvik i diagonal mål skal høyst være som angitt for klasse 2 når belegningssteinens lengde er større enn 300 mm, jf. punkt 5.2.4, tabell 2, i NS-EN 1338:2003 [26].
- Frostmotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.2, tabell 4.2, i NS-EN 1338:2003 [26].
- Spalttrekkfasthet (indirekte strekkstyrke) skal tilfredsstillende krav i henhold til punkt 5.3.3 i NS-EN 1338:2003 [26], ved prøving etter standardens Tillegg F.
- Slitasjemotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.4, tabell 5, i NS-EN 1338:2003 [26], ved prøving etter standardens Tillegg G. For spesialområder utsatt for stor slitasje (pga. stålbelter og lignende) kan det spesifiseres større slitasjestyrke.
- Skli/gli-motstand: Belegningsstein av betong har normalt en tilfredsstillende skli/glimotstand, forutsatt at overflaten ikke er slipt eller polert med det formål å oppnå en svært jevn overflate. Dersom det på spesielt utsatte steder kreves en verdi på skli/gli-motstand, skal prøvingsmetoden i NS-EN 1338:2003 [26] Tillegg I benyttes, og den minste verdien på

skli-/gli-motstanden skal være deklarerert og bør være 60. Dersom overflaten er slipt/polert skal den minste verdien være 45.

For belegningsstein til vegdekker på områder med tungtrafikk gjelder følgende tilleggskrav:

- Det skal benyttes låsestein.
- Byggemål (tykkelse) skal være minimum 80 mm. Ved de største vridningslaster (for eksempel vegbane i rundkjøring) bør byggemål (tykkelse) være 100 mm.
- Slitasjemotstand skal være som angitt for klasse 4, jf. punkt 5.3.4, tabell 5, i NS-EN 1338:2003 [26], ved prøving etter standardens Tillegg G.

673.2 Heller av betong

Heller av betong til utendørs bruk skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 1339:2003 [27] og skal oppfylle følgende krav:

- Værbestandighet/frostmotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.2, tabell 4.2, i NS-EN 1339:2003 [27].
- Bøystrekkfasthet skal tilfredsstillende krav som angitt for klasse 3 i henhold til punkt 5.3.3, tabell 5, i NS-EN 1339:2003 [27].
- Skli-/gli-motstand: Heller av betong har normalt en tilfredsstillende skli-/glimotstand, forutsatt at overflaten ikke er slipt eller polert med det formål å oppnå en svært jevn overflate. Dersom det på spesielt utsatte steder kreves en verdi på skli-/gli-motstand, skal prøvingsmetoden i NS-EN 1339:2003 [27] Tillegg I benyttes og den minste verdien på skli-/gli-motstanden skal være deklarerert og bør være 60. Dersom overflaten er slipt/polert skal den minste verdien være 45.
- Tillatte avvik i lengde, bredde og tykkelse skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.2.4, tabell 1, i NS-EN 1339:2003 [27].
- Tillatte avvik i diagonal mål skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.2.4, tabell 2, i NS-EN 1339:2003 [27].
- Slitasjemotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.4, tabell 6, i NS-EN 1339:2003 [27], ved prøving etter standardens Tillegg G.
- Byggemål (tykkelse) skal være minimum 70 mm.
- Bruddstyrke dokumenteres i henhold til punkt 5.3.6, tabell 7, i NS-EN 1339:2003 [27].
Bruddlastklasse skal velges avhengig av bruksområde:
 - A. Heller til bruk i områder uten trafikk, skal ha bruddlastklasse minimum 110. (Kun tillatt med vedlikeholdsmaskiner, aksellast inntil 1,5 tonn.)
 - B. Heller for offentlige plasser med begrenset belastning, skal ha bruddlastklasse minimum 140. (Maks. aksellast 8 tonn og sporadisk trafikkering/varetransport.)
 - C. Heller for offentlige plasser med tyngre belastning, skal ha bruddlastklasse minimum 250. (Fri trafikk av renholdsmaskiner og sporadisk trafikk av kjøretøy med aksellast inntil 10 tonn.)

674 Krav til gatestein og plater av naturstein

674.1 Gatestein

Gatestein skal oppfylle kravene i NS-EN 1342:2012 [28] og ha råsplittet eller gradhugget overflate. Type av bearbeiding innvirker på dimensjonstoleransene, se punkt 4.1.2.1 i [28].

Gatestein skal settes i knas, det vil si at steinene settes tett inntil hverandre slik at gjennomsnittlig fugebredde bestemmes av steinenes overflateruhet. Tillatt avvik i plandimensjoner er i NS-EN 1342 ganske romslige. Dette vil kreve sortering for en del leggemønster. For de mest vanlige leggemønster, med mindre forholdene på stedet tilsier noe annet, skal det settes følgende krav til gatestein:

Nominell lengde, bredde og tykkelse	Klasse 2 i tabell 1 i NS-EN 1342 [28]
Avvik fra vertikale sideflater	Klasse 2 i tabell 2 i NS-EN 1342 [28]

Overflatejevnhet	Klasse 2 i tabell 3 i NS-EN 1342 [28]
Trykkstyrke	min 150 MPa
Vannabsorpsjon	maks 0,3 %

For stein som skal brukes til setting i sirkel- eller buemønster, anbefales det at bestiller angir en andel av leveransen som kan avvike mer enn 10 % fra angitte dimensjonstoleranser og fra kravene til kvadratisk eller rektangulær form.

For rettsetting skal minimum klasse T2 brukes, eventuelt enda snevrere toleranser for å unngå ekstra behov for sortering.

Ved gjenbruk av gatestein uten skader av betydning er det ikke krav til kvalitetsdokumentasjon basert på kravene i NS-EN 1342.

Leggemønster skal fremgå av tegning. Angivelse av leggemønster skal inkludere kantavslutninger, tilpasninger rundt installasjoner etc.

674.2 Plater av naturstein

Ferdig lagt skal plater av naturstein ikke ha et forhold lengde:bredde større enn 2,0.

Avhengig av ønskede funksjonsegenskaper og visuelt inntrykk skal plater av naturstein angis ved petrografi. For plater av granitt skal også overflatens tekstur angis. Følgende beskrivelser er aktuelle:

- råsplittet, brukes normalt ikke på arealer med gangtrafikk
- flammet
- sandblåst/blastret
- gradhugget

Platenes endekanter og underside bør ha en grov tekstur. Et minstekrav er at flatene er flammet eller sandblåst. Ved ubunden utførelse er en grov tekstur viktig for å oppnå god friksjon mot settelag og fugematerialet. Fugematerialet holdes bedre på plass i fugene og platene ligger mer stabilt med mindre fare for forskyvning. Ved bunden utførelse vil en ru kontaktflate til fuge- og settemørtel gi god heft som er viktig for dekkets funksjonsegenskaper over tid.

Toleranser for platenes variasjoner i bredde, lengde, tykkelse og diagonaler (rettvinklethet) er i NS-EN 1341 [29] angitt i tre klasser. Klasse 0 angir at det er ingen krav, klasse 1 har relativt romslige krav og klasse 2 har de strengeste toleranser. En beskrivelse av etablering av et areal med plater av naturstein skal inneholde krav til dimensjonstoleranser.

I tillegg til dimensjonskrav legger NS-EN 1341 til rette for en rekke krav til natursteinsplatenes egenskaper. De viktigste kravene er:

- frostmotstand, testet etter NS-EN 12371 [30], med 56 frostvekslinger
- minimum bøyefasthet, testet etter NS-EN 12372 [31]
- skliskikkerhet, testet etter NS-EN 14231 [32]

For gangarealer med liten risiko for belastninger fra tunge kjøretøyer skal bøyefastheten minst være 9,0 kN. For arealer med noe belastning fra tunge kjøretøy skal bøyefastheten minst være 14,0 kN.

Deklarasjonen av natursteinsplater skal også inkludere petrografisk angivelse, densitet og porøsitet, samt ev. innhold av farlige stoffer.

675 Fuging og ettervibrering

675.1 Fuger av løsmasser

Avhengig av forholdene ved utførelsen og værforholdene før og under utførelsen, kan fuging utføres som tørrfuging eller som våtfuging. Fugingen skal kombineres med en ettervibrering av dekket med utstyr egnet til formålet.

For belegningsstein skal fugebredden være 2–5 mm.

For heller med lengde opp til 600 mm skal fugebredden være 2–5 mm. For heller med bredde over 600 mm skal fugebredden økes til 5–7 mm.

Det skal brukes natursand eller knust berg med sortering 0/2. Andelen materiale mindre enn 0,063 mm skal minst være 2 % og ikke overstige 9 %.

For dekker av gatestein er anbefalt fugemateriale gitt i tabell 675.1.

Tabell 675.1 Valg av fugematerialer til dekker av gatestein

Steintype	Fugematerial/sortering
Storgatestein	Knust berg 0/4
Smågatestein	Knust berg 0/4, ev. knust berg 0/2
Mosaikk	Knust berg 0/2

For dekker av plater av naturstein med bredde opp til 600 mm skal fugebredden være 2 – 5 mm, for større plater skal fugebredden være 5 – 7 mm.

Gatestein og plater av naturstein skal fuges med knust berg med sortering 0/4 eller 0/2. Andelen materiale mindre enn 0,063 mm skal minst være 2 % og ikke overstige 9 %.

675.2 Faste fuger

Faste fuger skal bare benyttes i kombinasjon med bundet settelag og stabilisert bærelag med tilfredsstillende fasthet.

For dekker av belegningsstein og for heller med bredde opp til 600 mm bør fugebredden være 3 - 5 mm. For større heller bør fugebredden være 5–8 mm.

For dekker av gatestein vil faste fuger ha tilfredsstillende funksjonsegenskaper med fugebredde fra 5 til 30 mm. Som regel vil kravene til det visuelle inntrykk medføre strengere toleranser for fugebredden.

For heller av naturstein vil også kravene til det visuelle inntrykk som regel være bestemmende for toleransene til fugebredden. Ut fra kravene til funksjonsegenskaper kan fugebredden være mellom 5 og 30 mm.

Betongmørtel skal oppfylle krav i tabell 675.2.

Tabell 675.2 Krav til betongmørtel som faste fuger for belegningsstein, heller, gatestein og natursteinsplater

Parameter	Testmetode	Krav
Største steinstørrelse i tilslaget	NS-EN 933-1	2,0 mm
Trykkstyrke etter 28 døgns lagring	NS-EN 12390-3	Min. 45 MPa Ingen enkeltverdi under 35 MPa
Indirekte strekkstyrke	NS-EN 13286-42	Min. 6 MPa
Heftstyrke, ved fabrikk	NS-EN 1015-12	Min. $\geq 1,5$ MPa Alle enkeltverdier $\geq 1,2$ MPa
Heftstyrke, utført	NS-EN 1015-12	Enkeltverdier $\geq 0,8$ MPa
Frostbestandighet	NS-EN 1367-1	Reduksjon i trykkfasthet etter 20 frostvekslinger: Maks. 10 % som gjennomsnitt av 6 prøver
Bestandighet overfor klorider	CEN-TS 12390-11	

Større arealer med faste fuger skal ha ekspansjonsfuger. Ekspansjonsfuger skal ha en bredde på minst 10 mm. Fugen skal fylles med elastisk, bestandig materiale. Leverandør av materialet skal før anvendelse dokumentere bestandighet og gode funksjonsegenskaper under trafikk og klimaforhold som er relevante for den aktuelle anvendelse.

676 Krav til utført dekkearbeid

Dekker av belegningsstein, gatestein eller plater skal tilfredsstille geometriske krav i tabell 676.1.

Tabell 676.1 Krav og toleranser for geometri (mm) og jevnhet, dekker av belegningsstein, gatestein, heller og plater

Toleranser	Belegningsstein, heller, gatestein, plater	
	kjøreareal	gangareal
Dekke		
Høyde ¹⁾		
- avvik fra prosjektert, maksimum	± 8	± 5
Jevnhet målt med 3 m rettholt		
- maksimum	6	6
Høydeforskjell ved fuger, maks		
- belegningsstein	2	1
- heller og plater	2	1
Høydeforskjell mellom nabosteiner ³⁾		
- storgatestein	3	
- smågatestein og mosaikkstein	2	2
Tverrfall, avvik fra prosjektert ⁴⁾		
- maksimum (%-poeng)	0,2	0,2
Bredde ²⁾		
- maksimum		+ 100
- minimum		± 0

¹⁾ Gjelder enkeltpunkt.

²⁾ Horisontalt avvik fra de prosjekterte ytterbegrensningene.

³⁾ Høydeforskjell mellom høyeste punkt på to steiner som ligger inntil hverandre, og mellom gatestein og dekke av annet materiale.

⁴⁾ Målt manuelt over 2 m eller med bilmontert laser (median over 20 m).

Dekkets leggemønster, inklusive alle tilpasninger mot faste, stabile kantavslutninger, kummer og sluk skal være som foreskrevet. Rette linjer og prosjekterte kurver i mønsteret skal være uten synlige avvik, belegningsstein, heller og plater skal være uten avskallinger. Alle fuger skal være fylte i samsvar med de krav som er satt.

Referanser i kapittel 6

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

1. Statens vegvesen: Feltundersøkelser. Håndbok R211. Vegdirektoratet, Oslo 1997.
2. Statens vegvesen: Laboratorieundersøkelser. Håndbok R210. Vegdirektoratet, Oslo 2016.
3. Standard Norge: Bituminøse masser - Prøvingsmetoder for varmblandet asfalt - Del 11: Bestemmelse av dynamisk vedhefting mellom tilslag og bitumen. NS-EN 12697-11, Oslo 2012.
4. Standard Norge: Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg- og anleggsarbeid og vegbygging. NS-EN 13242:2002+A1:2007+NA:2009. Oslo 2009.
5. Standard Norge: Tilslag for bituminøse masser og overflatebehandlinger for veger, flyplasser og andre trafikkarealer. NS-EN 13043:2002+NA:2008. Oslo 2013.
6. Standard Norge: Geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter - Bestemmelse av vannpermeabilitet normalt på planet uten belastning. NS-EN ISO 11058:2010. Oslo 2010.
7. Standard Norge: Geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter - Bestemmelse av karakteristisk åpningsstørrelse. NS-EN ISO 12956:2010. Oslo 2010.
8. Standard Norge: Geotekstiler - Strekkprøving på brede prøvelegemer. NS-EN ISO 10319:2015. Oslo 2015.
9. Standard Norge: Prøvingsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag - Del 11: Metode for klassifisering av bestanddelene av grovt resirkulert tilslag. NS-EN 933-11:2009. Oslo 2009.
10. Standard Norge: Mekanisk stabiliserte masser – Spesifikasjoner. NS-EN 13285:2010. Oslo 2010.
11. Standard Norge: Bituminøse masser - Prøvingsmetoder for varmblandet asfalt - Del 42: Mengde av fremmedmateriale i resirkulert asfalt. NS-EN 12697-42:2012. Oslo 2013.
12. Standard Norge: Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 1: Asfaltbetong. NS-EN 13108-1:2016. Oslo 2016.
13. Standard Norge: Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 20: Typeprøving. NS-EN 13108-20:2016. Oslo 2016.
14. Standard Norge: Bituminøse masser - Prøvingsmetoder for varmblandet asfalt - Del 12: Bestemmelse av vannfølsomhet av bituminøse prøvelegemer. NS-EN 12697-12, Oslo 2008.
15. Standard Norge: Bitumen og bituminøse bindemidler - Spesifikasjoner for vegbitumen. NS-EN 12591:2017 (Oslo 2018) + NA:2011 (Oslo 2011).
16. Standard Norge: Bitumen og bituminøse bindemidler - Regler for spesifisering av polymermodifiserte bitumen. NS-EN 14023:2010+NA:2011. Oslo 2011.

17. Standard Norge: Bitumen og bituminøse bindemidler - Regler for spesifisering av kationiske bituminøse emulsjoner. NS-EN 13808:2013+NA:2016. Oslo 2016.
18. Standard Norge: Bitumen og bituminøse bindemidler - Bestemmelse av vedheftens egenskaper for bitumenemulsjoner ved neddykking i vann. NS-EN 13614:2011. Oslo 2011.
19. Standard Norge: Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 8: Resirkulert asfalt. NS-EN 13108-8:2016. Oslo 2016.
20. Standard Norge: Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 5: Skjelettasfalt. NS-EN 13108-5:2016. Oslo 2016.
21. Standard Norge: Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 3: Mykasfalt. NS-EN 13108-3:2016. Oslo 2016.
22. Standard Norge: Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 6: Støpeasfalt. NS-EN 13108-6:2016. Oslo 2016.
23. Standard Norge: Bituminøse masser - Prøvmåter for varmblandet asfalt - Del 20: Stempelinntrykk ved bruk av kubiske eller sylindrerformede prøvelegemer (CY). NS-EN 12697-20:2012. Oslo 2012.
24. Standard Norge: Bituminøse masser - Materialspesifikasjoner - Del 7: Drensasfalt. NS-EN 13108-7:2016. Oslo 2016.
25. Standard Norge: Bituminøse masser - Prøvmåter for varmblandet asfalt - Del 18: Bindemiddelavrenning. NS-EN 12697-18:2004. Oslo 2004.
26. Standard Norge: Belegningsstein av betong - Krav og prøvmåter- (innbefattet rettelsesblad AC:2006). NS-EN 1338:2003. Oslo 2003.
27. Standard Norge: Betongheller - Krav og prøvmåter - (innbefattet rettelsesblad AC:2006). NS-EN 1339:2003. Oslo 2003.
28. Standard Norge: Gatestein av naturstein til utendørs belegg - Krav og prøvmåter. NS-EN 1342:2012. Oslo 2013.
29. Standard Norge: Plater av naturstein til utendørs bruk - Krav og prøvmåter. NS-EN 1341:2012. Oslo 2013.
30. Standard Norge: Prøvmåter for naturstein - Bestemmelse av frostmotstand. NS-EN 12371:2010. Oslo 2010.
31. Standard Norge: Prøvmåter for naturstein - Bestemmelse av bøyefasthet ved konsentrert last. NS-EN 12372:2006. Oslo 2007.
32. Standard Norge: Prøvmåter for naturstein - Bestemmelse av sklissethet ved bruk av pendelprøvmåter. NS-EN 14231:2003. Oslo 2003.
33. NorGeoSpec 2012. [Internett]. Oslo: Sintef Byggforsk; 2017 [hentet 2017-03-31]. Tilgjengelig fra: <http://www.norgeospec.org/acms/>
34. Standard Norge: Prøvmåter for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag - Del 4: Bestemmelse av hulrominnhold i tørr komprimert filler. NS-EN 1097-4 (2008).

35. Standard Norge: Betong – Spesifikasjon, egenskaper, framstilling og samsvar. NS-EN 206-1 (2013) + A1:2016 + NA:2017.
36. Standard Norge: Bituminøse masser – Prøvningsmetoder for varmblandet asfalt - Del 40: Dreneringsegenskaper i felt. NS-EN 12697-40 (2012).
37. Miljødirektoratet. Disponering av betong- og teglavfall. Faktaark M-14/2013.
38. Standard Norge: Bitumen og bituminøse bindemidler - Bestemmelse av vedheftsegenskaper for bitumenemulsjoner ved neddykking i vann. NS-EN 13614, Oslo 2011.

Kapittel 7

Vegutstyr og miljøtiltak

INNHOOLD

71 STØTTEKONSTRUKSJONER	250
711 FORMELLE KRAV	250
712 MURER AV NATURSTEIN, BETONG OG GABIONER.....	250
712.1 Generelt og formelle krav	250
712.2 Dimensjoneringsgrunnlag	250
712.3 Funksjonskrav og andre viktige krav.....	251
712.4 Tekniske spesifikasjoner	251
713 ARMERT JORD	251
713.1 Generelt og formelle krav	251
713.2 Dimensjoneringsgrunnlag	251
713.3 Funksjonskrav og andre viktige krav.....	252
713.4 Tekniske spesifikasjoner	252
72 STØYTILTAK	253
721 GENERELT OG FORMELLE KRAV.....	253
722 STØYSKJERMER OG -VOLLER.....	253
722.1 Generelt.....	253
722.2 Dimensjoneringsgrunnlag	253
722.3 Funksjonskrav og andre viktige krav.....	254
722.4 Tekniske spesifikasjoner	255
723 LOKALE SKJERMER.....	255
723.1 Generelt.....	255
723.2 Funksjonskrav og andre viktige krav.....	255
723.3 Tekniske spesifikasjoner	256
724 FASADEISOLERING MOT STØY.....	256
724.1 Generelt og formelle krav	256
724.2 Dimensjoneringsgrunnlag	256
724.3 Funksjonskrav og andre viktige krav.....	256
724.4 Tekniske spesifikasjoner	257
73 SERVICEANLEGG	258
731 GENERELT	258
732 BYGGING AV SERVICEANLEGG	258
732.1 Generelt.....	258
732.2 Dimensjoneringsgrunnlag	258
732.3 Funksjonskrav og andre viktige krav.....	258
732.4 Tekniske spesifikasjoner	259
74 VEGETASJONSETABLERING I VEG- OG GATEANLEGG	260

741	GENERELT	260
742	UTLEGGING AV JORD	260
742.1	Generelt.....	260
742.2	Dimensjoneringsgrunnlag	260
742.3	Funksjonskrav og andre viktige krav.....	261
742.4	Tekniske spesifikasjoner.....	261
743	GRASDEKKER, NATURLIG REVEGETERING OG ENGVEGETASJON	262
743.1	Generelt.....	262
743.2	Dimensjoneringsgrunnlag	262
743.3	Funksjonskrav og andre viktige krav.....	262
743.4	Tekniske spesifikasjoner.....	262
743.5	Kontroll og dokumentasjon.....	263
744	PLANTEFELT	263
744.1	Generelt.....	263
744.2	Dimensjoneringsgrunnlag	263
744.3	Funksjonskrav og andre viktige krav.....	263
744.4	Tekniske spesifikasjoner.....	264
75	KANTSTEIN, REKKVERK, GJERDER OG FAUNAPASSASJER	265
751	KANTSTEIN	265
751.1	Dimensjoneringsgrunnlag	265
751.2	Funksjonskrav.....	265
751.3	Tekniske spesifikasjoner	265
752	REKKVERK	267
752.1	Generelt.....	267
752.2	Krav	267
752.3	Tekniske spesifikasjoner	267
753	GJERDER	267
753.1	Generelt.....	267
753.2	Krav	268
753.3	Tekniske spesifikasjoner	268
754	VILTGJERDER.....	268
754.1	Tekniske spesifikasjoner.....	268
755	FAUNAPASSASJER	270
755.1	Generelt.....	270
755.2	Overganger for større dyr	270
755.3	Underganger/kulverter for større dyr.....	271
755.4	Kulverter for mindre dyr.....	271
755.5	Fiskepassasjer gjennom rør og kulverter	272
755.6	Amfibiekulverter.....	272
76	TRAFIKKREGULERING OG BELYSNING	273
761	SIGNALANLEGG	273
761.1	Generelt.....	273
761.2	Dimensjoneringsgrunnlag	273
761.3	Funksjonskrav til infrastrukturen	273
761.4	Tekniske spesifikasjoner.....	273
761.5	Styrings- og overvåkingssystemer.....	273
761.6	Generelt.....	273
761.7	Dimensjoneringsgrunnlag	274
761.8	Funksjonskrav til infrastrukturen	274
761.9	Tekniske spesifikasjoner.....	274

762 BELYSNINGSANLEGG FOR GATER OG VEGER	274
762.1 Generelt.....	274
762.2 Dimensjoneringsgrunnlag	274
762.3 Krav	275
762.4 Tekniske spesifikasjoner	275
763 TRAFIKKREGISTRERINGSSTASJONER	276
763.1 Generelt.....	276
763.2 Dimensjoneringsgrunnlag	276
763.3 Funksjonskrav til infrastrukturen	276
763.4 Tekniske spesifikasjoner	276
77 SKILT OG OPPMERKING.....	277
771 GENERELT	277
772 KRAV TIL FUNDAMENTERING AV SKILT	277
REFERANSER I KAPITTEL 7	278

71 Støttekonstruksjoner

711 Formelle krav

Konstruksjoner skal byggemeldes dersom det ikke er redegjort for utformingen og plassering i reguleringsplan. Det vises til forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK) [43]. Forskriften er utdypet i Veiledning til forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker – se melding HO-2/2006 – Offentlege veganlegg og byggjesak [45].

Ved fare for fallskade skal konstruksjoner sikres med rekkverk eller eventuelt gjerde. Det vises til håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [3]. For tilfeller som ikke beskrives i håndbok N101 skal det for konstruksjoner med større fallhøyde enn 0,5 m påmonteres rekkverk min. 1,0 m høyt. Hvis fallhøyden overstiger 10 m skal rekkverkshøyden økes til min. 1,2 m. Det vises til byggteknisk forskrift (TEK17) [50] for en mer detaljert beskrivelse av utforming.

712 Murer av naturstein, betong og gabioner

712.1 Generelt og formelle krav

Beskrivelsen gjelder murer av betongelementer, plasstøpt betong, murer av blokker med mørtel i fugene, tørrmurer av naturstein og betongelementer samt gabionmurer (murer av steinkurver). Omtalen gjelder både ensidige murer med bakfylling av løsmasser og tosidige murer som er massive eller har en kerne av løsmasser.

Murer med konstruksjonshøyde $\geq 5,0$ m skal kontrolleres og godkjennes iht. godkjenningsordning i Statens vegvesen. Kontrollen utføres av Vegdirektoratet. Krav til dokumentasjon for godkjenningen er gitt i håndbok N400 [1].

For murer med konstruksjonshøyde $\geq 5,0$ m skal godkjente arbeidstegninger og godkjenningsbrev i henhold til godkjenningsordning i Statens vegvesen foreligge før byggestart. For murer under 5,0 m skal dokumentasjon av gjennomført prosjekteringskontroll i riktig kontrollklasse foreligge før byggestart. For en mer detaljert beskrivelse av krav til prosjekteringskontroll vises det til kapittel 2.

712.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Murer skal utformes med hensyn til stedlige seismiske, grunn-, geometri- og vannforhold slik at murenes stabilitet ivaretas over levetiden. Laster skal bestemmes i henhold til gjeldende prosjekteringsstandarder og prosjekteringsregler.

For å unngå brudd i selve konstruksjonen stilles det for støpte konstruksjoner materialkrav mht. betong- og armeringskvaliteter.

For dimensjonering iht. krav i avsnittene over vises det til

- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 [29]
- NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008 [26]
- Håndbok N400 Bruprosjektering [1]

Jordtrykk og bæreevne skal bestemmes etter metoder beskrevet i håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [2].

712.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Murer skal stå støtt og holde på løsmassene. Levetiden skal være 100 år.

Estetiske krav

Murer skal utformes med estetisk god kvalitet, og bør bidra positivt til landskapsmessige og kulturhistoriske verdier på stedet.

Sikkerhetsmessige krav

Utformingen skal ivareta sikkerheten til trafikanter og naboer. Murer skal ikke ha utstikkende partier eller utforming som utgjør fare ved påkjørsel. Det vises til håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [3].

712.4 Tekniske spesifikasjoner

Murer skal fundamenteres på frostfritt og stabilt underlag. Det skal benyttes ikke telefarlige masser (Telefarlighetsgruppe T1) i fryseseonen, og det skal etableres god drenering bak såle og mur.

Murmaterialet skal velges slik at muren oppfører seg som forutsatt under dimensjoneringen og at muren ikke svekkes over levetiden.

Fuger vurderes ut fra geotekniske forhold og murens størrelse.

Tørrmurer skal mures med forband i lengderetningen og der tilgjengelig steinstørrelser ikke dekker murens bredde skal de også mures med forband i tverretningen. Nederste blokk bør alltid ha full murbredde og der tilgjengelig steinstørrelser ikke dekker murens bredde kan støpte blokker i full bredde eller støpt fundamentplate benyttes.

713 Armert jord

713.1 Generelt og formelle krav

Beskrivelsen gjelder konstruksjoner av armert jord, både støttekonstruksjoner med frontkledning av betong, stein, tre, vegetasjon o.l. samt armerte skråninger. Beskrivelsen gjelder for konstruksjoner med armeringsmateriale av plast, stål osv.

Armert jord-konstruksjoner med helning 1:1 eller brattere og konstruksjonshøyde $\geq 5,0$ m skal klassifiseres som uvanlige konstruksjoner og vil derfor alltid havne i geoteknisk kategori 3, videre skal pålitelighetsklasse 3 benyttes. Dette medfører bl.a. skjerpet krav til prosjekteringskontroll. Kontrollomfang for armert jord-konstruksjoner lavere enn 5,0 m bestemmes med bakgrunn i pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori for hvert enkelt tilfelle. For en mer detaljert beskrivelse av krav til prosjekteringskontroll vises det til kapittel 2. Dokumentasjon av gjennomført prosjekteringskontroll i riktig kontrollklasse skal foreligge før byggestart. Konstruksjonshøyde for armert jord-konstruksjoner regnes fra nederste armeringslag.

713.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Armert jord-konstruksjoner skal utformes med hensyn til stedlige seismiske, grunn-, geometri- og vannforhold slik at murens stabilitet ivaretas over levetiden. Laster bestemmes i henhold til gjeldende prosjekteringsstandarder og prosjekteringsregler.

For dimensjonering av konstruksjoner av armert jord iht. vises det til:

- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 [29]

- NA-rundskriv 07/2015 – Trafikklast i håndbok N400 Bruprosjektering
- Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [2]

713.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Armert jord skal stå støtt og holde på løsmassene. Konstruksjonen skal vurderes med hensyn på utforming, materialvalg og utførelse.

Den totale tøyningen i løpet av konstruksjonens levetid bør ikke overskride 5 % og beregnet krypdeformasjon etter byggeperioden bør være < 2 %.

Levetiden bør være 75-120 år.

Det skal for armeringsmaterialer av plast i henhold til NS 3420-G:2008 dokumenteres tilfredsstillende egenskaper med hensyn til nedbryting på grunn av klimapåkjenninger, aldring og kjemisk og biologisk nedbryting. Videre skal det dokumenteres at egenskapene med hensyn på motstand mot skade på grunn av mekanisk påkjenning er tilfredsstillende. Geotekstiler uten spesiell UV-beskyttelse skal lagres slik at de ikke utsettes for sollys.

Det skal tas hensyn til korrosjon ved dimensjonering av stålarmering, f.eks. ved at konstruksjonen kontrolleres for redusert ståltverrsnitt.

Det skal påvises med beregninger at stabiliteten er ivaretatt med de poretrykk som kan oppstå, samt at frontpaneler ikke skades av forholdet og at frostskafer på konstruksjonen ikke vil oppstå.

Det skal påvises tilstrekkelig motstand mot glidning, både mellom materiale under armert konstruksjon og naturlig grunn samt materiale i armert legeme ved nederste armeringslag.

Estetiske krav

Armert jord skal utformes med estetisk god kvalitet for å bidra positivt til å bevare landskapsmessige og kulturhistoriske verdier på stedet.

Sikkerhetsmessige krav

Utformingen skal ivareta sikkerheten for trafikanter og naboer. Armert jord skal ikke ha utstikkende partier eller utforming som utgjør fare ved påkjørsel. Det vises til håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [3].

713.4 Tekniske spesifikasjoner

For permanente støttekonstruksjoner skal det i frysesonen benyttes ikke telefarlige masser (telefarlighetsgruppe T1), eller det benyttes frostisolasjon. Videre skal de armerte massene være selvdrenerende (dvs. masseprosent på maks 8 % med kornstørrelse <0,063 mm).

Materialvalg, dimensjonering og utførelse av konstruksjonen skal beskrives i det enkelte tilfelle, inkludert krav til konstruksjonens egenskaper mht. deformasjoner, setninger og stabilitet. Se kapittel 16 i håndbok V220 [2].

72 Støytiltak

721 Generelt og formelle krav

Generelt

Støytiltak omfatter støyskjermer og -voller, lokale skjermer samt fasadeisolering av bygninger. Hvilke type støytiltak som velges, er avhengig av akustiske krav, stedlige forhold som topografi, bebyggelse og landskap. En bevisst bruk av terrenget som skjerming, kan være et godt utgangspunkt for øvrige tiltak.

Formelle krav

For planlegging av veg gjelder Klima- og miljødepartementets retningslinjer til Plan- og bygningsloven om behandling av støy i arealplanlegging, T-1442/2016. [47] Denne legges som hovedregel til grunn for gjennomføring av alle prosjekter der det kreves ny plan etter plan- og bygningsloven, eller der eksisterende plan endres vesentlig. Støyretningslinjen henviser også videre til i teknisk forskrift (med tilhørende standard NS 8175) [30].

722 Støyskjermer og -voller

722.1 Generelt

Det er viktig at det legges stor vekt på å utforme en støyskerm slik at den er best mulig tilpasset landskapet og reiseopplevelsen.

Støyreduserende tiltak kan også utføres enten ved å tilrettelegge sideterrenget eller å anlegge jord- eller steinvoller.

722.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Vedtatt reguleringsplan og reguleringsbestemmelser legges til grunn for dimensjonering og prosjektering av tiltak.

Støyskerm er et produkt når det er bearbeidet, og fremstilt i fabrikk og tilgjengelig i markedet. Støyskerm som produkt skal følge NS-EN 14388 innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy – Spesifikasjoner, som er en produktstandard.

Støyskerm er en konstruksjon når den er spesielt konstruert for den aktuelle plasseringen. En rekke standarder er relevante for støyskerm som konstruksjon:

- NS-EN 1995-1-1 og NS-EN 1995-1-2 (Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner) [27]
- NS-EN 1993 (Eurokode 3: Prosjektering av stålkonstruksjoner) [28]
- NS-EN 1992 (Eurokode 2: Prosjektering av betongkonstruksjoner) [26]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 [29]
- NS-EN 1991-1-4 (Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster) [32]
- NS-EN 1794-1 Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy. Ikke-akustiske egenskaper. Del 1: Mekaniske egenskaper og stabilitetskrav [33]
- NS-EN 1794-2 Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy. Del 2: Generelle sikkerhets- og miljøkrav [34]
- Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [2]

Beregning av støynivå utføres ved beregningsverktøy basert på beregningsmetodene Nord96 eller Nord2000 Road.

Grunnens bæreevne kan bestemmes etter metoder beskrevet i håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [2].

722.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Levetiden bør være minst 25 år. I hele støyskjermens levetid skal alle enkeltkomponenter kunne motstå de belastninger de settes for, samtidig som funksjonen opprettholdes.

Skjermer skal stå stabilt og fundamenteres slik at setninger/deformasjoner ikke hemmer deres funksjon eller forringer linjeføringens presisjon over levetiden. Det vises til NS-EN 1794-1 for mer detaljerte krav til deformasjoner.

Det er viktig å unngå situasjoner der hull eller åpninger mellom jorden og underkant skjerm kan oppstå ettersom dette vil forringe skjermens effekt betydelig. Dette gjelder både ved montering samt ved en ev. setningsutvikling over tid.

Murer skal fundamenteres på frostfritt og stabilt underlag. For å unngå skjemmende skjevheter bør det vurderes å legge inn justeringsmuligheter ved innfesting av stendere.

Ved prosjektering av støyvoller skal forventet deformasjon vurderes. Dette gjelder både vollens egendeforrasjon og forventet setning på grunn av økt belastning på grunnen over levetiden. Dette for ikke å forringe tilsiktet presisjon i linjeføringen.

Situasjoner som kan medføre behov for spesiell vurdering ved fundamentering av skjermer og voller kan f.eks. være:

- Fundamentering nær kant av en skråning
- Fundamentering på lite bestandig underlag; f.eks. på dårlig komprimerte masser, skrotmasser eller masser med høyt humusinnhold
- Fundamentering i områder med tele- og/eller dreneringsproblem

Estetiske krav

For en estetisk god utforming, er en presis linjeføring viktig. Skjermen skal ha bevisste sprang, tilpasset stigningen i terrenget (vegens linjeføring). Det anbefales at skjermen tegnes opp i oppriss som viser hele skjermens lengde, inklusiv terrengsprangene og avslutning, samt med detaljsnitt.

Sikkerhetsmessige krav

Håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [3] legges til grunn. Krav til sikt for trafikantene skal ivaretas i henhold til håndbok N100 [4]. Håndbok N400 legges til grunn dersom støyskjermen går over bru.

Sikkerhetsmessige krav gjelder også sideterreng, samt jord- og steinvoller som tilrettelegges for å gi en støyreducerende effekt.

Akustiske krav

Utformingen og plassering av en skjerm avklares i samråd med en akustiker. Støyreducerende effekt av planlagte/prosjekterte skjermer dokumenteres ved beregninger.

Skjermen skal ha en merkbar effekt i området som skjermes. Effekten av en støyskjerm er avhengig av skjermens utforming, terrenget rundt og avstanden mellom støykilde og skjerm. Høyde og lengde på skjermen for å oppfylle krav til støyreduksjon i henhold til regelverket er avhengig av hvor mottakeren

befinner seg. Hvor mye lyd som går igjennom skjermen avhenger av vekt og materiale. Det anbefales at skjermen er tett.

Planlagte åpninger i skjermen, for eksempel med tanke på gangtrafikk (sluser), kan utformes slik at lyden ikke kan gå i rett linje fra støykilden til område som skjermes. Det anbefales at det ikke er åpning mellom skjermene og bakken, heller ikke etter at massene på hver side av skjermene har satt seg. Dette er spesielt viktig når bygning/uteplass som skjermes ligger nært skjermen.

Absorberende skjermmer kan benyttes dersom skjermen kan forårsake uønskede lydrefleksjoner til annen bebyggelse.

Krav mht. drift og vedlikehold

Skjermene utformes slik at de ikke skades av snømåking eller annet drift og vedlikeholdsarbeid. Plass til snøopplag mellom veg og skjerm vurderes.

Lange skjermmer kan bygges med åpning, dør eller lignende slik at skjermene enkelt kan inspiseres og utbedres på baksiden.

722.4 Tekniske spesifikasjoner

Hvor mye lyd som går gjennom skjermen er avhengig av vekt og materiale. Anbefalt minimum flatevekt med hensyn til støy er 15 kg/m². For å forlenge levetiden, bør tre kombineres med andre materialer i bakken. Det anbefales at alle overganger er tette og med beslag som beskytter mot vann.

Det er satt begrensninger i bruk av trevirke impregnert med kreosot og enkelte andre kjemiske forbindelser (krom og arsen). Det vises til forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften) [48].

723 Lokale skjermmer

723.1 Generelt

Lokale støyskjermmer brukes for å skjerme lokale uteplasser ved en bolig. Plassering og areal vurderes ut fra flere hensyn. Se Veileder til retningslinje for behandling av støy i arealplanleggingen M-128 [47].

Dimensjoneringsgrunnlag

Vedtatt reguleringsplan og reguleringsbestemmelser legges til grunn for dimensjonering og prosjektering av tiltak.

For dimensjonering av skjermmer vises det til følgende standarder:

- NS-EN 1991-1-4 (Eurokode 1: Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster - Vindlaster) [32]
- NS-EN 1794-1 Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy. Ikke-akustiske egenskaper. Del 1: Mekaniske egenskaper og stabilitetskrav [33]
- NS-EN 1794-2 Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy. Del 2: Generelle sikkerhets- og miljøkrav [34]
- NS-EN 14388 innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy – Spesifikasjoner [31]

723.2 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Det forutsettes god detaljering og fundamentering, tette overganger og beslag for vannhåndtering.

I noen tilfeller vil det være mest aktuelt å skjerme ved å glasse inn hele eller deler av en veranda. Det bør vurderes om fundament for eksisterende veranda har tilfredsstillende kapasitet for å ta opp den økte belastningen.

I noen tilfeller er en fullstendig innglassing i form av vinterhage den eneste løsningen som gir et tilfredsstillende lydbilde. For at en vinterhage skal kunne brukes som et uterom, er det en forutsetning at glassene kan åpnes i mer stille perioder.

Der nye konstruksjoner bygges inntil eksisterende bør deformasjoner og ev. differansesetninger ved overgangen vurderes slik at skader unngås. Der dette kan bli et tema bør behov for fuger vurderes.

Estetiske krav

Lokale skjermer skal være tilpasset bygningens arkitektur. Det anbefales at skjermen er visuelt underordnet bygningen. Det anbefales at lokale skjermer er plassbygd og har tilsvarende materialbruk og farge som boligen. Plassering og høyde avklares i samarbeid mellom vegplanlegger, arkitekt og akustiker.

Utbedringsarbeidene prosjekteres særskilt for bygning. Lokale skjermer skal tegnes opp i oppriss som også viser bygningen den er tilknyttet.

I forbindelse med skjerming av viktige kulturhistoriske bygninger, er det sterkt anbefalt at arkitekten legger spesielt vekt på god tilpasset utforming.

Akustiske krav

Akustiske krav er beskrevet i gjeldende regelverk (se punkt 721).

723.3 Tekniske spesifikasjoner

For faglige råd henvises til Veileder for lokale støyskjermer ISSN-nummer 1890-2472 [14].

724 Fasadeisolering mot støy

724.1 Generelt og formelle krav

Vedtatt reguleringsplan og reguleringsbestemmelser legges til grunn for dimensjonering og projektering av tiltak.

724.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Tiltakene utføres i henhold til forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 17) [50], som utdypes i Veiledning om tekniske krav til byggverk. TEK 17 henviser videre til NS EN 8175 Lydforhold i bygninger.

For beregning av fasaders lydisolerende evne legges formelverk gitt i NS-EN ISO 717-1 Akustikk – vurdering av lydisolasjon i bygninger og av bygningsdeler – Del 1: Luftlydisolasjon til grunn [35]. SINTEF Byggforsk Håndbok 47 [49] som er basert på dette formelverket kan benyttes.

724.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Bygningsmessige forhold som lydgjennomgang i fasaden (og derav følgende behov for støydemping), og planløsning (for eksempel hvor soverom ligger) er dimensjonerende.

Levetiden av tiltakene på fasaden bør være minst 25 år.

Estetiske krav

Tiltaket skal ikke endre bygningens utseende. Dette forutsetter at alle detaljer i fasaden bevares. Det anbefales at nye vinduer og dører har samme utforming som eksisterende. Unntak er dersom det er enighet med kommune/huseier om fasadeendring.

For kulturhistoriske bygninger er det et krav at utvendig fasade ikke endres. Dette betyr at tiltakene primært gjennomføres innvendig. Ved utskifting av vinduer skal de ha samme utforming og detaljering som eksisterende. Ansvarlig vernemyndighet kontaktes dersom det gjøres tiltak på fasaden.

I noen få bygninger er også interiøret fredet. I slike tilfeller skal ansvarlig myndighet kontaktes.

Akustiske krav

Akustiske krav er beskrevet i gjeldene regelverk (se punkt 721).

Ventilasjonskrav

Fasadeisolering innebærer i de fleste tilfeller tetting av fasaden, både ventiler og utettheter rundt vinduer og ellers. I områder med høye lydnivåer ved fasaden og/eller sterk luftforurensning, vil bruk av vinduer til lufting være uaktuelt. Balansert ventilasjon kan benyttes i slike tilfeller.

724.4 Tekniske spesifikasjoner

Utbedringsarbeidene prosjekteres særskilt for hver bygning.

Spalteventiler i vinduer og vanlige ytterveggventiler kan ikke benyttes der det fasadeisoleres mot støy.

Hovedregelen er å støyisolere veggen på innsiden. Ved støyisolering på yttersiden (fasaden), vil det kreve tilpasninger til hjørner, takutstikk og ny detaljering ved vinduer og dører etc.

For faglige råd vises til egen veileder, håndbok V135 Fasadeisolering mot støy [5].

73 Serviceanlegg

731 Generelt

Beskrivelsen gjelder bygging av holdeplasser, rasteplasser, toaletter og lehus. For drift (renhold og service) av anleggene vises det til vedlikeholdsstandarden, håndbok R610 [7].

732 Bygging av serviceanlegg

732.1 Generelt

Rasteplasser lokaliseres til attraktive områder. Utforming og arealdisponering skjer i tråd med Plan- og bygningsloven [52]. Håndbøkene V133 Veg og reiseliv [20] og V136 Døgnhvileplasser for tungtransporten gir en del anbefalinger [21].

Dersom det ikke er redegjort for utformingen av serviceanleggene og deres ulike delelementer i reguleringsplan, skal de ulike delelementene byggemeldes. Det vises til forskrift om byggesak (byggesaksforskriften) (SAK 10) [43]. Forskriften er utdypet i veiledning til byggesaksforskriften (SAK10).

732.2 Dimensjoneringsgrunnlag

For dimensjonering for trafikkklaster vises det til kapittel 5. Veger og parkeringsplasser skal dimensjoneres for påregnelig trafikkmengde og type kjøretøy.

Behov for serviceanlegg er gitt i håndbok N100 Veg- og gateutforming [4]. Håndbøkene V123 Kollektivhåndboka [9] og V129 Universell utforming av veger og gater [19] inneholder en del anbefalinger.

I samband med tilrettelagte utkikkspunkter o.l. skal det etableres sikring for å hindre fallskader. Ved større fallhøyde enn 0,5 m skal det påmonteres rekkverk min. 1,0 m høyt. Hvis fallhøyden overstiger 10 m skal rekkverkshøyden økes til min. 1,2 m. Det vises til byggteknisk forskrift (TEK17) [50] for en mer detaljert beskrivelse av utforming.

732.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Toaletter

Dersom det er påkrevd med lukket anlegg for kloakken bør tanken dimensjoneres ut fra antatt bruk (antall besøk) per sesong og vanlige tømmerutiner. Avløpsvann uten kloakk bør ikke gå i tank, andre løsninger for bortledning bør tilstrebes.

Det bør kunne etterfylles toalettpapir, såpe og lignende fra et servicerom, og servicerommet bør ligge mellom toalettene.

Alle flater bør være enkle å holde rene, og bør være motstandsdyktige mot tagging. Hovedrengjøring bør kunne utføres med høytrykkspyler.

Søppeldunker, -kurver og -containere

Søppeldunkene bør dimensjoneres slik at det ikke er nødvendig å tømme dem mer enn én gang per dag. De bør være enkle å tømme og holde rene. Utstyret skal tåle snølast, vindpåkjenning og fuktighet. Utformingen skal være slik at problemer pga. avrenning, lukt og tiltrekking av dyr blir minst mulig.

Lekeutstyr

Utplassering av lekeutstyr på rasteplasser bør begrenses på grunn av sikkerhetskrav og behov for vedlikehold. Eventuelt lekeutstyr skal tilfredsstillende standardene:

- NS-EN 1176 Del 1 – Del 7 Lekeplattestyr og underlag [58]
- NS-EN 1177 Støtdempende lekeplattestyr. Bestemmelse av kritisk fallhøyde [57]

Tilrettelegging for funksjonshemmede på rasteplasser

Sentrale deler av rasteplassene skal være tilrettelagt for funksjonshemmede.

Lehus

Det skal tas hensyn til påregnelige, lokale værforhold slik at leskurene i utforming og plassering gir tilstrekkelig ly for vind og nedbør. Leskurene utformes ikke for å gi ly under ekstreme værforhold, men de bør fundamenteres og ha tilstrekkelig styrke slik at de tåler alle værforhold. Leskur skal ha en god estetisk utforming som forholder seg til omgivelsene.

Det vises til håndbok V123 Tilrettelegging for kollektivtransport på veg [9].

732.4 Tekniske spesifikasjoner

Serviceanlegg prosjekteres individuelt ut fra stedlige forhold.

74 Vegetasjonsetablering i veg- og gateanlegg

741 Generelt

Vegetasjonsetablering omhandler avtaking av jord (kapittel 2), utlegging av jord og etablering av vegetasjon fra frø eller planter (kapittel 7). Vegetasjon skal bidra til landskapsmessig tilpasning av veganlegg samt stabilisering av løsmasser. Det vises til håndbok N100 Veg- og gateutforming for retningslinjer mht. vegetasjonsbruk der det tydeliggjøres at vegetasjon langs gate i by og tettbebygde strøk skal ha en planmessig vegetasjon, mens langs veg skal vegetasjonen tilpasses landskapet. Stedegne (naturlig viltvoksende) arter bør benyttes i naturlandskapet, og naturlig vegetasjonsinnvandring bør tilstrebes der det er mulig. Også i kulturlandskapet er det en fordel å bruke stedegne arter, men her er det i tillegg tradisjon for bruk av innførte arter. I tettbygde strøk står man mer fritt gitt at plantene ikke truer stedegent naturmangfold. Valget skal ta hensyn til kulturhistoriske verdier og tradisjoner i området i tillegg til vekstvilkårene for planter.

742 Utlegging av jord

742.1 Generelt

Utlegging av jord har som hensikt å gi muligheter for etablering av vegetasjon og omhandler utlegging av avtatte masser (se kapittel 2), eventuell mellomlagring, levering, lagvis utlegging, planering, bearbeiding og jordforbedring. Det skilles mellom utlegging av jord fra stedlige masser (se avtaking i kapittel 2) og utlegging av innkjøpt vekstjord. Avhengig av hvilke typer vegetasjon som skal etableres, kan utlegging av jord skje lagvis, som flere arbeidsoperasjoner.

Utlegging av lag med undergrunnsjord omfatter opplasting fra mellomlager, planering og nærmere definert tykkelse og bearbeiding som forberedelse til utlegging av vekstjord, matjord eller stedlige toppmasser.

Utlegging av toppmasser til naturlig revegetering eller annen vegetasjon omfatter opplasting fra mellomlager, planering og nærmere definert tykkelse og bearbeiding av stedlige masser.

Utlegging av vekstjord til grøntanlegg eller vegens sideterreng omfatter levering, eventuell mellomlagring, nærmere definert finplanering, bearbeiding og jordforbedring alt etter hva som skal plantes eller sås.

For detaljer om begrepsbruk, se håndbok V721 Vegetasjon i veg- og gatemiljø [15].

742.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Valg av jordtype, tykkelse og volum på jordlag avhenger av hvilke type vegetasjon som planlegges etablert. I tillegg vil lokale jordbunnsforhold, klima og vegetasjonssammensetning være avgjørende. I by og tettbebygde strøk vil det ofte være behov for innkjøpt vekstjord, mens langs vegene vil det ofte være gunstig å bruke stedlige masser, eventuelt med jordforbedring. Jord skal ikke påføres skråninger uten at hensynet til overflatestabilitet er ivaretatt. Det vises også til håndbok V271 [15] Vegetasjon i veg- og gatemiljø og Rapport 89 Etablering av trær [17] som gir flere detaljer.

742.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Jorda skal legges ut lagvis og i tilstrekkelig tykt lag og ha en sammensetning som er tilpasset plantevalget og de lokale forholdene slik at ønsket vekst oppnås. Dette inkluderer både undergrunnsjord og toppmasser (stedlige toppmasser, vekstjord eller matjord). Krav mht. erosjonssikring, stabilitet i massene m.v. er omtalt i kapittel 2.

742.4 Tekniske spesifikasjoner

Jordkvalitet

Toppmasser (både stedlige, vekstjord og matjord) skal være fri for uønskede arter samt store røtter og andre uønskede elementer. Uønskede arter inkluderer fremmede skadelige arter samt andre arter som medfører utfordring for omgivelsene og for drift. Det skal derfor foretas en miljørisikovurdering av stedlige masser (jf. §24 forskrift om fremmede organismer). Næringsinnholdet i jorda skal være tilfredsstillende for plantenes krav. Gjødsling og kalking blir riktigst med utgangspunkt i jordanalyser. Vekstjorda skal tilfredsstillende kravene i NS 2890 Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking [42].

Dersom massene er forurenset, skal fylkesmannens miljøvernavdeling kontaktes for vurdering av hvor massene, eventuelt, kan brukes. Faren for spredning av spesielle ugrassorter som floghavre og potetcystenematoder (PCN) til naboeiendommer avklares i samråd med lokale landbruksmyndigheter, i henhold til bl.a. forskrift om floghavre. Håndtering av fremmede skadelige arter følger beskrivelsene i Rapport 387 Fremmede skadelige arter – oppfølging av lovverk [16]. Dersom massene skal brukes for restaurering av verdifull natur, ta spesielle hensyn (se 71).

Anleggsmessige forhold

Bruk av stedege humusholdig jord stiller spesielle krav til håndteringen av massene i anleggsperioden.

Mellomlagring:

- Stedlige toppmasser, matjord og undergrunnsjord som skal gjenbrukes til vegetasjonsetablering skal holdes adskilt fra hverandre.
- Leirholdige jordarter som skal brukes til plantevekst skal ikke komprimeres (strukturen i jorda blir ødelagt), transporteres eller bearbeides mens de er våte.
- Humusholdige toppmasser (både stedlige toppmasser og matjord) skal legges i ranker og skal ikke komprimeres verken ovenfra eller sideveis.
- Rankene skal ikke legges i forsenkninger i terrenget der en kan risikere vannansamlinger. Det skal ikke kjøres på rankene, uansett jordart.
- Massene skal tildekkes hvis fare for spredning av uønskede arter.
- Hvis miljørisikovurderingene krever tiltak for å hindre eller forebygge spredning av uønskede arter i mellomlagring, skal tiltak iverksettes.

Utlekking

- Ved utlegging av jord skal markert sjiktning mellom lag av ulike jordarter unngås. Dette er viktig for å få en gradvis overgang mellom ulike typer løsmasser slik at vanntransport og struktur blir best mulig.
- Overflaten på utlagt jord skal være porøs slik at forholdene er gode for spiring og rotvekst. Det skal derfor ikke glattes til eller komprimeres unødige ved utlegging av det enkelte sjikt.
- Ved etablering av vegetasjon på steinfyllinger skal steinfraksjonen i øverste lag være tilstrekkelig finkornet til at vekstjord eller stedlige toppmasser som legges oppå ikke drysser – eller vaskes ned i fyllingen. Fyllingen bør derfor bygges opp med en avtagende steinstørrelse/kornstørrelse oppover i profilet og med en grus og sandrik øvre del. Steinfylling kan også avsluttes med fin-pukk og kult i øvre del dersom grus og sand ikke kan skaffes. Det kan også være aktuelt å etablere vegetasjon direkte i steinfylling, men da stilles det større krav til

innholdet av finkornede masser i topplaget. Steinfyllinger med stort innhold av finkornede masser kan bli svært tette ved komprimering og bør unngås.

Anleggsmessige forhold for naturlig revegetering fra stedlige toppmasser skal følge kravene beskrevet her. Ytterligere detaljer om naturlig revegetering er beskrevet i pkt. 743.4.

743 Grasdekker, naturlig revegetering og engvegetasjon

743.1 Generelt

Beskrivelsen gjelder grasbakke, grasplen, samt eng med innslag av blomstrende urter (blomstereng) og arealer med naturlig revegetering.

743.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Valg av vegetasjon og etableringsmetode avhenger av forholdene på jordkvalitet og vokseforhold.

743.3 Funksjonskrav og andre viktige krav

Tekniske krav

Gras i erosjonsutsatte skråninger bør kunne etablere seg raskt slik at overflateerosjon forhindres. (Se V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger [6] og V271 Vegetasjon i veg- og gatemiljø [15]). Dersom naturlig revegetering fra stedlige toppmasser benyttes, er det ikke krav om rask etablering, men jordtypen bør ha en større rasvinkel enn skråningen.

Sikkerhetsmessige krav

Vegetasjonsbruk skal ta hensyn til krav til sikt. Høye grasarter og urter bør derfor ikke benyttes der det er krav til sikt.

743.4 Tekniske spesifikasjoner

Grasplen

En grasplen skal framstå som en jevn, ensartet og kortklipt grasflate. Arealer som skal bli grasplen skal ha minimum 20 cm vekstjord uavhengig av om plenen sås eller legges ut som ferdiggras. Vekstjorda skal være fri for flerårig ugras (rotugras). Vekstjord skal tilfredsstillende kravene i NS 2890 Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking [36]. Under vekstjorda skal det være minst 20 cm løsmasser dominert av sand eller finere fraksjoner.

Grasbakke

Grasbakke er arealer der graset kan bli høyt og det skal slås sjelden. Arealer som skal bli grasbakke skal ha minst 10 cm humusholdige løsmasser som toppmasser.

Blomstereng

Ved etablering av blomstereng kreves spesiell vurdering av frøblandingens artssammensetning basert på forholdene på voksestedet samt at de oppfyller kravene om stedegenhet i forskrift om fremmede organismer [54].

Blomstereng kan også etableres fra avklipt høy dersom det er spesielt viktige naturverdier som skal ivaretas og dersom det finnes en donoreng i umiddelbar nærhet.

Naturlig revegetering

Naturlig revegetering er i første rekke aktuelt utenfor tettbygd strøk. I jordbrukslandskap og tettstedsnære områder med næringsrik jord der man kan forvente oppslag av kraftigvoksende ugrasarter som for eksempel burot, kjempebjørnekjeks, slirekne, tistel m.v. skal ikke naturlig revegetering benyttes [15]. Det er spesielt viktig å bruke denne revegeteringsmetoden der målet er å restaurere sidearealene til naturtilstand. Dette kan skje ved tilbakelegging av stedlige toppmasser der oppspiring skjer fra jordas naturlige frøbank og rester av plantemateriale i tillegg til frø som spres fra omgivelsene. Også på undergrunnsjord vil det gradvis skje naturlig revegetering ved spredning av frø fra lokal vegetasjon, men vegetasjonsdekningen vil ofte bli dårligere eller skje langsommere. På undergrunnsjord kan det være aktuelt med svak gjødsling for å stimulere til raskere etablering. Se 742.2-4 for krav om jordarbeidene ved naturlig revegetering fra stedlige toppmasser.

Det vises til håndbok V271 Vegetasjon i veg- og gatemiljø [15] for ytterligere veiledning.

743.5 Kontroll og dokumentasjon

Plan i henhold til utført arbeid med forventet utvikling av vegetasjonsetableringen, skal foreligge. Etter garantitidens utløp skal grasdekket være heldekkende.

744 Plantefelt**744.1 Generelt**

Beskrivelsen gjelder trær, busker, og blomsterplantinger.

Det er viktig at plantevalg og etablering holder tilstrekkelig faglig kvalitet, for å unngå unødig ressurskrevende skjøtsel og dårlig resultat.

Alt som plantes skal følges opp i etableringsskjøtsel 3-5 år etter planting.

744.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Valg av vegetasjon og etableringsmetode avhenger av jordkvalitet og vokseforhold.

744.3 Funksjonskrav og andre viktige krav**Tekniske krav**

Dersom det er fare for erosjon i massene, skal skråninger være dekket med vegetasjon eller annet materiale som hindrer erosjon. Vegetasjonen skal ikke skape problemer for veg eller bebyggelse. I tillegg skal det tas hensyn til de påkjenninger vegetasjonen utsettes for i forbindelse med brøyting, salting mv.

Biologiske og estetiske krav

Vegetasjonen skal være tilpasset stedets estetikk og økologi samt oppfylle kravene i forskrift om fremmede organismer (ref. rapport nr. 387) [54].

Sikkerhetsmessige krav

Vegetasjonen skal ikke skape sikkerhetsproblemer mht. påkjørsel, vilt-ulykker, sikt, snøfokking eller lignende. Det vises til N100 [4], N101 [3]. Se pkt. 743.4.

Skjøtsel

Vegetasjonsbruken bør planlegges med utgangspunkt i at skjøtselen skal være enkel å gjennomføre. Dette skal ikke komme i konflikt med siktkrav. Alle plantefelt skal kunne driftes etter krav i håndbok R610 [7].

Levetid

Vegetasjon bør planlegges slik at den utvikler seg og øker sin verdi over tid. Levetid avhenger av art og noen arter kan bli flere hundre år gamle. Trær bør kunne vokse i minst 50 år og busker i 25 år uten nyplanting.

744.4 Tekniske spesifikasjoner

Planter, generelt

Plantekvalitet skal være i henhold til Norsk standard for planteskolevarer, NS 4400 [37]. Det skal velges arter med egnet proveniens/-herkomst/sort (kultivar). Sykdomsutsatte planteslag skal unngås. I områder med viltulykker bør arter som viltet foretrekker å beite på unngås i vegens nærområde dersom det ikke er viltgjerd. Det vises til håndbok V271 Vegetasjon i veg- og gatemiljø [15].

Planting, generelt

Planting skal utføres plantefaglig korrekt. Plantene skal sikres tilstrekkelig fuktighet i transport-, lagrings- og etableringsfasen.

Etter planting kan det legges ut ca. 10 cm dekkemateriale på jorda i plantefeltet for å redusere ugrasproblemet. Dekkematerialet skal tilfredsstillere kravene i NS 2890 Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking [36].

Dekkematerialet skal ikke legges inntil rothals/stamme. Fiberduk under barken anbefales ikke.

Busker

Busker krever minst 40 cm vekstjordlag. Under dette laget bør det være minst 30 cm løsmasser dominert av sand eller finere fraksjoner. Enkelte arter krever mer. Buskene skal plantes i samme dybde de har stått før. Oppbygging av plantefelt skal tilpasses den enkelte arts behov.

Trær

Trær krever at trerøttene har et stort volum løsmasser tilgjengelig. Ulike treslag trenger ulikt jordvolum (se V271 [15] og Rapport 89 [17]). Trekvaliteten skal være iht. NS 4400 [37]. Oppbygging av plantefelt skal tilpasses den enkelte arts behov.

For trær gjelder følgende:

- Anbefalt plantetidspunkt for trær av klumpkvalitet er våren frem til uke 22.
- Trær som leveres som barrotkvalitet skal plantes før løvsprett.
- Trær som er dyrket i kar/ kteinere kan også plantes om sommeren og høsten.
- Trærne skal plantes i riktig dybde.
- Trær som får stammediameter over 100 mm målt 400 mm over bakken bør plantes så langt unna vegen at rekkverk blir unødvendig. Det vises til N100 Veg- og gateutforming [4] og N101 Rekkverksnormalen [3].

I by og tettstedsnære områder, der trærne er utsatt for hærverk er det en fordel om store trær brukes, minimum stammeomkrets på 180-200 mm anbefales. Trærne skal støttes opp de første årene etter planting. Oppstøttingen skal etterses så den ikke gnager på barken på stamme eller greiner. Oppstøttingen skal fjernes når treet er godt forankret etter ny rotvekst, normalt innen 2-3 år [17] og [15].

Trær skal følges opp i etableringsskjøtselsfasen (3-5 år etter planting) med bla oppstøtting, vanning, lusing eventuelt gjødsling og beskjæring.

Blomsterplanting

Stauder, sommerblomster og blomstereng bør begrenses til by og tettbebygde områder.

Planteplan

Planteplan i henhold til utført arbeid med forventet utvikling, skal foreligge.

75 Kantstein, rekkverk, gjerder og faunapassasjer

751 Kantstein

751.1 Dimensjoneringsgrunnlag

Behov og krav til vis for kantstein er beskrevet i håndbok N100 Veg- og gateutforming [4].
Bruk av kantstein i tilknytning til rekkverk er beskrevet i N101 Rekkverk og vegens sideområder [3].

Overordnede funksjonskrav til kantstein er:

- Lede overflatevann
- Forenkle renholdet
- Avgrense trafikkområder
- Hjelp til blinde og svaksynte for å orientere seg
- For steindekker fungerer kantstein også som låsing av ytterkanten på dekket

751.2 Funksjonskrav

Kantstein skal være motstandsdyktig mot påvirkning av salt, forvitring og frostskafer.
Ved valg av naturstein eller betong til kantstein skal krav til levetid, muligheter for gjenbruk, evne til å tåle belastninger og anleggskostnader vurderes.

Kantstein skal ha god holdbarhet og være satt slik at det gir et estetisk godt inntrykk. Materialvalg skal være tilpasset de kulturhistoriske verdier på stedet.

751.3 Tekniske spesifikasjoner

Kantstein som benyttes mot kjørearealer, skal fases eller rundes i hjørnet slik at bildekk ikke skades ved for eksempel parkering.

Kantstein av naturstein

Kantstein av naturstein lages hovedsakelig av granitt, men det kan også benyttes andre typer harde bergarter. Kantstein av naturstein skal tilfredsstillende krav i NS-EN 1343 Kantstein av naturstein til utendørs belegg – Krav og prøvingsmetoder [38].

Kantstein av betong

Kantstein av betong skal tilfredsstillende kravene i NS-EN 1340 Betongkantstein – Krav og prøvingsmetoder [39] og skal ikke spesifiseres med lavere krav enn angitt i det etterfølgende:

- Frostmotstand skal være som angitt for klasse 3, jf. punkt 5.3.2, tabell 2.2, i NS-EN 1340.
- Bøyestyrke skal tilfredsstillende krav som angitt for klasse 3 i henhold til punkt 5.3.3, tabell 3, i NS-EN 1340.

Betongkantstein som utsettes for jevnlig bruk av piggdekk skal i tillegg tilfredsstillende følgende krav:

- Slitasjestyrke skal minst være som angitt for klasse 3 i henhold til punkt 5.3.4, tabell 4, i NS-EN 1340, ved prøving etter standardens Annex G.

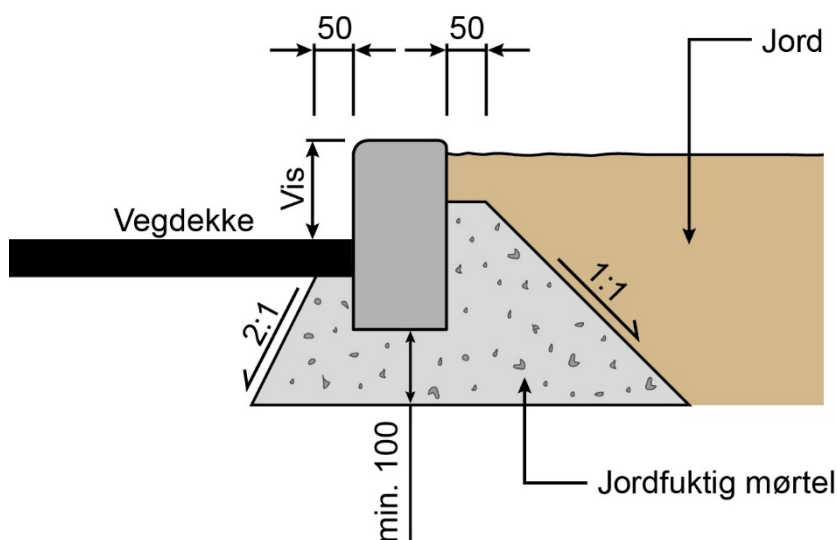
Setting

Kantstein (både natur- og betongkantstein) kan settes med fuge mellom hver stein (krav til minimum gradhogde sideflater) eller den settes i knas, dvs. den settes tett uten fuge mellom. Kantsteinen skal

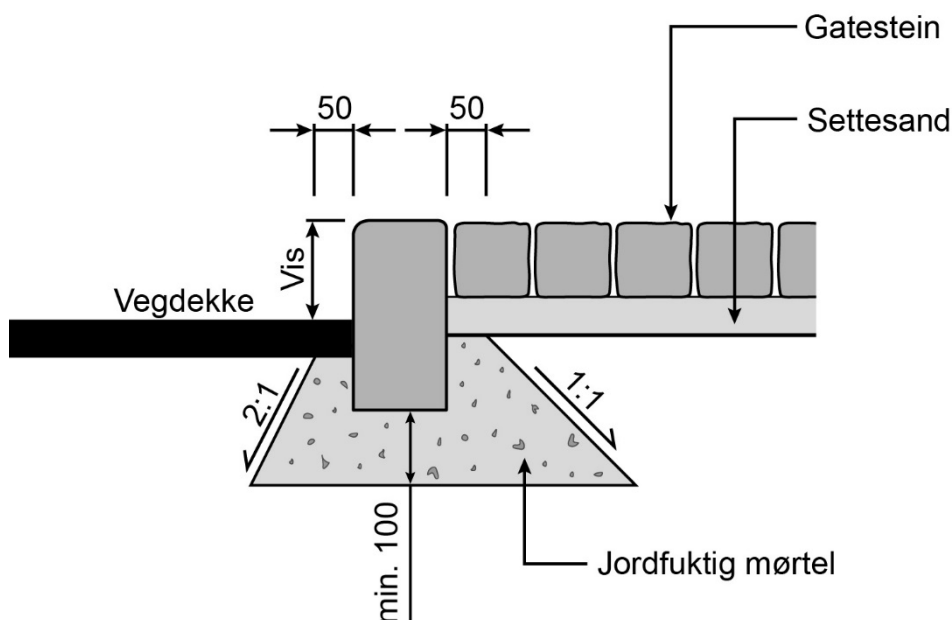
settes på et planert og komprimert underlag. Underlaget skal være som resten av vegen slik at hele konstruksjonen beveger seg likt ved eventuelle telehiv o.l.

Kantstein skal settes i et jordfuktig lag av mørtel. Kantstein skal ha solid både bakstøp og forstøp. I kurver og rundkjøringer økes tverrsnittet på både under- og bakstøp. Dersom kantsteinen settes med fuger, skal fugene spekkes med betong (mørtel i kvalitet B25/B30).

Figur 751.1 viser hvordan kantstein bør settes når det er jordmasser (grønt) bak kantsteinen, og figur 751.2 viser hvordan kantsteinen bør settes når det er steindekker bak kantsteinen. Setting av kantstein på bru er vist i håndbok N400 Bruprosjektering (Brudetaljer) [1].



Figur 751.1 Eksempel på setting av kantstein når det er grønt bak kantsteinen (mål i mm)



Figur 751.2 Eksempel på setting av kantstein når det er steindekker bak kantsteinen (mål i mm)

Betong til setting av kantstein samt fuging

Betong til setting av kantstein skal være jordfuktig mørtel (B30/B35) med maksimum kornstørrelse normalt lik 8 mm. Til fuging benyttes normalt jordfuktig sementmørtel med maksimum kornstørrelse 4 mm. Konsistens skal være tilpasset bruksområdet slik at massen har tilstrekkelig stabilitet, klebeevne og komprimerbarhet.

Spekking av fuger skal utføres med samme betongkvalitet som settebetongen. Fugen skal trekkes 5-10 mm inn og gattes. Umiddelbart etter setting og fuging skal steinene rengjøres for betongsøl.

752 Rekkverk

752.1 Generelt

Rekkverk velges og plasseres iht. krav i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [3]. Alternative løsninger til rekkverk vurderes før det besluttes å sette opp rekkverk.

752.2 Krav

Fundamentering

Rekkverk skal være fundamentert på en slik måte at de tilfredstiller krav til plassering og posisjon over prosjektert levetid spesifisert i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [3].

Situasjoner som kan medføre spesiell vurdering av fundamenteringsbehovet kan f.eks. være:

- Fundamentering av rekkverk nær kant av en skråning
- Fundamentering av rekkverk på lite bestandig underlag; f.eks. på dårlig komprimerte masser, masser med høyt humusinnhold eller skrotmasser
- Fundamentering av rekkverk i fyllinger av lette masser
- Fundamentering av rekkverk i områder med tele- og/eller drensproblem

Sikkerhet

Alle typer rekkverk skal være testet og godkjent. Ledegjerder og annet vegutstyr som kan være farlig å kjøre på, skal være godkjent i henhold til NS-EN 12767 [40], se for øvrig håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr [12].

Estetikk

Estetiske krav til rekkverk er beskrevet i håndbok N101 Rekkverk og vegens sideområder [3].

752.3 Tekniske spesifikasjoner

Rekkverk skal leveres og monteres slik det framgår av leverandørens spesifikasjoner. Fra 1. juli 2013 er CE-merking et krav for å selge rekkverk og annet vegutstyr i Norge.

753 Gjerder

753.1 Generelt

Hensikten med gjerder er å lede fotgjengere mot egnede kryssingssteder og å avgrense mellom privat eiendom og vegarealet. Vedlikeholdsansvar for gjerder skal være avklart mellom vegeier og privat grunneier.

Bruk av gjerder beskrives i Veglovens § 44 – 48 [51], og Plan- og bygningslovens kapittel 28, § 28-4 [52]. Vegeier er også ansvarlig for sikring av renseanlegg for overvann fra veg. Plan- og bygningslovens § 83 omhandler dette.

Sikringsgjerde er en permanent barriere for mennesker. Inngjerding ved bruk av sikringsgjerde vurderes i tettbebygde områder eller der skjæringen/skråningen blir liggende inntil turstier/-veger eller ofte benyttet friluftsområder. Dette for å forhindre uønsket fall fra stor høyde (> 4 m).

753.2 Krav

Fundamentering

Alle gjerder skal fundamenteres slik at de står støtt og at deformasjoner minimaliseres. Situasjoner som kan medføre spesiell vurdering av fundamenteringsbehovet kan f.eks. være:

- Oppsetting av gjerde nær kant av en skråning
- Oppsetting av gjerde på lite bestandig underlag; f.eks. på dårlig komprimerte masser, masser med høyt humusinnhold eller skrotmasser
- Oppsetting av gjerde i områder med tele- og/eller dreneringsproblemer

Gjerder som er plassert nær veg, skal være dimensjonert for å tåle snølast ved brøyting.

Tekniske krav

Gjerder eller deler av gjerder i stål skal være varmforsinket. Det anbefales at tregjerder er impregneret.

Estetiske krav

Plassering og utforming av gjerder tilpasses landskap og omgivelser. Gjerder skal være laget av slike materialer at de er enkle å vedlikeholde.

Sikkerhetsmessige krav

Gjerder skal være konstruert på en slik måte at de i liten grad skader trafikanter ved en eventuell påkjørsel.

753.3 Tekniske spesifikasjoner

Gjerder av stål

Hvis gjerdet skal fargesettes anbefales det at fargen sintres på galvanisert tråd. Dersom gjerdet utsettes for påkjenninger, anbefales det å unngå bruk av sintret lakk, da denne har en tendens til å flasse av.

Korrosjonsbeskyttelse skal beskrives som varmforsinking iht. NS-EN ISO 1461 [41], med krav til og toleranser for beleggets tykkelse.

Gjerder av tre

Materialer til tregjerder bør ha impregneringsklassen A for stolper og AB for trevirke for øvrig.

754 Viltgjerder

754.1 Tekniske spesifikasjoner

Funksjonskrav

Viltgjerder skal hindre dyr i å komme inn på vegområdet, og lede dyrene til sikre krysningssteder. Et viltgjerde skal ha en levetid på minst 25 år og skal tåle belastninger som vist i tabell 754.1.

Tabell 754.1 Belastninger som viltgjerder skal tåle

Type belastning	Beskrivelse
Belastning fra dyr	Sideveis press fra de største dyrene, men også et loddrett press på topptråden. Det er observert elg som har stått på bakbeina og presset ned nettet.
Snøsprut fra veg	Der gjerdet er plassert innenfor rekkevidde av sprut fra snøploger skal gjerdet tåle dette. ¹⁾
Belastning fra vegetasjon	Gjerdet skal tåle belastningen av mindre trær.

¹⁾ Hvis gjerdet på flatmark eller på fylling plasseres minimum 10-12 meter fra skulderkant, blir ikke gjerdet skadet av snøsprut.

Ved bruer skal det monteres selvlukkende gangporter på begge sider av vegen ved hver bruende. Portene skal kunne åpnes og lukkes uten bruk av nøkkel. Høyden skal tilsvare høyden på viltgjerde og bredden bør være minimum 1,0 m.

Materialbruk

Den mest benyttede typen nett har loddrette tråder med fast avstand og langsgående tråder med varierende avstand, tettst ned mot bakken og størst åpninger mot toppen. Avstand mellom trådene på de nederste maskeåpningene vurderes ut ifra hvilke mindre dyrearter viltgjerdet skal sperre ute og hvilke arter som kan slippes igjennom (jf. tabell 754.2). Trådenes krysningspunkter skal være sveiset sammen.

Total strekkstyrke i gjerdets topp- og bunntråd bør være minst 3600 N (ca. 360 kg) og ellers i nettet 2800 N (ca. 280 kg). Tråddykkelsen i topp- og bunntråd skal være minst 3,4 mm og i resten av nettet minst 2,5 mm. Separat bølgetråd skal benyttes i topp og bunn i tillegg til nettets egen topp- og bunntråd. Bølgetrådets tykkelse skal være minst 4,2 mm og strekkstyrken bør være minst 5500 N (ca. 550 kg).

Trådstørrelse

Avstand mellom trådene i nettet bør ikke overstige verdiene vist i tabell 754.2.

Tabell 754.2 Anbefalt avstand mellom tråder i nettinggjerde (viltgjerde)

Høyde fra nederste tråd (mm)	Største avstand (mm) mellom	
	Langsgående tråder	Loddrette tråder
0 – 750	160	150
750 – 1500	210	150
Over 1500	300	150

Metallstolper skal benyttes. For metallstolper anbefales å bruke rør med nominell diameter 2” (utvendig diameter 60 mm, godstykkelse 2,9 mm). Ved bruk av rør med nominell diameter 2”, kan skråstag unngås, bortsett fra ved vinkelendringer.

Stolper som benyttes bør ikke få varig deformasjon etter en vannrett belastning på 1000 N (ca. 100 kg) i en høyde 1,2 m over terreng.

Alle stålmateriale skal varmforsinkes eller ha overflatebehandling som minst tilsvarer kravene i NS-EN ISO 1461 [41].

Høyder

Et viltgjerde skal ha en effektiv gjerdehøyde på minimum 250 cm. Der det er mulig å utnytte terrenget til å øke effektiv gjerdehøyde, kan selve gjerdet bygges tilsvarende lavere. Effektiv høyde måles fra terrengsiden og måles fra der et dyr tar sats til toppen av gjerde. Ved vurdering av effektiv høyde skal det også tas hensyn til snødybden på stedet.

Utførelse

Et viltgjerde bør påbegynnes og avsluttes mot et naturlig hinder der viltet ikke kan komme inn på vegen eller i åpent terreng der trafikantene har god oversikt over sidearealene og eventuelle kryssende dyr. Gjerdet bør avsluttes på begge sider av vegen i samme snitt slik at viltet fritt kan krysse vegen på dette stedet. Ved å la gjerdet forme en kurve ledes dyrene lettere langs gjerdet og mot sikre krysningspunkt (faunapassasjer). Stoppes de i en knekk i gjerdet er faren større for at de forsøker å forsere hindringen.

Det anbefales at traséen for viltgjerdet planeres med maskin før oppsetting. Dette forenkler selve oppsettingen, og det blir bedre kvalitet for det ferdige produkt. Et plant underlag reduserer også muligheten for at det blir unødvendige glipper mellom gjerdet og terrenget.

For å tilfredsstille kravet til belastningsopptak bør stolpen forankres minst 1,0 m ned i faste masser/berg. Ved oppsetting av gjerde i myr eller bløte partier, skal stolper føres til faste masser. Stolpene skal da påskjøtes med skjøtehylser.

Eventuelle porter bør konstrueres og plasseres slik at de kan brukes for å jage ut dyr som har kommet seg innenfor gjerdet.

755 Faunapassasjer

755.1 Generelt

Faunapassasjer bygges for å sikre at dyr kan bevege seg fritt mellom leveområder og de reduserer den negative barriere- og fragmenteringseffekten vegen har.

Det gis her kun overordnede retningslinjer for bygging av faunapassasjer da det vil være nødvendig med prosjektspesifikke tilpasninger i hvert enkelt tilfelle, ut i fra aktuelle arter, arealtilstand/habitattilstand i tilstøtende arealer mv. Detaljert veiledning for utforming, plassering mv. finnes i håndbok V134 Veger og dyreliv [13]. Lokale og regionale viltmyndigheter hos kommune, fylkeskommune og fylkesmann skal alltid konsulteres før plassering og teknisk løsning besluttes.

Generelle krav til alle faunapassasjer:

- Skal binde sammen områder med egnet habitat for den aktuelle arten/de aktuelle artene.
- Skal som hovedregel bygges som rene faunapassasjer, uten tilrettelegging for flerbruk som innebærer etablering av annen infrastruktur; for eksempel landbruksveger, lysløyper, gang- og sykkelveier mv.
- Skal ikke påvirkes i vesentlig grad av annen eksisterende eller planlagt infrastruktur, heller ikke kilder til forstyrrelser i tilstøtende areal. Dette kan redusere faunapassasjens funksjonalitet.
- Skal ha en levetid på minimum 100 år.

755.2 Overganger for større dyr

Faunaoverganger kan bygges som en egen bru over vegen, eller ved å legge vegen i en tunnel-/kulvertkonstruksjon, som dekkes med masser. Overgangen skal tilpasses eller ligge i samme høyde som omkringliggende terreng og være beplantet med vegetasjon som gir viltet skjul og skaper en sammenheng med omkringliggende natur. Viltgjerder skal snevres inn mot passasjen for å lede viltet gjennom passasjen. Viltgjerde skal være uten åpninger helt inntil overgangen (skal ha porter, se kapittel om viltgjerder), for å hindre at dyr kommer ut i vegbanen.

Krav til bredde:

- Anbefalt bredde for hjortevilt er minimum 40–50 m.

- Forholdet mellom bredde og lengde bør være $> 0,8$.

Krav til vegetasjon:

- Overgangen skal dimensjoneres for et jordlag på minimum 0,5 meter.
- Vegetasjonen som brukes på overgangene skal være mest mulig lik den vegetasjonen som finnes i sideterrenget.
- Tett vegetasjonsdekke på overgangen kan skjerme mot lys og støy fra vegen. Denne skal være så lik omkringliggende vegetasjon som mulig.

Krav til skjerming:

Jordvoller, steingjerder, trær eller busker kan etableres som skjermingstiltak på faunapassasjer bredere enn 50 meter. På overganger smalere enn 50 meter vil slike tiltak i stor grad redusere faunapassasjens effektive bredde, og i slike tilfeller anbefales det at plankegjerder benyttes. For å opprettholde tilstrekkelig bredde anbefales det at svært smale overganger ikke skjerms, men viltgjerder er nødvendig også her.

755.3 Underganger/kulverter for større dyr

En undergangs dimensjoner er bestemt av høyde, bredde og lengde. Lengden på undergangen bestemmes av vegbredden, mens bredden, og i noen grad høyden skal tilpasses den eller de aktuelle artene. Dimensjonering skal bestemmes med grunnlag i åpenhetsindeks (se likning), det vil si forholdet mellom høyden, bredden og lengden. Prinsippet er at jo lenger en undergang er jo større bør lysåpningen være.

Krav til utforming:

- Minimum bredde: 12-15 m
- Minimum høyde: 4 m
- Åpenhetsindeks: $> 2,5$

$$\text{Åpenhetsindeks} = \frac{(b \times h)}{l}$$

Krav til vegetasjon:

- Bunken i kulverten skal være dekket med jord.
- På grunn av mangel på lys og vann vil det normalt ikke vokse vegetasjon inne i en kulvert, men dette anbefales tilrettelagt der det er mulig.
- Det skal plantes vegetasjon rundt inngangene til kulverten både for å lede dyr i retning av undergangen, og for å skjerme mot forstyrrelser i form av lys og støy fra vegen.
- Etablering av variasjon/struktur i bunndekket, som trestubber og kvisthauger, anbefales i brede kulverter.

755.4 Kulverter for mindre dyr

Kulverter anlagt for mindre dyr kan være tilpasset f.eks. oter, rev og grevling m.m. Aktuelle arter er mer tilpasset trange passasjer enn de store og mellomstore artene, og har derfor ikke samme krav til åpenhet i kulverten.

Krav til utforming:

- Skal minimum ha en diameter på 1,5 m for sirkulære kulverter, eller bredde på 1–1,5 m for rektangulære.
- Diameteren på sirkulære kulverter skal være tilstrekkelig til at den nederste delen kan fylles opp med naturlig substrat.
- Bunnssubstratet i kulverten skal være så naturlig som mulig. Sand, stein og jord bør benyttes.
- Stigningen inne i kulverten bør ikke overstige 1:4.
- Skrånende deler skal sikres mot utvasking av bunnssubstrat.

- Kulverten skal utformes slik at den ikke fylles med vann/gjentettes med løsmasser, og der vann skal passere skal det legges til rette for at landlevende arter kan benytte kulverten (hyller mv.).
- Inngangen til kulverten skal plasseres slik at den i minst mulig grad er utsatt for ferdsel og forstyrrelse.
- Kunstig lys anbefales unngått.

755.5 Fiskepassasjer gjennom rør og kulverter

Mulighet for fiskevandring skal sikres der en veg krysser en fiskeførende bekk eller elv. Ulike løsninger kan benyttes; horisontale kulverter, kulverter med fall, kulverter med naturlig bunnssubstrat, eller kulverter med terskler. Valg av løsning vil avhenge av forhold på stedet, aktuelle arter, vannføring mv.

Ved kryssing av fiskeførende elver og bekker med kulvert, bør flere hensyn tas for å sikre kulvertens funksjonalitet som fiskepassasje.

Krav til utforming:

- Kulverter bør rettes inn på linje med vassdraget oppstrøms og nedstrøms slik at akvatiske organismer kan bevege seg langs vannveien.
- Ved plassering av vanngjennomløp bør det tas hensyn til at bekken kan skifte løp.

Det vises til kapittel 4 om flere krav til hydraulisk utforming.

Miljødirektoratet har utarbeidet en egen håndbok om fiskevandring ”Slipp fisken fram!” (DN-håndbok 22-2002) [53]. Der er mulige utforminger for kulverter beskrevet i detalj, og det henvises til denne håndboken for mer detaljert beskrivelse av de enkelte tiltak. Rapport nr. 459-2015 «Frie fiskeveger, utbedring av vandringshinder for fisk» [25] inneholder nyttig veiledningsstoff.

755.6 Amfibiekulverter

Amfibier er fellesbetegnelsen for frosk, padde og salamandere. Dette er arter som i ulike deler av livs- og årssyklusen er knyttet til leveområder både i vann og på land. Amfibiekulverter skal plasseres i trekkveiene mellom yngledammer og vinteroppholdsområder.

Krav til utforming:

- Kulverter for amfibier kan være rektangulære, sirkulære eller halvsirkelformede. Ledeanordninger, som leder amfibiene til kulvertene, skal plasseres ved passasjen på begge sider av vegen.
- Lange, tørre kulverter skal unngås. Amfibiekulverter kan kombineres med vannløp som danner en fuktig sone langs sidene i kulverten. Amfibiekulverter skal ha et naturlig bunnssubstrat.

Krav til utforming av ledeanordninger:

- Ståltrådgjerder og netting anbefales ikke (amfibier er i stand til å klatre over).
- Endene på ledeanordningen skal være U-formet for å hindre at dyr ledes bort fra kulverten.
- Høyden skal være minst 30 cm.
- Overkanten bør bøyes bort fra vegen for å hindre at dyr klatrer over.
- Ledeanordningen bør føres så nær vegen som mulig for å redusere lengden på kulverten.
- Der ledeanordningen møter inngangen til kulverten skal skarpe hjørner og kanter unngås.
- Det anbefales ikke bruk av magnetiserende metall, fordi det kan føre til at padde mister orienteringsevnen.

76 Trafikkregulering og belysning

761 Signalanlegg

761.1 Generelt

Signalanlegg omfatter lyssignaler i vegkryss (trelyssignaler, pilsignaler, kollektivsignaler, fotgjengersignaler, sykkelsignaler) og fotgjengeroverganger, skyttelsignalanlegg, lyssignaler ved planoverganger og kjørefeltsignaler i tunneler og i dagen. Vedtaksmyndighet for signalanlegg ligger i Vegdirektoratet.

761.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Det vises til følgende håndbøker for dimensjonering:

- Håndbok N303 Trafikksignalanlegg [10]
- Håndbok V322 Trafikksignalanlegg. Planlegging, drift og vedlikehold [11]
- Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr [12]

761.3 Funksjonskrav til infrastrukturen

Med infrastruktur menes materialvalg, dimensjonering og utførelse for:

- Strømforsyning
- Fundamenter for stolper og skap
- Trekkerør
- Kabler (strømforsyning, signaler, detektorer)
- Trekkekummer

Det bør tas hensyn til service- og vedlikeholdsvennlighet, bl.a. behov for tilgjengelighet/parkeringsmulighet for servicebil og lignende (arealbehov, snørydding mv.).

All utskifting av teknisk utstyr skal kunne foregå uten hinder for trafikken, såfremt infrastrukturen er intakt.

761.4 Tekniske spesifikasjoner

Mht. trekkerør for kabler vises det til kapittel 4. De krav som stilles der, skal også følges for infrastrukturen (rørsystem) vedrørende signalanlegg.

Normalt legges ikke ulike kabler i rørtraseen med kryssing.

Plassering av avskjæringsledd er beskrevet i håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr [12].

761.5 Styrings- og overvåkingssystemer

761.6 Generelt

Med styrings- og overvåkingssystemer menes infrastruktur, utstyr og systemer for styring og overvåking av vegtrafikk eller sikkerhets- og teknisk utstyr både i tunneler og langs veg i dagen.

761.7 Dimensjoneringsgrunnlag

Det vises til følgende:

- Tunneler: Håndbok N500 Vegtunneler [22]
- Veg i dagen: Dagens praksis forholder seg til type veg, ÅDT, ulykkesrisiko og kompleksitet i trafikkbildet (for eksempel innfartsårer til de største byene). Anleggene prosjekteres særskilt for den enkelte vegstrekning.

Det vises også til Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr [12].

761.8 Funksjonskrav til infrastrukturen

Med infrastruktur menes materialvalg, dimensjonering og utførelse for:

- Tekniske rom
- Traforom og krafttilførsel
- Fundamenter for stolper, master, portaler og skap
- Trekkerør for signal- og strømkabler
- Trekkekummer

For montering av sensorer og styringsutrustning henvises det til leverandørens monteringsanvisning.

Styreskap skal plasseres slik at risikoen for påkjørsel blir lavest mulig, samt slik at styrings- og overvåkingssystemet kan opereres manuelt. Er plasseringen slik at risikoen for påkjørsel er overhengende, skal skapet beskyttes av f.eks. rekkverk. Plasseringen skal være hensiktsmessig i forhold til strømforsyning.

Service- og vedlikeholdsvennlighet vurderes og ivaretas. All utskifting av teknisk utstyr skal kunne foregå uten hinder for trafikken.

761.9 Tekniske spesifikasjoner

Mht. trekkerør for kabler vises det til kapittel 4. De krav som stilles der skal også følges for infrastrukturen vedrørende styrings- og overvåkingssystemer.

Normalt legges ikke ulike kabler i rørtraseen med kryssing.

Plassering av avskjæringsledd er beskrevet i håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr [12].

762 Belysningsanlegg for gater og veger

762.1 Generelt

Med belysningsanlegg menes belysning av vegstrekninger, kryssområder, gang- og sykkelveger samt fotgjengerunderganger.

762.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Belysningsanlegg i dagen bygges iht. forskrift om Elektriske Forsyningsanlegg [46].

Belysningsanlegg i tunneler bygges iht. forskrift om Elektriske Lavspenningsanlegg [44].

Det vises til følgende håndbøker for dimensjonering:

- Håndbok N100 Veg- og gateutforming [4]
- Håndbok N601 Elektriske anlegg [24]

- Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr, tekniske krav [12]
- Håndbok V124 Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning [8]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 [29]
- Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging [2]

762.3 Krav

Fundamentering

Alle belysningsanlegg skal fundamenteres tilfredsstillende slik at de står støtt over hele levetiden.

For lysmast skal lyspunkthøyden være mest mulig konstant og i samsvar med lysberegninger. Avvik på inntil 2,5 % av mauthøyden kan aksepteres. Avvik fra prosjekttert/normal posisjon skal være mindre enn 3 cm pr. høydemeter.

For å tilfredsstillere kravene over er det viktig at produsentens fundamenteringsbeskrivelse følges. Situasjoner som kan medføre spesiell vurdering av fundamenteringsbehovet kan f.eks. være:

- Oppsetting av belysningsanlegg nær kant av en skråning
- Oppsetting av belysningsanlegg på lite bestandig underlag; f.eks. på dårlig komprimerte masser, masser med høyt humusinnhold eller skrotmasser
- Oppsetting av belysningsanlegg i områder med telehiving og dårlig drenering
- Bruk av produsentens fundamentløsning i dårligere grunnforhold enn forutsatt

Funksjonskrav til infrastrukturen

For at belysningsanlegget skal virke etter hensikten stilles det krav til materialvalg, dimensjonering og utførelse for:

- Strømforsyning
- Fundamenter for master og skap
- Trekkerør for signal- og strømkabler
- Trekkekummer

Sikkerhet

Skap skal plasseres slik at risikoen for påkjørsel blir lavest mulig. Er plasseringen slik at risikoen for påkjørsel er overhengende, skal skapet beskyttes av for eksempel rekkverk.

Estetikk

Ved valg av type belysningsanlegg skal det tas hensyn til estetikk og kulturhistoriske verdier. For belysningsanlegg langs vegstrekninger skal trekkerørsføring foretrekkes framfor luftstrek.

Drift og vedlikehold

Ved valg av type belysningsanlegg skal det tas hensyn til drift og vedlikehold. Plasseringen bør være hensiktsmessig i forhold til service- og vedlikeholdsvennlighet. Ved belysning av underganger bør det etableres løsninger som både forebygger hærverk, og er hærverksbestandig.

All utskifting av teknisk utstyr skal kunne foregå uten hinder for trafikken, såfremt infrastrukturen er intakt.

762.4 Tekniske spesifikasjoner

Mht. trekkerør for kabler vises det til kapittel 4. De krav som stilles i dette kapitlet, er også gjeldende for infrastrukturen vedrørende belysningsanlegg.

Normalt legges ikke ulike kabler i rørtraseen med kryssing.

Plassering av avskjæringsledd er beskrevet i håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr [12].

Nye belysningsanlegg bør koples sammen med øvrige belysningsanlegg i området i forhold til felles tenning. Dette sikrer ens standard i forhold til belysningsanleggenes driftstid, og vil også ha trafikksikkerhetsmessige effekter.

763 Trafikkregistreringsstasjoner

763.1 Generelt

Med trafikkregistreringsstasjon menes infrastruktur, utstyr og systemer for trafikkregistrering av motorkjøretøy, syklende og gående langs veg i dagen og i tunneler. Her inngår også vegger for gående og syklende.

763.2 Dimensjoneringsgrunnlag

Det vises til følgende:

- Håndbok V714 Veileder i trafikkdata [55]
- Håndbok R310 Trafikksikkerhetsutstyr [12]

Anleggene prosjekteres særskilt for den enkelte vegstrekning.

Kravene gjelder for:

- Nye vegger
- Eksisterende vegger
- Systematisk utskifting av eksisterende trafikkregistreringsstasjoner
- Ved utskifting av enkle trafikkregistreringsstasjoner

763.3 Funksjonskrav til infrastrukturen

For trafikkregistreringssystemer gjelder samme funksjonskrav som for styrings- og overvåkingssystemer. Se kapittel 762.

763.4 Tekniske spesifikasjoner

Mht. trekkerør for kabler vises det til kapittel 4. De krav som stilles der skal også følges for infrastrukturen til trafikkregistrerings-stasjoner.

Normalt legges ikke ulike kabler i rørtraseen med kryssing.

For master gjelder samme krav som for master til styrings- og overvåkingssystemer. Se kapittel 762.

77 Skilt og oppmerking

771 Generelt

All bruk av skilt og vedtaksmyndighet er beskrevet i skiltnormalen, håndbok N300 Trafikkskilt [23].

Vegoppmerking er beskrevet i vegoppmerkingsnormalen, håndbok N302 Vegoppmerking [56].

772 Krav til fundamentering av skilt

Fundamentering

Alle skiltstolper og –galger skal fundamenteres tilfredsstillende. Situasjoner som kan medføre spesiell vurdering av fundamenteringsbehovet kan f.eks. være:

- Oppsetting av skiltstolper og -galger nær kant av en skråning
- Oppsetting av skiltstolper og -galger på lite bestandig underlag som f.eks. dårlig komprimerte masser, masser med høyt humusinnhold eller skrotmasser
- Oppsetting av skiltstolper og -galger i områder med telehiving og dårlig drenering

Referanser i kapittel 7

Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelige fra <http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>.

1. Statens vegvesen: Bruprosjektering. Håndbok N400. Vegdirektoratet, Oslo 2015.
2. Statens vegvesen: Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
3. Statens vegvesen: Rekkverk og vegens sideområder. Håndbok N101. Vegdirektoratet, Oslo - 2013. I tilknytning til håndbok N101 foreligger det to veiledninger, henholdsvis håndbok V160 og håndbok V161.
4. Statens vegvesen: Veg- og gateutforming. Håndbok N100. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
5. Statens vegvesen og Riksantikvaren: Fasadeisolering mot støy. Håndbok V135. Vegdirektoratet, Oslo 2005.
6. Statens vegvesen: Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Håndbok V221. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
7. Statens vegvesen: Standard for drift og vedlikehold av riksveger. Håndbok R610. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
8. Statens vegvesen: Teknisk planlegging av veg- og gatebelysning. Håndbok V124. Vegdirektoratet, Oslo 2013.
9. Statens vegvesen: Tilrettelegging for kollektivtransport på veg. Håndbok V123. Vegdirektoratet, Oslo 2009.
10. Statens vegvesen: Trafikksignalanlegg. Håndbok N303. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
11. Statens vegvesen: Trafikksignalanlegg. Planlegging, drift og vedlikehold. Håndbok V322. Vegdirektoratet, Oslo 2007.
12. Statens vegvesen: Trafikksikkerhetsutstyr, tekniske krav. Håndbok R310. Vegdirektoratet, Oslo 2011.
13. Statens vegvesen: Veger og dyreliv. Håndbok V134. Vegdirektoratet, Oslo 2005.
14. Statens vegvesen: Veileder for lokale støyskjermer. Rapport 2008713. Vegdirektoratet, Oslo 2008.
15. Statens vegvesen: Vegetasjon i veg- og gatemiljø. Håndbok V271. Vegdirektoratet, Oslo 2016.
16. Statens vegvesen: Fremmede skadelige arter – oppfølging av lovverk. Rapport 387. Vegdirektoratet, Oslo 2016.
17. Statens vegvesen: Etablering av trær. Rapport 89. Region øst, Oslo 2012.
18. Statens vegvesen: Vegrekkverk og andre trafikksikkerhetstiltak. Håndbok V160. Vegdirektoratet, Oslo 2016.

19. Statens vegvesen: Universell utforming av veger og gater. Håndbok V129. Vegdirektoratet, Oslo 2011.
20. Statens vegvesen: Veg og reiseliv. Håndbok V133. Vegdirektoratet, Oslo 1998.
21. Statens vegvesen: Døgnhvileplasser for tungtransporten. Håndbok V136. Vegdirektoratet, Oslo 2010.
22. Statens vegvesen: Vegtunneler. Håndbok N500. Vegdirektoratet, Oslo 2016.
23. Statens vegvesen: Trafikkskilt; tekniske bestemmelser og retningslinjer for anvendelse og utforming (skiltnormal). Håndbok N300. Vegdirektoratet, Oslo 2012.
24. Statens vegvesen: Elektriske anlegg. Håndbok N601. Vegdirektoratet, Oslo 2017.
25. Statens vegvesen: Frie fiskeveger. Rapport nr. 459. Vegdirektoratet, Oslo 2015.
26. Standard Norge: Prosjektering av betongkonstruksjoner – Del 1-1: Allmenne regler og regler for bygninger. NS-EN 1992-1-1:2004+NA:2008. Eurokode 2. Standard Online, Oslo 2008.
27. Standard Norge: Eurokode 5: Prosjektering av trekonstruksjoner. NS-EN 1995-1-1 og NS-EN 1995-1-2. Standard Online, Oslo 2013.
28. Standard Norge: Eurokode 3, prosjektering av stålkonstruksjoner. NS-EN 1993. Standard Online, Oslo 2015.
29. Standard Norge: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7. Standard Online, Oslo 2016.
30. Standard Norge: Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper. NS 8175. Standard Online, Oslo 2012.
31. Standard Norge: Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy – Spesifikasjoner. NS-EN 14388. Standard Online, Oslo 2014.
32. Standard Norge: Laster på konstruksjoner – Del 1-4: Allmenne laster – Vindlaster. NS-EN 1991-1-4 Eurokode 1. Standard Online, Oslo 2009.
33. Standard Norge: Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy; Ikke-akustiske egenskaper. Del 1 – Mekaniske egenskaper og stabilitetskrav. NS-EN 1794-1. Standard Online, Oslo 2011.
34. Standard Norge: Innretninger for reduksjon av vegtrafikkstøy. Ikke-akustiske egenskaper. Del 2: Generelle sikkerhets- og miljøkrav. NS-EN 1794-2. Standard Online, Oslo 2011.
35. Standard Norge: Akustikk – Vurdering av lydisolasjon i bygninger og av bygningsdeler – Del 1: Luftlydisolasjon. NS-EN ISO 717-1. Standard Online, Oslo 2013.
36. Standard Norge: Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler; Varedeklarasjon, pakking og merking. NS 2890. Standard Online, Oslo 2003.
37. Standard Norge: Planteskolevarer – Krav til kvalitet, sortering, bunting og merking. NS 4400. Standard Online, Oslo 2018.

38. Standard Norge: Kantstein av naturstein til utendørs belegg; Krav og prøvingsmetoder. NS-EN 1343. Standard Online, Oslo 2012.
39. Standard Norge: Betongkantstein; Krav og prøvingsmetoder. NS-EN 1340. Standard Online, Oslo 2013.
40. Standard Norge: Ettergivende konstruksjoner for vegutstyr – Krav, klassifisering og prøvingsmetoder. NS-EN 12767. Standard Online, Oslo 2008.
41. Standard Norge: Varmforsinkede belegg på fabrikkerte jern- og stålprodukter; Spesifikasjoner og prøvingsmetoder. NS-EN ISO 1461. Utgave 1. Standard Online, Oslo 2009.
42. Standard Norge: Dyrkingsmedier, jordforbedringsmidler og jorddekkingsmidler. NS 2890. Standard Online. Oslo 2003.
43. Kommunal- og regionaldepartementet: Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK). FOR-2003-06-24-749, sist endret FOR-2007-01-26-95. www.lovdata.no
44. Norsk elektroteknisk komité (NEK): Elektriske lavspenningsinstallasjoner. NEK 400. NEK, Oslo, 2014.
45. Direktoratet for byggkvalitet: Offentlig veianlegg og byggesak. Melding HO 2/2006. Oslo 2000.
46. Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap: Forskrift om elektriske forsyningsanlegg. FOR-2005-12-20-1626. Oslo 2005. www.lovdata.no
47. Klima- og miljøverndepartementet: Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging. Retningslinje, T-1442/2016. Retningslinjen er utdypet i Veileder til Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (støyretningslinjen), M-128. Oslo 2016.
48. Miljøverndepartementet: Forskrift om begrensning i bruk av helse- og miljøfarlige kjemikalier og andre produkter (produktforskriften). FOR-2004-06-01-922. www.lovdata.no
49. Homb, A. og Hveem, S.: Isolering mot utendørs støy; beregningsmetode og datasamling. Håndbok 47. NBI, Oslo 1999. ISBN 82-536-0660-5.
50. Kommunal- og regionaldepartementet: Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 17) FOR-2017-06-19-840. www.lovdata.no
51. Samferdselsdepartementet: Veglov av 21. juni 1963 nr. 23; med endringer. www.lovdata.no
52. Miljøverndepartementet: Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV 2008-06-27-71. www.lovdata.no
53. Miljødirektoratet: Slipp fisken fram. DN-håndbok 22-2002. Trondheim, 2002.
54. Statens vegvesen: Fremmede skadelige arter – oppfølging av lovverk. Rapport 387.
55. Statens vegvesen: Veileder i trafikkdata. Håndbok V714. Vegdirektoratet, Oslo 2011.
56. Statens vegvesen: Vegoppmerking. Håndbok N302. Vegdirektoratet, Oslo 2015.

57. Standard Norge: Støtdempende lekeplassunderlag. Bestemmelse av kritisk fallhøyde. NS-EN 1177. Standard Online, Oslo 2008.
58. Standard Norge: Lekeplassutstyr og underlag. NS-EN 1176. Del 1 – del 7. Standard Online, Oslo 2008.

Kapittel 8

Bruer og kaier

INNHOOLD

80	GENERELT.....	284
-----------	----------------------	------------

80 Generelt

Håndbøker som omhandler bruer, ferjekaier og andre bærende konstruksjoner har nummer i 400-serien. Statens vegvesens håndbøker er tilgjengelig fra <http://www.vegvesen.no/fag/publikasjoner/handboker>.

For generelle krav knyttet til geometri og utforming som er felles for bruer, kaier og veg i dagen, se Håndbok N100 Veg- og gateutforming (2013).

Vedlegg

	Side
1. Årsmiddeltemperatur og frostmengder	287
2. Lastfordelingskoeffisienter	295
3. Ordforklaringer	297

Vedlegg 1 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

V1.1 Generelt

Vedlegg 1 gir årsmiddeltemperatur (°C) og frostmengder i timegrader (h°C) for alle landets kommuner.

Kommunetabellen er ordnet fylkesvis basert på kommuneinndelingen i 2013.

- F_2 = frostmengden overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 2-års periode
- F_5 = frostmengden overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 5-års periode
- F_{10} = frostmengden overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 10-års periode
- F_{100} = frostmengden overskrides statistisk sett 1 gang i løpet av en 100-års periode

V1.2 Kommunetabell

Det klimatiske grunnlaget for kommunetabellen er den statistiske undersøkelsen av frostmengder ved værstasjoner til Meteorologisk institutt. Datagrunnlaget er perioden 1981 – 2010.

Verdiene i tabellen er knyttet til kommunesenteret. Innen de enkelte kommunene kan det være meget store lokale variasjoner i klima (kyst/innland, høyde over havet). Ved bruk av tabellen må man ta hensyn til dette.

Kommunetabellen inneholder også to verdier angitt som maks. og min. korreksjonsfaktorer. Disse faktorene er uttrykk for variasjoner i statistiske frostmengder innen en kommune. Maks. korreksjonsfaktor angir frostmengden i den delen av kommunen med størst frostmengde og det er offentlige veger, i forhold til frostmengden i kommunesenteret. Min. korreksjonsfaktor angir frostmengden i den delen av kommunen med den minste frostmengden forhold til frostmengden i kommunesenteret, også dette for den delen av kommunen hvor det er offentlige veger.

Ved f.eks. å multiplisere F_{100} for kommunesenteret med maks.-faktoren, finner man den beregnede største verdien for frostmengden F_{100} for et område innen kommunen hvor det finnes offentlig veg. Modellen som ligger til grunn for beregningene er en inndeling av Norge i et kvadratisk rutenett med sidekant 1,0 km.

Som supplement til kommunetabellen finnes det webbaserte kart for frostmengde og årsmiddeltemperatur, med 1 km x 1 km oppløsning: www.vegvesen.no/kart/visning/frostsonekart
www.vegvesen.no/kart/visning/arsmiddeltemperatur

Kommune nr.	Kommune-navn	Årsmiddeltemp., °C	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F_2	F_5	F_{10}	F_{100}	Min.	Maks
Østfold								
101	Halden	6,3	4000	9000	11 000	20 000	0,86	1,22
104	Moss	6,4	4000	8000	11 000	19 000	0,93	1,15
105	Sarpsborg	6,3	4000	9000	12 000	21 000	0,83	1,24
106	Fredrikstad	6,7	3000	7000	10 000	18 000	0,84	1,21
111	Hvaler	7,2	2000	6000	8 000	14 000	0,94	1,07
118	Aremark	5,4	6000	12000	15 000	26 000	0,90	1,09
119	Marker	5,0	8000	14000	18 000	30 000	0,89	1,14
121	Rømskog	4,4	9000	16000	20 000	34 000	0,97	1,04
122	Trøgstad	4,9	7000	13000	17 000	29 000	0,94	1,11
123	Spydeberg	5,3	6000	12000	15 000	27 000	0,95	1,07
124	Askim	5,2	6000	12000	16 000	27 000	0,97	1,04
125	Eidsberg	5,3	6000	12000	16 000	28 000	0,94	1,08
127	Skiptvet	5,4	6000	11000	15 000	26 000	0,92	1,03
128	Rakkestad	5,4	6000	11000	15 000	27 000	0,89	1,07
135	Råde	6,0	5000	9000	13 000	23 000	0,85	1,07
136	Rygge	6,1	4000	8000	11 000	19 000	0,97	1,18
137	Våler	5,9	5000	10000	13 000	23 000	0,94	1,13

Vedlegg 1 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune nr.	Kommune- navn	Årsmiddel- temp., °C	Frostmengder, h °C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min.	Maks
138	Hobøl	5,7	5000	11000	14 000	25 000	0,89	1,09
Akershus								
211	Vestby	5,8	5000	10000	13 000	23 000	0,88	1,04
213	Ski	5,5	6000	11000	14 000	25 000	0,97	1,09
214	Ås	5,7	5000	10000	14 000	24 000	0,92	1,02
215	Frogn	5,9	5000	10000	13 000	24 000	0,93	1,02
216	Nesodden	5,7	5000	10000	13 000	23 000	0,95	1,03
217	Oppegård	5,8	5000	10000	13 000	24 000	0,95	1,04
219	Bærum	5,8	6000	11000	14 000	24 000	0,94	1,34
220	Asker	5,6	6000	10000	13 000	23 000	0,95	1,25
221	Aurskog- Høland	4,5	9000	16000	20 000	33 000	0,92	1,18
226	Sørum	4,8	8000	14000	17 000	29 000	0,95	1,12
227	Fet	5,0	7000	13000	16 000	28 000	0,96	1,16
228	Rælingen	5,1	6000	11000	14 000	24 000	0,99	1,16
229	Enebakk	5,0	7000	13000	17 000	29 000	0,90	1,07
230	Lørenskog	5,3	6000	11000	14 000	24 000	0,99	1,05
231	Skedsmo	5,2	6000	11000	14 000	24 000	0,99	1,23
233	Nittedal	4,9	7000	12000	16 000	26 000	0,90	1,51
234	Gjerdrum	4,5	9000	14000	18 000	30 000	0,94	1,07
235	Ullensaker	4,3	9000	15000	19 000	32 000	0,89	1,12
236	Nes	4,4	10000	16000	21 000	35 000	0,87	1,14
237	Eidsvoll	4,4	11000	18000	23 000	37 000	0,94	1,19
238	Nannestad	4,2	11000	17000	22 000	36 000	0,87	1,22
239	Hurdal	4,0	13000	20000	25 000	41 000	0,91	1,25
Oslo								
301	Oslo	6,4	5000	9000	12 000	21 000	0,99	1,44
Hedmark								
402	Kongsvinger	4,0	11000	18000	23 000	38 000	0,88	1,17
403	Hamar	4,2	11000	19000	24 000	39 000	0,98	1,39
412	Ringsaker	3,9	14000	22000	27 000	44 000	0,83	1,51
415	Løten	3,4	13000	22000	27 000	44 000	0,95	1,13
417	Stange	4,0	12000	19000	24 000	40 000	0,96	1,22
418	Nord-Odal	4,1	12000	19000	24 000	40 000	0,95	1,13
419	Sør-Odal	4,2	10000	17000	22 000	37 000	0,98	1,16
420	Eidskog	4,4	9000	16000	20 000	34 000	0,94	1,19
423	Grue	3,9	12000	20000	25 000	41 000	0,96	1,25
425	Åsnes	3,6	13000	21000	26 000	43 000	0,98	1,30
426	Våler	3,6	14000	22000	28 000	45 000	0,95	1,37
427	Elverum	3,3	15000	23000	29 000	47 000	0,96	1,49
428	Trysil	1,6	22000	34000	41 000	65 000	0,82	1,24
429	Åmot	2,4	18000	27000	34 000	54 000	0,99	1,26
430	Stor-Elvdal	2,1	17000	26000	32 000	51 000	0,89	1,54
432	Rendalen	2,2	14000	21000	27 000	43 000	0,99	1,58
434	Engerdal	0,1	24000	36000	44 000	69 000	0,88	1,08
436	Tolga	0,8	20000	30000	37 000	60 000	0,94	1,34
437	Tynset	1,2	17000	27000	34 000	55 000	0,70	1,17
438	Alvdal	1,6	17000	26000	32 000	51 000	0,89	1,18
439	Følldal	0,3	21000	31000	37 000	58 000	0,86	1,29
441	Os	0,4	20000	31000	38 000	59 000	0,98	1,24
Oppland								
501	Lillehammer	3,8	14000	22000	27 000	43 000	0,91	1,52
502	Gjøvik	4,3	12000	19000	23 000	38 000	0,99	1,36
511	Dovre	2,6	12000	19000	23 000	37 000	0,96	1,97
512	Lesja	1,3	17000	26000	32 000	50 000	0,59	1,34
513	Skjåk	2,4	17000	26000	32 000	50 000	0,48	1,35
514	Lom	2,3	16000	25000	30 000	48 000	0,90	1,78
515	Vågå	3,0	11000	18000	23 000	37 000	0,90	3,00
516	Nord-Fron	3,6	11000	17000	21 000	34 000	0,94	1,66
517	Sel	3,2	10000	16000	20 000	32 000	0,99	1,71
519	Sør-Fron	3,3	13000	20000	25 000	39 000	0,88	1,71
520	Ringebu	3,6	14000	21000	25 000	40 000	0,93	1,97

Kommune nr.	Kommune- navn	Årsmiddel- temp., °C	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min.	Maks
521	Øyer	3,6	16000	25000	30 000	48 000	0,83	1,18
522	Gausdal	3,6	14000	21000	26 000	42 000	0,93	1,80
528	Østre Toten	4,0	12000	20000	25 000	40 000	0,92	1,33
529	Vestre Toten	3,4	13000	21000	26 000	42 000	0,97	1,17
532	Jevnaker	4,5	10000	17000	21 000	34 000	0,99	1,17
533	Lunner	3,7	13000	21000	26 000	42 000	0,90	1,12
534	Gran	3,8	13000	21000	26 000	42 000	0,84	1,23
536	Søndre Land	3,6	14000	21000	26 000	42 000	0,92	1,15
538	Nordre Land	3,7	14000	21000	26 000	42 000	0,92	1,81
540	Sør-Aurdal	2,8	15000	23000	28 000	45 000	0,93	1,51
541	Etnedal	2,7	16000	25000	30 000	48 000	0,85	1,58
542	Nord-Aurdal	2,6	17000	26000	32 000	52 000	0,86	1,23
543	Vestre Slidre	2,8	15000	24000	29 000	47 000	0,96	1,29
544	Øystre Slidre	1,9	17000	26000	32 000	51 000	0,94	2,13
545	Vang	1,9	16000	25000	31 000	50 000	0,85	1,73
Buskerud								
602	Drammen	5,7	7000	12000	16 000	28 000	0,91	1,19
604	Kongsberg	4,7	9000	15000	19 000	32 000	0,86	1,33
605	Ringerike	4,9	9000	15000	19 000	31 000	0,94	1,63
612	Hole	5,0	9000	14000	18 000	30 000	0,98	1,21
615	Flå	3,5	16000	25000	31 000	49 000	0,88	1,26
616	Nes	3,2	15000	23000	29 000	47 000	0,92	1,31
617	Gol	3,7	12000	20000	25 000	40 000	0,91	1,41
618	Hemsedal	1,1	20000	30000	37 000	57 000	0,76	1,49
619	Ål	2,8	13000	21000	26 000	41 000	0,87	1,68
620	Hol	2,3	14000	23000	28 000	45 000	0,85	2,29
621	Sigdal	4,6	10000	16000	20 000	34 000	0,93	1,92
622	Krødsherad	4,2	11000	18000	23 000	38 000	0,91	1,33
623	Modum	5,1	8000	14000	18 000	30 000	0,94	1,18
624	Øvre Eiker	5,4	8000	14000	18 000	30 000	0,96	1,24
625	Nedre Eiker	5,5	7000	13000	17 000	29 000	0,99	1,21
626	Lier	5,6	7000	12000	16 000	27 000	0,95	1,21
627	Røyken	5,5	6000	10000	14 000	24 000	0,94	1,13
628	Hurum	5,6	6000	11000	14 000	24 000	0,83	1,06
631	Flesberg	4,3	10000	17000	21 000	35 000	0,95	1,34
632	Rollag	3,8	11000	19000	23 000	38 000	0,99	1,46
633	Nore og Uvdal	2,5	16000	25000	31 000	49 000	0,81	1,41
Vestfold								
701	Borre	6,4	4000	8000	10 000	18 000	1,00	1,19
702	Holmestrand	5,9	5000	9000	12 000	22 000	0,99	1,33
704	Tønsberg	6,4	4000	8000	11 000	20 000	0,92	1,13
706	Sandefjord	7,0	3000	7000	9 000	16 000	0,79	1,30
709	Larvik	7,2	3000	6000	8 000	14 000	0,86	2,07
711	Svelvik	6,0	5000	10000	13 000	23 000	0,96	1,09
713	Sande	5,8	6000	11000	15 000	26 000	0,84	1,15
714	Hof	5,6	7000	12000	15 000	27 000	0,95	1,21
716	Re	6,2	5000	10000	13 000	22 000	0,90	1,22
719	Andebu	6,0	5000	10000	13 000	23 000	0,87	1,21
720	Stokke	6,2	4000	9000	12 000	21 000	0,91	1,10
722	Nøtterøy	6,5	4000	8000	11 000	19 000	0,87	1,09
723	Tjøme	7,2	3000	6000	8 000	15 000	0,82	1,13
728	Lardal	5,5	7000	13000	16 000	27 000	0,90	1,29
Telemark								
805	Porsgrunn	6,7	4000	8000	11 000	20 000	0,79	1,14
806	Skien	6,5	5000	10000	13 000	23 000	0,85	2,00
807	Notodden	5,3	8000	14000	18 000	30 000	0,94	1,40
811	Siljan	5,7	7000	12000	16 000	27 000	0,84	1,48
814	Bamble	7,2	3000	6000	8 000	14 000	0,98	1,41
815	Kragerø	7,3	2000	5000	7 000	14 000	0,86	1,28
817	Drangedal	5,9	5000	9000	13 000	23 000	0,74	1,62
819	Nome	6,0	6000	11000	15 000	26 000	0,91	1,18

Vedlegg 1 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune nr.	Kommune-navn	Årsmiddel-temp., °C	Frostmengder, h °C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min.	Maks
821	Bø	5,4	7000	13000	17 000	29 000	0,94	1,43
822	Sauherad	5,3	7000	13000	17 000	30 000	0,91	1,29
826	Tinn	3,5	14000	22000	27 000	43 000	0,75	1,50
827	Hjartdal	4,8	8000	14000	18 000	30 000	0,98	1,96
828	Seljord	4,5	9000	15000	19 000	32 000	0,94	1,72
829	Kviteseid	5,3	8000	14000	18 000	31 000	0,87	1,40
830	Nissedal	5,2	6000	11000	14 000	25 000	0,84	1,58
831	Fyresdal	4,2	9000	16000	21 000	35 000	0,68	1,34
833	Tokke	5,3	7000	12000	16 000	28 000	0,99	1,82
834	Vinje	3,6	8000	14000	17 000	29 000	0,99	2,22
Aust-Agder								
901	Risør	7,4	2000	5000	6 000	11 000	0,93	1,38
904	Grimstad	7,1	2000	5000	6 000	12 000	0,81	1,50
906	Arendal	7,4	2000	4000	6 000	11 000	0,82	1,46
911	Gjerstad	6,6	3000	7000	9 000	17 000	0,86	1,32
912	Vegårshei	6,1	4000	7000	10 000	18 000	0,86	1,27
914	Tvedestrand	7,0	2000	5000	7 000	13 000	0,76	1,33
919	Froland	6,5	3000	6000	8 000	14 000	0,94	1,60
926	Lillesand	7,1	2000	5000	7 000	12 000	0,77	1,25
928	Birkenes	6,5	3000	6000	9 000	15 000	0,91	1,36
929	Åmli	5,7	5000	10000	14 000	24 000	0,76	1,44
935	Iveland	5,5	4000	7000	10 000	17 000	0,87	1,22
937	Evje og Hornnes	5,8	4000	7000	10 000	17 000	0,92	1,36
938	Bygland	5,4	5000	10000	14 000	24 000	0,75	1,50
940	Valle	4,2	10000	18000	22 000	37 000	0,75	1,54
941	Bykle	2,4	13000	21000	26 000	43 000	0,88	1,54
Vest-Agder								
1001	Kristiansand	7,3	2000	4000	5 000	10 000	0,69	1,58
1002	Mandal	7,6	1000	3000	4 000	7 000	0,86	1,59
1003	Farsund	7,5	1000	2000	3 000	5 000	0,90	1,93
1004	Flekkefjord	7,1	1000	3000	4 000	7 000	0,77	2,32
1014	Vennesla	6,1	3000	7000	9 000	16 000	0,85	1,15
1017	Songdalen	7,1	2000	4000	6 000	11 000	0,88	1,63
1018	Søgne	7,1	2000	3000	5 000	9 000	0,84	1,39
1021	Marnardal	6,7	3000	5000	7 000	13 000	0,82	1,46
1026	Aseral	5,1	5000	9000	12 000	20 000	0,81	1,82
1027	Audnedal	6,3	3000	6000	8 000	15 000	0,84	1,27
1029	Lindesnes	7,2	1000	3000	4 000	8 000	0,56	1,82
1032	Lyngdal	7,3	1000	3000	4 000	7 000	0,68	2,10
1034	Hægebostad	5,9	3000	6000	8 000	14 000	0,93	1,72
1037	Kvinesdal	6,5	1000	3000	4 000	8 000	0,93	4,99
1046	Sirdal	6,2	3000	6000	8 000	15 000	0,80	4,48
Rogaland								
1101	Eigersund	7,3	1000	2000	2 000	4 000	0,90	3,82
1102	Sandnes	7,4	1000	2000	3 000	6 000	0,74	1,57
1103	Stavanger	7,4	1000	1000	2 000	4 000	0,83	1,43
1106	Haugesund	7,6	0	1000	1 000	3 000	0,98	1,23
1111	Sokndal	7,4	1000	2000	3 000	5 000	0,88	1,77
1112	Lund	6,7	2000	4000	5 000	10 000	0,65	1,58
1114	Bjerkreim	6,8	1000	3000	4 000	8 000	0,68	2,67
1119	Hå	7,3	1000	2000	3 000	5 000	0,83	1,44
1120	Klepp	7,3	1000	2000	3 000	6 000	0,85	1,08
1121	Time	7,4	1000	2000	3 000	6 000	0,96	1,36
1122	Gjesdal	6,7	1000	3000	4 000	7 000	0,94	4,27
1124	Sola	7,3	1000	2000	3 000	5 000	0,81	1,11
1127	Randaberg	7,6	1000	1000	2 000	3 000	0,93	1,09
1129	Forsand	6,7	1000	3000	4 000	7 000	0,74	4,61
1130	Strand	7,4	1000	2000	3 000	5 000	0,70	1,89
1133	Hjelmeland	7,5	1000	2000	3 000	6 000	0,71	3,36
1134	Suldal	6,9	2000	5000	6 000	12 000	0,44	2,65
1135	Sauda	6,4	3000	5000	7 000	13 000	0,88	2,46

Kommune nr.	Kommune-navn	Årsmiddel-temp., °C	Frostmengder, h°C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min.	Maks
1141	Finnøy	7,8	1000	1000	2 000	3 000	0,91	1,98
1142	Rennesøy	7,8	1000	1000	2 000	3 000	0,81	1,08
1144	Kvitsøy	7,7	0	1000	1 000	3 000	1,00	1,00
1145	Bokn	7,5	0	1000	1 000	2 000	0,96	1,15
1146	Tysvær	7,7	1000	1000	2 000	4 000	0,75	1,75
1149	Karmøy	7,6	0	1000	1 000	2 000	0,87	1,28
1151	Utsira	7,8	0	1000	1 000	1 000	1,00	1,00
1160	Vindafjord	7,3	1000	3000	4 000	7 000	0,56	1,90
Hordaland								
1201	Bergen	7,6	1000	2000	2 000	4 000	0,76	2,95
1211	Etne	7,1	1000	3000	4 000	7 000	0,76	2,87
1216	Sveio	7,7	1000	1000	2 000	3 000	0,83	1,39
1219	Bømlo	8,0	0	1000	1 000	2 000	0,84	1,71
1221	Stord	7,5	1000	1000	2 000	3 000	0,78	1,34
1222	Fitjar	7,3	0	1000	1 000	2 000	0,96	1,41
1223	Tysnes	7,3	1000	1000	2 000	4 000	0,77	1,17
1224	Kvinnherad	7,0	1000	3000	4 000	7 000	0,49	5,78
1227	Jondal	6,9	2000	3000	4 000	8 000	0,58	4,03
1228	Odda	6,3	4000	7000	9 000	15 000	0,81	4,36
1231	Ullensvang	6,5	3000	5000	7 000	12 000	0,78	1,96
1232	Eidfjord	6,3	3000	6000	7 000	13 000	0,72	7,15
1233	Ulvik	6,4	4000	7000	9 000	16 000	0,57	2,34
1234	Granvin	6,6	2000	5000	7 000	12 000	0,93	2,28
1235	Voss	5,3	5000	10000	13 000	23 000	0,64	1,91
1238	Kvam	6,5	2000	4000	6 000	10 000	0,33	2,88
1241	Fusa	7,0	1000	2000	3 000	6 000	0,58	2,18
1242	Samnanger	5,5	2000	4000	6 000	11 000	0,65	1,82
1243	Os	7,3	1000	2000	3 000	5 000	0,85	1,59
1244	Austevoll	7,6	0	1000	2 000	3 000	0,52	1,06
1245	Sund	7,1	1000	1000	2 000	3 000	0,87	1,21
1246	Fjell	7,3	1000	1000	2 000	3 000	0,69	1,37
1247	Askøy	7,6	1000	1000	1 000	3 000	0,72	1,12
1251	Vaksdal	5,8	3000	6000	9 000	15 000	0,50	2,21
1252	Modalen	6,1	2000	5000	6 000	12 000	0,72	2,12
1253	Osterøy	6,9	1000	2000	3 000	5 000	0,67	2,34
1256	Meland	7,6	0	1000	1 000	3 000	0,72	1,05
1259	Øygarden	7,7	0	1000	1 000	2 000	0,93	1,20
1260	Radøy	7,7	0	1000	1 000	2 000	0,79	1,28
1263	Lindås	7,5	1000	1000	2 000	3 000	0,57	4,86
1264	Austrheim	7,6	0	1000	1 000	2 000	0,96	1,14
1265	Fedje	7,8	0	0	0	0		
1266	Masfjorden	6,8	1000	1000	2 000	4 000	0,62	4,44
Sogn og Fjordane								
1401	Flora	7,4	0	1000	1 000	2 000	0,54	7,53
1411	Gulen	7,4	0	1000	1 000	2 000	0,57	4,57
1412	Solund	7,3	0	0	0	0		
1413	Hyllestad	7,0	1000	1000	2 000	4 000	0,57	1,62
1416	Høyanger	6,3	2000	5000	7 000	12 000	0,33	2,59
1417	Vik	6,2	3000	6000	8 000	14 000	0,50	2,78
1418	Balestrand	6,0	2000	3000	5 000	8 000	0,85	6,09
1419	Leikanger	6,2	2000	4000	5 000	10 000	0,82	1,57
1420	Sogndal	6,4	2000	5000	6 000	12 000	0,80	3,36
1421	Aurland	5,9	4000	8000	10 000	17 000	0,90	4,48
1422	Lærdal	6,0	3000	6000	8 000	13 000	0,85	5,57
1424	Årdal	5,2	6000	10000	14 000	24 000	0,62	2,53
1426	Luster	5,8	5000	11000	15 000	27 000	0,58	2,93
1428	Askvoll	7,2	0	1000	1 000	3 000	0,47	3,64
1429	Fjaler	6,7	2000	3000	4 000	8 000	0,23	1,53
1430	Gaular	5,8	2000	5000	7 000	12 000	0,76	2,60
1431	Jølster	4,4	7000	11000	15 000	24 000	0,63	1,85
1432	Førde	6,1	2000	5000	7 000	13 000	0,66	2,11
1433	Naustdal	6,3	2000	5000	6 000	12 000	0,44	1,73

Vedlegg 1 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune nr.	Kommune- navn	Årsmiddel- temp., °C	Frostmengder, h °C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min.	Maks
1438	Bremanger	6,0	1000	3000	3 000	6 000	0,22	1,66
1439	Vågsøy	7,4	0	1000	1 000	2 000	0,66	3,04
1441	Selje	6,9	1000	1000	2 000	3 000	0,35	1,73
1443	Eid	6,5	1000	3000	4 000	7 000	0,60	2,44
1444	Hornindal	6,1	2000	4000	6 000	10 000	0,92	1,56
1445	Gloppen	6,3	2000	4000	6 000	10 000	0,73	3,78
1449	Stryn	6,2	2000	4000	6 000	10 000	0,87	4,08
Møre og Romsdal								
1502	Molde	6,9	1000	2000	2 000	4 000	0,84	2,54
1504	Ålesund	7,2	1000	1000	2 000	3 000	0,90	1,49
1505	Kristiansund	6,7	1000	2000	3 000	6 000	0,97	1,41
1511	Vanylven	6,7	1000	2000	3 000	5 000	0,69	2,66
1514	Sande	6,5	1000	2000	2 000	4 000	0,42	1,49
1515	Herøy	7,1	0	1000	1 000	3 000	0,52	2,06
1516	Ulstein	6,7	1000	2000	2 000	4 000	0,78	1,56
1517	Hareid	6,8	1000	2000	3 000	5 000	0,86	1,39
1519	Volda	6,4	2000	4000	5 000	9 000	0,74	3,10
1520	Ørsta	6,3	2000	4000	5 000	10 000	0,57	2,42
1523	Ørskog	6,9	1000	2000	2 000	4 000	0,94	1,56
1524	Norddal	6,5	0	0	0	0		
1525	Stranda	6,8	1000	2000	2 000	4 000	0,84	8,35
1526	Stordal	7,0	1000	2000	2 000	4 000	1,00	2,84
1528	Sykkylven	6,8	0	0	0	0		
1529	Skodje	7,0	1000	1000	2 000	3 000	0,85	1,25
1531	Sula	7,1	1000	1000	2 000	3 000	0,98	1,83
1532	Giske	7,2	0	1000	1 000	2 000	0,65	1,12
1534	Haram	7,1	0	1000	1 000	2 000	0,50	1,82
1535	Vestnes	6,7	1000	1000	2 000	3 000	0,74	3,14
1539	Rauma	6,5	1000	3000	4 000	7 000	0,51	5,78
1543	Nesset	6,3	2000	4000	5 000	10 000	0,83	4,51
1545	Midsund	7,0	1000	1000	2 000	3 000	0,67	1,12
1546	Sandøy	7,4	0	0	1 000	1 000	1,00	1,07
1547	Aukra	6,9	0	1000	2 000	3 000	0,80	1,63
1548	Fræna	6,6	1000	2000	3 000	6 000	0,56	1,62
1551	Eide	6,3	1000	3000	4 000	8 000	0,82	1,36
1554	Averøy	6,5	1000	3000	4 000	7 000	0,87	1,50
1557	Gjemnes	6,3	1000	3000	5 000	9 000	0,95	1,51
1560	Tingvoll	6,0	2000	4000	6 000	10 000	0,73	1,33
1563	Sunnadal	5,7	2000	4000	6 000	11 000	0,89	3,47
1566	Surnadal	5,6	3000	5000	7 000	12 000	0,84	1,75
1567	Rindal	4,4	5000	9000	11 000	19 000	0,85	1,74
1571	Halsa	5,8	2000	4000	5 000	10 000	0,83	1,62
1573	Smøla	6,9	1000	1000	2 000	4 000	0,96	1,54
1576	Aure	6,1	2000	3000	4 000	8 000	0,72	1,80
Sør-Trøndelag								
1601	Trondheim	5,3	4000	8000	11 000	19 000	0,92	1,41
1612	Hemne	5,3	3000	6000	8 000	14 000	0,53	2,06
1613	Snillfjord	4,9	5000	10000	12 000	21 000	0,44	1,54
1617	Hitra	5,2	1000	3000	4 000	6 000	0,58	1,37
1620	Frøya	6,4	1000	2000	2 000	4 000	0,67	1,09
1621	Ørland	5,9	2000	3000	5 000	8 000	0,81	1,21
1622	Agdenes	5,0	4000	8000	10 000	18 000	0,60	1,25
1624	Rissa	5,3	3000	7000	9 000	16 000	0,70	1,41
1627	Bjugn	5,7	2000	4000	5 000	10 000	0,54	1,89
1630	Åfjord	5,6	3000	6000	7 000	14 000	0,50	2,21
1632	Roan	6,0	2000	4000	5 000	9 000	0,89	2,18
1633	Osen	5,5	2000	5000	6 000	11 000	0,61	2,40
1634	Oppdal	2,8	10000	16000	20 000	32 000	0,65	2,21
1635	Rennebu	2,5	10000	16000	20 000	32 000	0,79	1,24
1636	Meldal	3,9	9000	14000	18 000	30 000	0,86	1,26
1638	Orkdal	4,3	7000	13000	16 000	28 000	0,78	1,28
1640	Røros	0,2	21000	32000	39 000	61 000	0,78	1,19

Kommune nr.	Kommune- navn	Årsmiddel- temp., °C	Frostmengder, h °C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min.	Maks
1644	Holtålen	2,3	13000	21000	26 000	41 000	0,74	1,30
1648	Midtre Gauldal	4,1	7000	13000	16 000	27 000	0,96	1,59
1653	Melhus	4,6	6000	11000	15 000	25 000	0,96	1,53
1657	Skaun	4,8	6000	12000	15 000	25 000	0,96	1,35
1662	Klæbu	4,5	6000	11000	14 000	24 000	0,96	1,19
1663	Malvik	5,4	4000	8000	10 000	18 000	0,96	1,42
1664	Selbu	4,4	6000	10000	13 000	23 000	0,85	1,54
1665	Tydal	2,4	12000	19000	24 000	38 000	0,71	1,78
Nord-Trøndelag								
1702	Steinkjer	4,7	6000	11000	14 000	24 000	0,86	1,86
1703	Namsos	4,5	6000	11000	14 000	25 000	0,53	1,42
1711	Meråker	4,1	8000	13000	17 000	28 000	0,86	1,47
1714	Stjørdal	5,5	4000	7000	9 000	16 000	0,98	1,73
1717	Frosta	5,1	4000	7000	10 000	17 000	0,94	1,18
1718	Leksvik	4,9	4000	8000	11 000	18 000	0,94	1,31
1719	Levanger	5,3	4000	8000	11 000	19 000	0,91	1,34
1721	Verdal	5,3	5000	9000	11 000	20 000	0,99	2,60
1724	Verran	4,5	7000	13000	16 000	27 000	0,72	1,14
1725	Namdalseid	4,0	7000	13000	16 000	28 000	0,62	1,12
1736	Snåsa	3,5	9000	16000	20 000	33 000	0,91	1,18
1738	Lierne	1,3	17000	26000	33 000	52 000	0,91	1,18
1739	Røyrvik	1,2	17000	26000	33 000	52 000	0,87	1,34
1740	Namsskogan	2,5	12000	20000	25 000	41 000	0,93	1,41
1742	Grong	3,8	9000	15000	20 000	33 000	0,95	1,77
1743	Høylandet	3,8	9000	15000	19 000	32 000	0,95	1,18
1744	Overhalla	4,1	8000	14000	17 000	29 000	0,88	1,15
1748	Fosnes	5,2	4000	7000	10 000	17 000	0,84	2,32
1749	Flatanger	4,4	5000	9000	12 000	20 000	0,36	1,10
1750	Vikna	5,6	2000	5000	6 000	12 000	0,52	1,01
1751	Nærøy	5,0	3000	7000	9 000	16 000	0,73	2,33
1755	Leka	5,3	2000	5000	7 000	12 000	0,84	1,31
1756	Inderøy	5,1	5000	9000	12 000	20 000	0,92	1,16
Nordland								
1804	Bodø	4,8	3000	6000	8 000	14 000	0,58	3,50
1805	Narvik	3,8	6000	10000	13 000	22 000	0,82	2,38
1811	Bindal	4,5	6000	11000	14 000	25 000	0,65	1,22
1812	Sømna	5,0	3000	7000	10 000	18 000	0,80	1,36
1813	Brønnøy	5,2	3000	7000	9 000	17 000	0,87	3,52
1815	Vega	5,4	2000	5000	7 000	13 000	0,88	1,23
1816	Vevelstad	4,8	4000	8000	11 000	21 000	0,92	1,53
1818	Herøy	5,6	2000	5000	7 000	13 000	0,86	1,01
1820	Alstahaug	5,3	3000	6000	9 000	16 000	0,86	1,29
1822	Leirfjord	4,6	4000	8000	11 000	20 000	0,79	1,59
1824	Vefsn	4,2	7000	13000	17 000	29 000	0,70	1,53
1825	Grane	3,2	10000	18000	24 000	40 000	0,88	1,49
1826	Hattfjell	2,1	15000	24000	29 000	48 000	0,93	1,61
1827	Dønna	5,6	2000	5000	6 000	12 000	0,77	1,41
1828	Nesna	4,9	3000	7000	9 000	15 000	0,60	1,99
1832	Hemnes	3,8	9000	15000	19 000	31 000	0,68	2,36
1833	Rana	3,7	9000	16000	20 000	33 000	0,52	2,40
1834	Lurøy	5,6	1000	3000	4 000	7 000	0,69	3,54
1835	Træna	5,6	1000	1000	2 000	4 000	0,99	1,00
1836	Rødøy	5,3	1000	3000	4 000	7 000	0,72	5,50
1837	Meløy	4,8	2000	3000	4 000	8 000	0,55	4,03
1838	Gildeskål	4,9	2000	4000	5 000	9 000	0,59	2,95
1839	Beiar	3,8	6000	10000	14 000	23 000	0,95	1,89
1840	Saltdal	3,6	9000	15000	19 000	32 000	0,84	2,39
1841	Fauske	4,0	6000	11000	14 000	24 000	0,99	2,42
1845	Sørfold	3,9	7000	12000	16 000	26 000	0,81	1,84
1848	Steigen	4,7	4000	7000	8 000	15 000	0,74	2,31
1849	Hamarøy	4,3	4000	7000	9 000	15 000	0,82	2,55

Vedlegg 1 – Årsmiddeltemperatur og frostmengder

Kommune nr.	Kommune- navn	Årsmiddel- temp., °C	Frostmengder, h °C				Korreksjonsfaktorer	
			F ₂	F ₅	F ₁₀	F ₁₀₀	Min.	Maks
1850	Tysfjord	3,3	5000	9000	11 000	18 000	0,72	1,89
1851	Lødingen	4,3	4000	7000	8 000	14 000	0,84	1,44
1852	Tjeldsund	3,6	5000	9000	11 000	18 000	0,83	1,58
1853	Evenes	3,4	6000	10000	12 000	20 000	0,79	1,51
1854	Ballangen	4,0	5000	8000	10 000	17 000	0,84	2,19
1856	Røst	5,7	0	1000	1 000	3 000	1,00	1,00
1857	Værøy	5,7	1000	2000	2 000	4 000	1,00	1,43
1859	Flakstad	5,3	1000	3000	4 000	7 000	0,78	1,96
1860	Vestvågøy	5,1	1000	3000	4 000	6 000	0,92	2,16
1865	Vågan	5,1	2000	4000	5 000	8 000	0,83	2,08
1866	Hadsel	4,7	3000	5000	6 000	11 000	0,87	1,92
1867	Bø	4,7	2000	5000	6 000	11 000	0,94	1,71
1868	Øksnes	4,3	3000	5000	7 000	12 000	0,93	1,72
1870	Sortland	4,1	3000	6000	8 000	13 000	0,90	1,72
1871	Andøy	3,7	3000	6000	8 000	14 000	0,91	1,64
1874	Moskenes	5,4	1000	2000	3 000	6 000	0,94	1,29
Troms								
1901	Harstad	3,4	4000	8000	10 000	16 000	0,94	1,62
1902	Tromsø	2,8	8000	12000	15 000	24 000	0,44	2,33
1911	Kvæfjord	3,3	5000	9000	11 000	18 000	0,76	1,50
1913	Skånland	3,7	5000	9000	11 000	19 000	0,93	2,30
1915	Bjarkøy	3,5	4000	7000	10 000	16 000	1,00	1,17
1917	Ibestad	3,0	7000	11000	14 000	23 000	0,81	1,76
1919	Gratangen	2,4	12000	18000	22 000	35 000	0,72	1,42
1920	Lavangen	2,4	13000	19000	24 000	38 000	0,78	1,66
1922	Bardu	1,2	17000	26000	32 000	50 000	0,88	1,58
1923	Salangen	2,4	14000	21000	26 000	41 000	0,72	1,32
1924	Målselv	1,3	19000	28000	35 000	55 000	0,63	1,50
1925	Sørreisa	2,0	15000	23000	28 000	44 000	0,82	1,49
1926	Dyrøy	2,5	11000	17000	21 000	33 000	0,82	1,51
1927	Tranøy	2,8	11000	17000	21 000	34 000	0,56	1,30
1928	Torsken	1,5	6000	9000	11 000	19 000	0,99	2,08
1929	Berg	2,6	6000	10000	13 000	21 000	0,78	2,06
1931	Lenvik	2,2	11000	18000	22 000	34 000	0,49	1,32
1933	Balsfjord	1,8	16000	24000	29 000	46 000	0,55	1,60
1936	Karlsøy	3,3	6000	10000	13 000	21 000	0,50	1,52
1938	Lyngen	1,8	13000	19000	23 000	37 000	0,66	1,38
1939	Storfjord	1,7	16000	24000	29 000	45 000	0,78	1,78
1940	Kåfjord	1,8	15000	22000	27 000	42 000	0,90	1,69
1941	Skjervøy	2,6	7000	11000	14 000	22 000	0,71	1,69
1942	Nordreisa	1,5	16000	24000	29 000	46 000	0,63	2,18
1943	Kvænangen	2,8	11000	17000	21 000	34 000	0,50	1,50
Finnmark								
2002	Vardø	1,8	9000	15000	18 000	28 000	0,97	1,66
2003	Vadsø	0,3	21000	32000	39 000	61 000	0,75	1,21
2004	Hammerfest	2,3	8000	14000	17 000	27 000	0,66	1,37
2011	Kautokeino	-2,6	38000	55000	66 000	101 000	0,80	1,07
2012	Alta	1,4	17000	25000	31 000	49 000	0,56	1,82
2014	Loppa	1,8	9000	13000	17 000	26 000	0,45	1,80
2015	Hasvik	3,1	5000	8000	11 000	17 000	0,83	1,29
2017	Kvalsund	2,1	12000	19000	23 000	37 000	0,86	1,79
2018	Måsøy	2,8	5000	9000	11 000	19 000	0,81	2,18
2019	Nordkapp	2,4	9000	14000	17 000	27 000	0,63	1,29
2020	Porsanger	0,5	21000	31000	38 000	59 000	0,58	1,55
2021	Karasjok	-2,4	38000	56000	68 000	104 000	0,89	1,04
2022	Lebesby	1,2	13000	19000	23 000	36 000	0,89	2,15
2023	Gamvik	1,6	10000	15000	18 000	29 000	0,85	2,76
2024	Berlevåg	1,4	11000	17000	21 000	33 000	0,99	2,05
2025	Tana	-0,8	29000	43000	52 000	80 000	0,80	1,19
2027	Nesseby	-0,6	27000	39000	48 000	74 000	0,92	1,09
2028	Båtsfjord	1,2	14000	21000	26 000	41 000	0,72	1,55
2030	Sør-Varanger	-0,2	24000	35000	43 000	66 000	0,91	1,35

Vedlegg 2 – Lastfordelingskoeffisienter

a	Material- betegnelser	Bindemiddel Kvalitet vegbitumen Kvalitet myk bitumen	Verdi, normal ⁴⁾	Verdi, krakelert ⁴⁾	Verdi, vannømfintlig materiale ⁴⁾	
					7-15 % < 63 µm	>15 % < 63 µm
Vegdekker						
Varmblandet asfalt unntatt drensasfalt	Sta, Top, Ab, Agb, Ska	35/50 Vegbitumen, PMB 50/70-160/220 ≥250/300	3,5 <u>3,0</u> 2,5	1,5 1,5 1,5		
Drensasfalt	Da	Vegbitumen, PMB	2,0	1,5		
Mykasfalt	Ma	Myk bitumen V ≥ 6000 V < 6000	1,5 1,25	1,25 1,25		
Emulsjonsgrus, tett	Egt	Vegbitumen Myk bitumen V ≥ 12000	2,0 1,5	1,25 1,25		
Asfaltskumgrus	Asg	Vegbitumen Myk bitumen ≥330/430 V ≥ 6000	1,75 1,5	1,25 1,25		
Enkel/dobbel overflatebehandling ⁵⁾	Eo/Do	Vegbitumen, PMB Myk bitumen	1,5 <u>1,25</u>	1,25 1,25		
Enkel/dobbel overflate- behandling med grus ⁵⁾	Eog/Dog	Myk bitumen V ≥ 6000 V < 6000	<u>1,5</u> 1,25	1,25 1,25		
Oljegrus/asfaltløsn.grus	Og/Alg	VO/BL		1,25		
Bærelag						
Sementstab.matr.	Cg, Cp		2,25	1,25		
Asfaltert grus	Ag	Vegbitumen 50/70-160/220 ≥250/300	<u>3,0</u> 2,75	1,5 1,5		
Asfaltert sand	As	Vegbitumen	2,0	1,25		
Asfaltert puk	Ap	Vegbitumen	2,0			
Penetrert puk	Pp	Vegbitumen	1,5			
Emulsjonsgrus Skumgrus	Eg/Sg		2,0 ¹⁾ 1,75 ²⁾ 1,5 ³⁾	1,25 1,25 1,25		
Bitumenstabilisert grus	Bg		1,75 ²⁾ <u>1,5</u> ³⁾ 1,25	1,25 1,25 1,25		
Gjenbruksasfalt, kaldprodusert	Gja	Vegbitumen Myk bitumen	<u>1,75</u> 1,5	1,25 1,25		
Knust betong	Gjb		1,25			
Forkilt puk	Fp		1,25			
Knust berg	Fk		1,35			
Knust asfalt	Ak		1,35		0,75	0,5
Knust grus	Gk		1,25		0,75	0,5
Forsterkningslag						
Sand, grus, C _u < 15			0,75		0,5	0,5
Sand, grus, C _u ≥ 15			1,0		0,75	0,5
Pukk, kult			1,1		0,75	0,5
Resirkulerte materialer	Gjb Bm		1,0 1,0			

1) Indirekte strekkstyrke > 145 kPa eller E-modul > 860 MPa (v/25 °C)

2) Indirekte strekkstyrke > 100 kPa eller E-modul > 580 MPa (v/25 °C)

3) Indirekte strekkstyrke > 60 kPa eller E-modul > 360 MPa (v/25 °C)

4) Normalverdier benyttes ved dimensjonering av ny veg. Krakelert verdi og verdi for vannømfintlig materiale kan benyttes ved vurdering av materialer i eksisterende veg ved forsterkning

5) Til overflatebehandlinger brukes bitumenemulsjon med ulike kvaliteter i restbindemiddelet som vist i tabellen

Vedlegg 3 – Ordforklaringer

Dette vedlegget inneholder forklaring på en del ord som er brukt i normalen. Andre ord er tatt med for å komplettere oversikten. Ordforklaringene er gitt for å gi mening til teksten, og er derfor ikke formelle definisjoner. Ord i kursiv finnes forklart i eget oppslag her i vedlegg 3. Flere ordforklaringer kan finnes i en felles liste for normalene, se [her](#).

aksellast

Total belastning fra et kjøretøys aksel på underlaget.

aksellast, tillatt

- For veg: Den maksimale aksellast på enkel aksel som er tillatt på vegen.
- For kjøretøy: Den maksimale aksellast kjøretøyet er registrert for (iht. vognkortet).

aktsomhetskart

Kart for vurdering av fare for skred i snø, stein/berg, løsmasser samt for flomskred. De webbaserte kartene kan f.eks. nås fra nve.no.

armert jord

Jordkonstruksjoner forsterket med kunstige materialer med det formål å forbedre egenskapene til konstruksjonen f.eks. mht. *bæreevne*, deformasjoner og *stabilitet*.

asfalt

En ensartet blanding av *steinmaterialer* og *bitumen*. Det finnes en rekke ulike typer og varianter.

asfaltgranulat

Se *asfalt*, *knust (Ak)*.

asfalt, knust (Ak)

Resirkulert *asfalt* produsert ved granulering og ev. sikting (fresmasser eller knuste asfaltflak) for anvendelse uten noen form for tilsetning av nytt *bindemiddel*.

avløpsledning

Rør med tette vegger som fører vann fra samleklummer for *dreinsvann*, overflatevann og spillvann til avløp.

avvik

Mangel på oppfyllelse av spesifiserte krav.

berg, knust (Fk)

Bærelagsmateriale av velgraderte, knuste *steinmaterialer* med *øvre siktstørrelse* i området 16-63 mm og bestemte krav til *kornkurve* og andre egenskaper. Med knust berg menes også knust stein, dersom den er knust fra stein større enn 60 mm.

bindemiddel

Fellesbetegnelse for *bitumen*, *bitumenemulsjon*, *bitumenløsning* og *bindemiddel, polymermodifisert*.

bindlag

Nedre del av asfaltdekket når dette består av mer enn ett lag, dvs. lag mellom *slitelag* og *bærelag*.

bitumen

Fellesbetegnelse for faste eller flytende hydrokarboner, naturlig forekommende eller framstilt ved raffinering av jordolje. Brukes som *bindemiddel* ved framstilling av asfaltmasse. Graderes etter *penetrasjon* eller *viskositet* (*myk bitumen*).

bitumen, polymermodifisert (PMB)

Bitumen som er tilsatt polymerer, for å forbedre asfaltdekkets egenskaper (tåle større påkjenninger fra trafikk og klima). Type og mengde polymermodifisering bestemmes bl.a. ut fra hvilke egenskaper man ønsker å forbedre.

bitumenemulsjon

Bitumen som er emulgert i vann. Brukes til *klebing*, ved *overflatebehandling* og som *bindemiddel* ved framstilling av asfaltmasse. Se også *emulsjon*.

bitumenløsning

Bitumen som midlertidig er gjort flytende ved tilsetning av lettere oljer. Brukes bl.a. som *bindemiddel* til *overflatebehandling* og penetrasjonsdekke. Anvendes i dag i liten grad, på grunn av høyt innhold av flyktige petroleumsprodukter.

bitumenstabilisering (bærelag)

Stabilisering av *grus* på veg ved fresing og tilsetning av bituminøst *bindemiddel*.

bæreevne, vegens

Den største *aksellast* en veg kan ta over en tidsperiode (dimensjoneringsperioden) uten at vegens tilstand, ved normalt vedlikehold, faller under en definert akseptabel grense. Dårlig bæreevne gir seg utslag i en *dekkelevetid* som er lavere enn normert dekkelevetid.

bæreevnegrupper

Bæreevnemessig inndeling av *undergrunnen* i grupper fra 1 til 7 for dimensjoneringsformål.

bærelag

Det øverste lag under *vegdekket*. Hovedfunksjonen til bærelaget er å oppta spenninger knyttet til ringtrykk og å fordele laster til underliggende lag. Deles ofte i nedre og øvre bærelag. Se også *forsterkningslag*.

bærelagsindeks (BI)

Sum av indeksverdier for alle lag regnet fra vegens overflate og nedover til det første lag i konstruksjonen med en *lastfordelingskoeffisient* mindre enn-1,25.

CEN

Forkortelse for Comité Européenne de Normalisation (europeisk standardiseringsorganisasjon).

DCP (Dynamic Cone Penetrometer)

Standardisert utstyr hvor en stålstang med konisk spiss som slås ned i/gjennom vegoverbygningen for å måle styrken av de enkelte lag.

DCP-verdi

Et uttrykk for materialstyrke, i hovedsak skjærmodstanden, målt med *DCP*. Uttrykkes i mm nedsynkning pr. slag for utstyrets stålstang med konisk spiss. DCP-verdien kan omregnes til CBR-verdi.

dekke

Se *vegdekke*.

dekkeindeks (DI)

Sum av *indeksverdier* for alle lag regnet fra vegens overflate og nedover til det første lag i konstruksjonen med en *lastfordelingskoeffisient* mindre enn 2,5.

dekkelevetid

Tiden fra et nytt *dekke* legges til det får en tilstand som utløser dekkefornyelse iht. Håndbok R610, uavhengig av når dekkefornyelsen faktisk skjer.

Kan deles i to typer:

1. Funksjonell dekkelevetid
Funksjonell dekkelevetid kan fastlegges ut fra årlige tilstandsregistreringer for spor og *jevnhet*
2. Normert dekkelevetid
Den dekkelevetid som bør forventes på en veg som er dimensjonert riktig og under forutsatte klima- og belastningsforhold.

densitet

Masse pr. volumenhet. For bl.a. granulære materialer skilles det mellom bulkdensitet og partikkeldensitet. For hver av disse finnes det flere varianter avhengig av målemetode og materialtilstanden.

dimensjoneringsperiode (for vegoverbygning)

Den periode – i Norge 20 år – fra vegen settes under trafikk til vegen har behov for *forsterkning* fordi den beregnede trafikkbelastning er nådd. I praksis vil den nødvendige dekkefornyelse som skjer i løpet av dimensjoneringsperioden tilføre en tilstrekkelig styrkeøkning slik at det ikke er nødvendig å foreta en *forsterkning* når dimensjoneringsperioden er nådd.

drensrør, lukket

Drensrør fylt med filtermateriale og eventuelt med drensrør for samling og bortledning av *drensvann*.

drensvann

Vann som ved hjelp av drenstiltak ledes vekk fra veg, *skråning* og *undergrunn*.

dykker

Dykket utløp som stanser flytepartikler og hindrer tetting av rørnett hvis *sandfanget* blir fullt. I tillegg motvirker dykkeren ispropper ved at skorsteinseffekten, som trekker kald luft inn i rørledningen vinters tid, stanses. Lukt fra rørledningen forhindres også.

dypdrenering

Fellesbetegnelse på dreneringsmetode hvor overskuddsvann fra vegens *underbygning* eller *undergrunn* føres ut til terrengoverflaten eller ned til drenerende lag, eventuelt over i et avløpssystem.

dypsprengning

Løssprengning av berg til bestemt nivå under teoretisk *traubunn*.

effektivspenning

Kontakttrykket mellom de enkelte løsmassekornene regnet jevnt fordelt over en flate gjennom massen (både korn og *hulrom*). Effektivspenningen kan finnes ved å ta totalspenningen og trekke fra poretrykket.

ekvivalente 10 tonns aksler (N)

Se *trafikkbelastning (N)*.

E-modul (elastisitetsmodul/-verdi)

Forholdet mellom påført spenning (belastning) og elastisk deformasjon. Kan i felt bestemmes bl.a. ved *platebelastningsforsøk* og *fallodd*, i laboratoriet bl.a. ved treaksialforsøk.

emulsjon

En suspensjon av en væske i en annen hvor væskene ikke er blandbare, hvor den indre fase er i form av finfordelte dråper, som regel ved hjelp av små mengder tilsetningsstoff (emulgator). Avhengig av bryningstiden skilles det mellom rasktbrytende (labile) og saktebrytende (stabile) emulsjoner.

erosjon

Utgraving (slitasje) forårsaket av naturen.

fallodd

Utstyr for måling av en vegs *bæreevne*. Måler nedbøyningen og krumningen på et *vegdekke* ved at vegen utsettes for støtbelastning. Brukes i begrenset grad i Norge, bl.a. for å si noe om hvilket forsterkningstiltak som er best.

fiberduk

Permeabel duk som hovedsakelig brukes til separasjon av gode og dårlige masser, eller som filter. Visse duker har også en armeringsfunksjon. Betegnelsene *geotekstil* og fiberduk brukes om hverandre. Se også *geotekstil*.

filler

Steinmateriale med kornstørrelse < 0,063 mm. Handelsvaren filler skal ha en gradering innenfor nærmere angitte grenseverdier, blant annet kreves at minst 70 % er < 0,063 mm.

filterlag

Lag av filtermateriale, normalt nederste lag i overbygningen mellom *planum* og *forsterkningslag*. Er i dag normalt erstattet av en *fiberduk*.

finstoff

Den kornstørrelsesfraksjonen av et tilslag som passerer 0,063 mm-sikten.

flammepunkt

Den laveste temperatur en brennbar væske har når dampen fra væsken antennes av åpen flamme. Flammepunkt bestemmes ved en standardisert testmetode, for eksempel Cleveland Open Cup.

flisighetsindeks (FI)

Karakteristikk av *kornform*, bestemt ved sikting av *fraksjoner* i området 4-80 mm på kvadratsikt og stav-sikt. Den totale flisighetsindeksen beregnes som den totale massen av korn som passerer gjennom stav-siktene, uttrykt i prosent av prøvens totale tørrmasse.

flyt

Uttrykk for et asfaltmateriales stabilitetsegenskaper. Et mål (mm) for den deformasjon et standardisert prøvestykke får før maksimal deformasjonsmotstand oppnås under standard Marshall-forsøk (se *Marshallprøve*).

flytegrense (w_L)

Det *vanninnhold* i prosent av tørrstoffmengden hvor en jordart går over fra plastisk til flytende tilstand. Bestemmes med Casagrandes flytegrenseapparat (støt-flytegrense), eller ved inntrykking av en standardisert konus (konusflytegrense).

foliasjon

Planstruktur (parallellstruktur) dannet i metamorfe bergarter som følge av deformasjon.

forkiling

Tetting av pukklag i overflaten med *pukk* av finere gradering eller asfalterte materialer.

forsegling

Behandling av *vegdekke* hvor vegbanen først sprøytes med *bindemiddel* og deretter avstrøs etter behov med *sand* e.l.

forsterkning av veg

Økning av vegens *bæreevne* for at

- 1) *dekkelevetiden* på vegen skal økes, normalt for å oppnå en «normal dekkelevetid», slik at kostnadene til dekkefornyelse kan bli normale.
- 2) vegen kan tillates for en høyere *aksellast* enn før, typisk fra 8 til 10 tonn.

forsterkningslag

Lag i vegens *overbygning*, under *bærelag*. Hovedfunksjonen er å fordele *trafikkbelastningen* slik at undergrunnen ikke overbelastes. Se også *bærelag*.

forvitring

Gradvis nedbrytning av materialer utsatt for klimapåkjenninger og kjemiske stoffer.

fraksjon

Se *kornfraksjon*.

friksjonsjordart

Grovkornige jordarter (*sand* og grovere) der størstedelen av jordartens skjærstyrke skyldes friksjon (motsatt: *jordart, kohesiv*).

friksjonskoeffisient

Ubenevnt tall som angir friksjonsforholdet mellom to flater/materialer. Definert som forholdet mellom friksjonskraften og normalkraften.

frostmengde

Summen av produktet av antall timer (ev. døgn) i et år med temperatur lavere enn 0 °C og den gjennomsnittlige temperaturen i denne tiden. Uttrykkes ofte i timegrader (h°C) ev. døgngrader (døgn°C).

frostsikringslag

Lag under *forsterkningslaget*, eller bygget sammen med *forsterkningslaget*, for å hindre frosten i å trenge ned i telefarlig *undergrunn* eller *underbygning*.

funksjonskrav

Krav til funksjon, ytelse, levetid mv., for et vegelement (for eksempel *vegdekke*) eller for en *vegkonstruksjon* som helhet, som alternativ til detaljerte krav til materialets enkeltegenskaper eller konstruksjonens utførelse.

fylling, lett

Vegfylling som pga. stabilitets- eller setningsforhold bygges opp av materialer som er vesentlig lettere enn vanlige fyllmasser (ofte 0,02 til 0,1 t/m³ mot vanlig ca. 2 t/m³).

fyllingshøyde

Høydeforskjell mellom vegkant og fyllingsfot.

georadar, georadarmålinger

Utstyr og metodikk for ikke-destruktiv undersøkelse av lagdeling og *vanninnhold* i grunnen eller i *vegkonstruksjoner* basert på registrering av varierende dielektrisitetskonstant som følge av at bl.a. materialenes *vanninnhold* varierer. Utstyret har også annen anvendelse.

geosynteter

Fellesbetegnelse på *geotekstiler*, geonett, geomembraner, skumplast (til lett fylling og isolasjon), osv.

geotekstil

Plane og permeable tekstiler eller duker brukt i geotekniske og byggetekniske områder. (merk: Brukes her som fellesbetegnelse for geotekstiler og geotekstilrelaterte produkter. Disse kan være basert på polymere eller naturlige råstoffer og ulike fremstillingsmåter.) Se også *fiberduk*.

gjenbruk

Ny utnyttelse av et materiale tidligere brukt i byggearbeider etter at materialet er bearbeidet, f.eks. gjenbruk av *asfalt*.

gjenbruksasfalt (Gja)

Betegnelse på *bærelag* eller *vegdekke* som i hovedsak består av resirkulert *asfalt* tilsatt et bituminøst *binde-middel*, og hvor det ikke er relevant å nytte spesifikasjonene for de normerte massetyperne.

gjenbruksbetong (Gjb)

Forsterkningslag- eller bærelagmasse som består hovedsakelig av resirkulert knust betong.

gjenvinning

Nyttiggjøring av avfall og andre restprodukter. Stadig flere gjenvinningsmaterialer finner anvendelse i vegbygging. Se *gjenbruk*.

graderingstall (C_u)

Forholdet mellom *kornstørrelsene* (d), normalt ved 60 % og 10 % gjennomgang i en *kornkurve*, dvs. $C_u = d_{60}/d_{10}$. (Fra engelsk: Coefficient of uniformity)

grensekurver

Begrensningskurver for normalt tillatte *korngraderinger*.

grunnboring

Fellesbetegnelse for geotekniske grunnundersøkelser der man benytter borerigg. Omfatter sonderboringer, in-situ målinger og prøvetaking.

grunnforsterkning med lokale materialer

Lokale materialer, gjerne materialer som ikke oppfyller kravene til materialer i *overbygningen*, som legges ut som ny *undergrunn* i tilstrekkelig tykkelse til at vegoverbygningen kan dimensjoneres etter disse materialene.

grunnsprengning

Løssprengning av berg til teoretisk *planum*.

grunnvann

Fritt bevegelig vann som finnes i grunnen, fra det nivå alle porer og sprekker er fylt med vann.

grunnvannstand

Grunnvannets øvre grense. Under denne er grunnen mettet med vann.

grus

Naturlig forekommende *steinmateriale* hvor grusfraksjonen (2-60 mm) er den dominerende.

grus, knust (Gk)

Bærelagsmateriale av naturlig forekommende *steinmateriale* i blanding med nedknuste *overstørrelser*, med bestemte krav til *kornkurve* og andre egenskaper.

grusveg

Veg med slitelag av grus. Se *grus, knust*.

hardhet

1. Beskrivelse av et *bitumens* konsistens, bestemt ved måling av *penetrasjon*.
2. Uttrykk for en støpeasfalts *stabilitet*, målt i mm for inntrykk i prøvestykke med belastet standardstempel under standardiserte betingelser.

hjelpesluk

Sluk hvor overflatevann tas inn i overvannsledning uten *sandfang*. Brukes når plassforholdene gjør det vanskelig å bruke vanlig *sandfang*. Hjelpesluket koples til *sandfang* med kortest mulig ledning (< 5 m), og med så godt fall som mulig.

hulrom

I asfaltdekke betegnelsen på de mellomrom mellom mineralkornene som ikke er fylt med *bindemiddel*. Hulrommet angis i prosent av totalt volum.

humus

Finfordelte, delvis nedbrutte plante- og dyrerester i jord- og *steinmaterialer*.

indeksverdi

Et lags *lastfordelingskoeffisient* (ubenevnt tall) multiplisert med lagtykkelsen (i cm).

inspeksjonskum

Kum som gir atkomst til å inspisere, kontrollere og vedlikeholde ledninger i grunnen.

iskjøving

Utfrysing av fritt tilstrømmende vann.

jevnhet

Uttrykk for hvor mye en overflate avviker fra en plan flate. Måles vanligvis med *rettholt*. På ferdig dekkeoverflate brukes ofte måleutstyr basert på laser og ultralyd.

jevnhet (IRI)

Uttrykk for jevnhet i vegens lengderetning slik denne innvirker på kjørekomforten i et standardisert kjøretøy (personbil). IRI (International Roughness Index) uttrykkes normalt i mm/m.

jordart, kohesiv

Finkornige jordarter (*silt/leire*) der den vesentlige del av skjærstyrken skyldes kohesjon i massene (motsatt: *friksjonsjordart*).

jordart, telefarlig

Jordart som under frysing har evnen til å trekke opp vann kapillært til frostsone.

jordmasser

Løsmasser som består av naturlig forekommende løsavleiringer fra og med *leire* til og med *grusfraksjonen*.

kalk-/sementpel

Søyle av *leire* stabilisert med kalk og sement for å øke aksial- og skjærkapasitet; *permeabiliteten* øker også noe. Kalk og sement blandes inn i bløt *leire* ved hjelp av en rigg med roterende visp som starter på ønsket dyp og trekker vispen opp etter seg ved innblandingen.

klebing

Bruk av bituminøst *bindemiddel* for å sikre god heft mellom nytt asfaltlag og underliggende bundne lag (*asfalt*, betong, Cg).

knust asfalt

Se *asfalt*, *knust* (Ak).

kompaktering

Se *komprimering*.

komprimering

Tilførsel av komprimeringsarbeid (valsing, stamping, annen energi) for å oppnå en bestemt *komprimeringsgrad* / lagringstetthet og *stabilitet* på materialet.

komprimeringsgrad (asfalt)

Forholdet mellom dekkets *densitet* ρ_d i felt og referansedensitet bestemt ved *komprimering* av massen i lab med Marshallstamping. Uttrykkes i prosent.

komprimeringsgrad (steinmateriale)

Forholdet mellom materialets tørre *densitet* i felt og den referansedensitet en standard komprimeringsutførelse i lab, f.eks. *Proctor* (Standard eller Modifisert), gir. Uttrykkes i prosent. Metoden brukes på relativt tette og velgraderte materialer opp til ca. 32 mm *kornstørrelse*. For grove/åpne materialer bestemmes komprimeringsgraden på andre måter.

kontroll

Vurdering av overensstemmelse ved hjelp av observasjon og bedømmelse som følge av målinger, tester og inspeksjoner.

kornform

Karakteristikk av et steinkorns form (rundt, kubisk, langstrakt eller flisig) etter forholdet bredde/tykkelse og forholdet lengde/tykkelse. Se også *flisighetsindeks*.

korngradering

Kornstørrelsesfordeling i et *steinmateriale*. Se *kornkurve*.

kornkurve

Grafisk fremstilling av *korngraderingen* til et *steinmateriale*. Se *siktekurve*.

kornstørrelse

Bestemmes ofte ved slemmeanalyse og/eller sikteanalyse. Se også *siktstørrelse*. Se også *siktstørrelse, maksimal* (D_{maks}). Se også *siktstørrelse, nedre og øvre* (d og D).

krakelering

Uregelmessig sprekkdannelse i form av et rutemønster i overflaten av veg med fast dekke.

krypsetning

Deformasjon, som oftest i vertikal retning, som skjer under tilnærmet konstante *effektivspenninger* over tid. Det er selve kornskjellettet som tar spenningen og som deformeres.

kule mølle

Utstyr til bestemmelse av *steinmaterialers* motstandsevne mot slitasje. Se *mølleverdi* (A_N).

kult

Knuste *steinmaterialer* med *øvre siktstørrelse* i området 90 til 500 mm, f.eks. handelsbetegnelse 22/150 mm.

kulvert

Vanngjennomløp på tvers av vegen med overliggende fylling og åpent inn- og utløp, og lysåpning inntil 2,5 m. Kulvert med lysåpning større enn 2,5 m betegnes som bru. Kulvert med maks. 1 m fri åpning betegnes som *stikkrenne*.

kum (inntakskum)

Konstruksjon som fører vann ned under terrengnivå. Kummer kan være med eller uten lokk og med eller uten *sandfang*. Kummen kan også ha støtteskjold for å stabilisere skråningen rundt kummen. Se også *sandfang*.

kvalitet

Evnen som et sett av iboende egenskaper hos et produkt, et system eller en prosess har til å oppfylle behov og forventninger fra kunder og andre interessenter.

kvalitetsplan

Dokument som fastsetter hvilke prosedyrer og tilhørende ressurser som skal anvendes av hvem og når i et spesielt prosjekt, produkt, prosess eller kontrakt.

lastfordelingskoeffisient

Tallmessig uttrykk for et overbygningsmateriales evne til å fordele *trafikkbelastningene*. I Norge er referansematerialet forsterkningslagsgrus som er gitt lastfordelingskoeffisient = 1,0.

ledningsgrøft

Grøft for rørledninger eller kabler.

leire

Kohesjonsjordart med over 30 masseprosent materiale med *kornstørrelse* i leirfraksjonen (mindre enn 0,002 mm). Se også *jordart, kohesiv*.

lettklinker

Granulært materiale produsert ved oppvarming av *leire* i roterovn ved ca 1200 °C (Leca).

Los Angeles-verdi (LA-verdi)

Uttrykk for et materiales motstandsevne mot mekanisk nedknusing ved prøving i Los Angeles-trommel etter standardisert prosedyre.

lyttébånd

Bånd med metalltråd som skal kunne benyttes til søking etter ledningstrase hvor det kun ligger fiberoptisk kabel. Lyttébånd legges over det midterste røret.

Marshallprøve

Standardisert laboratoriemetode for stabilitetsvurdering av bituminøse masser. Se *flyt* og *stabilitet*. I dagens retningslinjer brukes disse parameterne bare til å bestemme *komprimeringsgrad* og *hulrom* ved proporsjonering.

maskesikt

Sikt av trådduk med like store, kvadratiske åpninger mellom trådene (motsatt: platesikt). Maskesikt brukes for sikt i området fra og med 0,063 mm til og med 4,0 mm.

maskinkult

Se *kult*.

massebalanse

Man har massebalanse når massene tatt ut i veglinja (*uttrauing*, *skjæring*, tunnel) er tilstrekkelig til å fylle behovet for masser til fyllinger. Til *overbygning* forutsettes som oftest bruk av eksterne masser.

materialer, bituminøse

Alle materialer som er forbedret eller stabilisert med *bitumen*, typisk 2-4 %, slik at materialet får en forbedret lastfordelende evne.

materialer, ensgraderte

Løsmasser med *graderingstall* (C_u) under 5.

materialer, mekanisk stabiliserte

Materiale hvor *bæreevnen* er oppnådd ved mekanisk påvirkning (*komprimering*) uten tilsetning av stabiliserende midler som *bitumen*, sement e.l.

materialer, middels graderte

Løsmasser med *graderingstall* (C_u) mellom 5 og 15.

materialer, selvdrenerende

Et materiale er vanligvis selvdrenerende dersom mindre enn 7 % av materialet mindre enn 22,4 mm passerer 63 µm siktet (se også *vannømfintlighet*).

materialer, velgraderte

Gradert materiale med *graderingstall* (C_u) større enn 15.

materialtak

Sted utenfor *vegområdet* hvor det tas ut masser til *overbygningen*.

matjord

Jord til dyrking innen jordbruket, se også *vekstjord*.

micro-Deval-koeffisient (M_{DE})

Mål på *steinmaterialets* motstandsevne mot slitasje. Finnes ved å undersøke materialet med en standardisert metode.

morene

Naturlig forekommende *steinmateriale* som er transportert og avsatt direkte av en bre. Morene er gjerne alle *korntørrelser* til stede.

motfylling

Opplag av masse for å sikre *stabiliteten* i et område.

myk bitumen

Bindemiddel brukt ved fremstilling av mykasfalt. Se også *bitumen*.

mykningspunkt (bitumen)

Måleparameter hos *bitumen*. Refererer til en standardisert målemetode, og angir den temperatur hvor en stålkule av bestemt masse gir en viss deformering av et spesifisert bindemiddelsjikt.

mølleverdi (A_N)

Uttrykk for et materiales motstandsevne mot slitasje ved prøving i *kule mølle*. (A_N = Abrasion resistance, Nordic method)

N, sum ekvivalente 10 tonn aksler

Se *trafikkbelastning*, *N*.

nedre siktstørrelse (d)

Se *siktstørrelse*, *nedre (d)* og *øvre (D)*

ordnet raus

Utfylling og utlegging av sprengstein der hele eller deler (gjerner ytre del) av steinmassen er ordnet og lagt slik at massen blir mer stabil, ofte i samband med erosjonssikring. Se også *rauset plastring*.

overbygning

Den del av vegkroppen som er over *traubunn/planum*. Overbygningen kan bestå av *frostsikringslag*, *filterlag* (ev. *fiberduk*), *forsterkningslag*, *bærelag* og *dekke* (*bindlag* og *slitelag*).

overflatebehandling

Asfaltdekketype som produseres på vegen. Fremstilles ved spredning av flytende *bindemiddel* på vegen med etterfølgende påføring av *pukk* eller *grus*. Ved dobbel overflatebehandling utføres spredning av bindemiddel og pukk/grus to ganger. Ved bruk av grus kalles dekket også for *Ottadekke*.

overgangsplate

Plate som ligger inntil bru. Hensikten er å jevne ut ev. deformasjoner på vegen inntil brua. Overgangsplate kan også ha som funksjon å ta opp horisontalkrefter fra brua.

overheng

Berg som henger ut over grøft eller vegkropp.

overstørrelse

Andel korn i en sortering som er større enn *øvre siktstørrelse (D)*. Også kalt overkorn eller overstein. Mengden angis i masseprosent av det samlede materialet.

overvann

Rennende eller stillestående vann på veggen og i sideterrenget.

overvannsledning

Rør med tette vegger som fører overflatevann fra samlekkummer til naturlig avløp.

Pavement Management System (PMS)

Et planleggingsverktøy for vedlikehold av vegdekker. Systemet brukes av Statens vegvesen bl.a. til oppfølging av tilstanden på vegene gjennom årlige spor- og jevnhetsmålinger, og til kontraktsutlysning for asfaltarbeider.

penetrasjon (bitumen)

Måleparameter for klassifisering av *bitumen*. Penetrasjonen måles etter en standardisert metode, som den dybde en bestemt nål synker ned i et stoff ved bestemt belastning, temperatur og tid. Nedtrengningen angis med et penetrasjonstall, uttrykt i 1/10 mm.

permeabilitet (k)

Uttrykk for et materiales vanngjennomtrengelighet. Angis i cm/s.

planum

Overflaten av *underbygningen*. Kalles også *traubunn*.

platebelastningsforsøk

Metode til bestemmelse av sammenhengen mellom trykk og elastisk deformasjon på et lag i en *vegkonstruksjon*. Brukes til måling av en vegs *E-modul* eller *bæreevne* og til kontroll av *komprimeringsgraden*.

poleringsmotstand (PSV)

For et *steinmateriale* uttrykt ved poleringsverdi (PSV = Polished Stone Value).

polystyren, ekspandert (EPS)

Polystyrenkorn som ved hjelp av damp ekspanderes til plater eller blokker av forskjellig størrelse. Brukes i vegbygging først og fremst til fylling.

polystyren, ekstrudert (XPS)

Smeltet polystyren som under høyt trykk ekstruderes gjennom en dyse til ønsket platetykkelse. Brukes til frostsikring.

porøsitet (n)

Forholdet mellom volumet av luft og vann i en jordartsprøve og prøvens totalvolum. Uttrykkes normalt i %.

Proctor

Metode for bestemmelse av optimalt vanninnhold og høyeste tørrdensitet for jordarter, iht. standardisert prosedyre. Se også *vanninnhold, optimalt*. Metoden har to hovedvarianter:

- Modifisert Proctor: Utføres ved at materialet komprimeres i 5 lag i en standardisert form med en ca. 4,8 kg stamper med ca. 45 cm fri fallhøyde. Spesifikk komprimeringsenergi ved Modifisert Proctor er ca. 2,7 MJ/m³, som er ca. 4,5 ganger større enn spesifikk komprimeringsenergi for Standard Proctor.
- Standard Proctor: Utføres ved at materialet komprimeres i 3 lag i en standardisert form med en ca. 2,63 kg stamper med ca. 30 cm fri fallhøyde. Spesifikk komprimeringsenergi er ca. 0,6 MJ/m³.

proporsjonering

Prosessen med å finne optimale blandingsforhold mellom bestanddelene i et sammensatt materiale, f. eks. *asfalt* og betong, for at de ønskede materialegenskaper skal bli oppnådd («mix design»).

pukk

Knust *steinmateriale* med *sortering* innenfor området 4-90 mm, f.eks. 32/63 mm.

pukk, forkilt (Fp)

Ensgadert *bærelagsmateriale* av *pukk* som er forkilt med *finpukk* for å gi laget økt *stabilitet*.

pukk, penetrert (Pp)

Pukk lag som er sprøytet/penetrert med *bitumen* og forkilt i overflaten ved nedvasking av *finpukk* eller asfalterte materialer.

påhengskrefter

Krefter fra omliggende løsmasser på peler og fundamenter mv. Brukes også om krefter på eksisterende fylling som skyldes breddeutvidelse. Årsaken er gjerne deformasjoner i de omliggende massene.

rauset plastring

Utfylling og opplegging av sprengstein uten noen form for ordning eller tilrettelegging av enkeltstein. Benyttes som erosjonssikring. Se også *ordnet raus*.

remix

Metode for dekkefornyelse der eksisterende *vegdekke* varmes opp før det freses og det tilsettes nytt *binde-middel*. Det tilføres ny asfaltmasse, typisk 25-40 kg/m² for å kompensere for bortslitt masse og justering av *setninger*. Se også *remix pluss*.

remix pluss

Metode for dekkefornyelse som skiller seg fra *remix* ved at alt nytt asfaltmateriale legges som et eget dekke over det freste gamle dekket.

rensk

Fjerning av løs stein i sprengte eller naturlige bergoverflater for å hindre steinnedfall; omfatter også rengjøring før sprengning. Hovedtyper: Vann- eller luftspyling, maskinell rensk og manuell rensk (renskespett m.m.).

responsmåling

Måling fra valsemontert måleutstyr, som gir et relativt mål på *stivheten* til materialet som komprimeres.

rettholt

3-5 m langt bord (linjal) for måling av overflaters *jevnheter*. Til måling av ujevnheter ved skjøter på asfaltdækker brukes ofte 1 m lang rettholt.

samfengt puk

Se *tilslag*, *samfengt*.

sand

Naturlig forekommende *steinmateriale* hvor sandfraksjonen (0,06-2,0 mm) er den dominerende.

sandfang

Kum hvor bunnen ligger 80-100 cm dypere enn utløpsrøret for at *sand*, slam osv. skal holdes tilbake slik at avleiring i *overvannsledningen* unngås. Toppen av kummen er vanligvis utstyrt med slukrist for å ta overflatevann inn i overvannssystemet.

sandfangskum

Kum der bunnen ligger dypere enn utløpsrøret slik at *sand*, slam osv. holdes tilbake og avleiring i utløpsledningen unngås.

setning

Volumreduksjon av løsmasser. Setninger oppstår vanligvis på grunn av lastøkning på løsmassene ved tyngden av fyllinger og konstruksjoner, eller på grunn av poretrykksreduksjon ved grunnvannssenkning eller drenering til tunneler.

separasjon

Utsiktet atskillelse av finere og grovere korn i et materiale som gjør at dette blir mindre homogent.

sidegrøft, dyp

Sidegrøft langs vegen for åpen drenering av overflatevann og *drensvann*.

sidegrøft, grunn

åpen grøft langs vegen for åpen drenering av overflatevann. *Drensvannet* bør samles opp i lukket drenering.

sidetak

Brukes om både massetak og materialtak. Sted utenfor *vegområdet* hvor det tas ut masser til *vegkroppen*.

siktekurve

Kornkurve bestemt ved sikteanalyse.

siktstørrelse

Minste fri maskevidde/åpning (sidekant) i et *maskesikt* eller platesikt som kornet kan passere ved sikting. d_x angir siktstørrelsen ved x % gjennomgang. Se også *siktstørrelse, nedre og øvre (d og D)*.

siktstørrelse, nedre (d) og øvre (D)

Siktstørrelse angitt som grense for en *sortering* (d = nedre siktstørrelse, D = øvre siktstørrelse). Innen visse grenser aksepteres det at materialet har en andel *understørrelse* og *overstørrelse*. Motsetning: Den størrelse som 100 % av materialet er mindre enn, se *steinstørrelse, maksimal*.

silt

Mellomjordart hvor siltfraksjonen (0,002-0,06 mm) er den dominerende.

singel

Naturlig forekommende *steinmateriale* med *sortering* innenfor området 4-80 mm, f.eks. 16/45 mm.

sikring

All bruk av materiell som gir en fysisk beskyttelse av arbeidere og trafikanter.

skjærfasthet, udrenert (c_u)

Fra engelsk: cohesion, undrained (c_u). Skjærspenning ved brudd i finkornige jordarter som følge av hurtig belastning (relativt hurtig belastning slik at porevannet ikke dreneres ut).

skjæring

Utgraving i opprinnelig terreng begrenset av skjæringsskråning og vegens *planum*.

skråning

Areal langs veg bestående av løsmasse, omfatter løsmasseskjæring (skjæringsskråning) og fyllingskråning.

skumbitumen

Oppvarmet *bitumen* som er midlertidig skummet ved tilsetting av små mengder vann. Teknikken brukes ved *bitumenstabilisering* og produksjon av skumgrus (Sg) og lavtemperaturprodusert asfalt.

skumglass

Produkt til frostsikring og lett fylling, basert på glassavfall som gjennom en industriell prosess omdannes (skummes) til granulater med karakteristisk *sortering* ca. 10/60 mm og løs romvekt (bulkdensitet) ca. 180-250 kg/m³.

slitelag

Det øverste laget i et *vegdekke*. Settes sammen / beregnes for å kunne oppta trafikk- og klimapåkjenninger.

sortering

Siktet *steinmateriale* angitt ved nedre og øvre siktstørrelse (d/D). Se også *siktstørrelse, nedre og øvre (d og D)*. En sortering kan, i motsetning til en *kornfraksjon*, inneholde *overstørrelser* og *understørrelser*.

sprengt stein

Utsprengte bergmasser uten spesielle krav til bearbeiding eller *sortering*.

sprengt stein, sortert

Utsprengte bergmasser som har gjennomgått en enkel bearbeiding for å sikre at maks. *steinstørrelse* er i henhold til angitte krav, eventuelt også at overskudd av *finstoff* er fjernet.

stabilisering

Forbedring av et materiales byggetekniske egenskaper ved mekanisk bearbeiding og/eller tilsetning av for eksempel *bitumen*, kalk eller sement.

stabilitet

Materialers evne til å motstå forskyvninger og *setninger* ved dynamiske og/eller statiske belastninger. Uttrykkes ved *E-modul*, CBR- verdi, Marshallverdi (se *Marshallprøve*) mv.

steinmateriale

Fellesbetegnelse for naturlig oppdelt eller maskinelt knust bergartsmateriale (som brukes ved vegbygging), så som *filler, grus, kult, pukk*, rundkamp, sams grus, sams pukk, *sand, singel*, steinmel.

steinstørrelse, maksimal (D_{maks})

D_{maks} er den steinstørrelse som 100 % av et materiale er mindre enn. Også kalt største steinstørrelse.

stikkrenne

Vanngjennomløp på tvers av vegen med maks. 1 m fri åpning. Inn- og utløp kan være åpne, men kan også være knyttet til inn- og utløpskonstruksjoner som *kummer* og støtteskjold.

stivhet (asfalt)

Uttrykk for et asfalmateriales stabilitetsegenskaper. Forholdet mellom *stabilitet* og *flyt* målt på *Marshallprøve*.

styrkeindeks (SI)

Summen av *indeksverdiene* for alle lag i en *vegoverbygning* ned til *grunnen/underbygningen*.

subbus

Sikterest fra sprengte og/eller knuste *steinmaterialer* etter at de *ønskede kornfraksjoner* er tatt ut.

telefarlig jordart (undergrunn)

Se jordart, telefarlig.

telefarlig materiale (overbygning)

Overbygningsmateriale som på grunn av høyt innhold av de fineste *kornfraksjoner* anses som telefarlig og/eller vannømfintlig. Se *telefarlighet* og *vannømfintlighet*.

telefarlighet

Egenskap ved jordarter og *steinmaterialer* som på grunn av høyt innhold av de fineste kornfraksjoner medfører dannelse av islinser ved innfrysing med tilgang på vann. Man kan dermed få telehiv, og nedsatt bæreevne ved opptining. Se også telefarlighetsgrad og *vannømfintlighet*.

telehiv

Løfting som følge av frost og påfølgende teledannelse i underliggende *telefarlige jordarter*.

teleløsning

Den periode hvor telen går ut av *vegkroppen* (islinser smelter), og hvor *bæreevnen* er på sitt laveste.

teleskader

Skader på vegen pga. *telehiv* og/eller nedsatt *bæreevne* i *overbygningen* pga. smeltevann som ikke har fritt avløp i teleløsningsperioden.

terrenggrøft (overvannsgrøft)

Grøft langs vegen utenfor skjæringstoppen eller fyllingsfoten for avskjæring og bortledning av vann.

tilbakefylling

Tilbakefylte masser fra grøftebunn til tilbakefyllingens toppunkt (der tilbakefyllingen treffer *skjæringen*).

tilsetningsstoffer

Fellesbetegnelse for materialer som tilsettes som del av eller i tillegg til et *bindemiddel* for å forbedre eller forandre egenskaper ved det ferdige laget.

tilslag

Fellesbetegnelse for granulært materiale som brukes i *asfalt*, betong og sementstabiliserte materialer, eller i ubunden form.

tilslag, fint

Betegnelse for *tilslag* der d er lik 0 og D er mindre enn eller lik 4 mm

tilslag, grovt

Betegnelse for *tilslag* der d er større enn eller lik 1 og D er større enn eller lik 4 mm

tilslag, resirkulert

Tilslag fra bearbeiding av materialer tidligere brukt i bygg- og anleggsbransjen eller fra restbetong. Se *asfalt, knust (Ak)*, *gjenbruksbetong* og *gjenbruksasfalt*.

tilslag, samfengt

Blanding av grovt og fint *tilslag*. d er 0, D er større enn eller lik 4 mm.

tolking av rør

Trekke en tolk gjennom et nylagt rør. En tolk er en kule eller annet med utvendig mål tilsvarende minimum innvendig lysåpning for røret. Tolken har trekketau i hver ende, slik at den kan trekkes tilbake hvis rørdeformasjonen er for stor.

toppmasser

Kalles også vegetasjonsdekke. De massene der det meste av biologisk aktivitet foregår. Inneholder frø og plantedeler som kan spire.

trafikkbelastning (N)

N er lik summen av ekvivalente 10 tons aksler pr. felt i *dimensjoneringsperioden* og er den trafikkbelastning som vegen beregningsmessig skal tåle.

trafikkgrupper

Inndeling av *trafikkbelastning (N)* i grupper (trafikkgruppe A til F) som funksjon av sum ekvivalente 10 tons aksler i *dimensjoneringsperioden*.

trafikkmengde

Se *årsdøgntrafikk (ÅDT)*. Se også *årsdøgntrafikk, tunge (ÅDT-T)*.

traubunn

Se *planum*. (Traubunn brukes ofte om planum i skjæring.)

underbygning

En fellesbetegnelse for *undergrunn, forbedret* og fylling opp til *planum*.

undergrunn

Eksisterende masser i grunnen. Se også *undergrunn, forbedret*

undergrunn, forbedret

Eksisterende masser i grunnen, som gjennom bearbeiding, ev. ved tilsetning av materialer, får en forbedret styrke i forhold til opprinnelig styrke. Eksempler på tiltak kan være *komprimering*, senking av grunnvannstanden, stabilisering av leire ved innblanding av kalk. Formålet er å oppnå en redusert tykkelse på nødvendig overbygning. Se også *grunnforsterkning med lokale materialer*.

understørrelse

Andel korn i en sortering som er mindre enn nedre siktstørrelse (d). Også kalt underkorn eller understein. Mengden angis i masseprosent av det samlede materialet.

utkiling

Kileformet endring i tykkelsen til et lag i vegoverbygningen. Utkilingen tilpasses overgangen mellom undergrunnsmaterialer i ulike bæreevnegrupper eller i overgangen mellom materialer som kan forårsake ulikt telehiv eller ulike setninger.

uttrauing

Uttak av løsmasser i eksisterende terreng for å gi plass til *overbygningen*. Dersom eksisterende terreng er høyere enn ferdig veg, betegnes uttaket som *skjæring*.

vanngjennomløp

Rom eller tverrsnitt hvor vannet beveger seg under eller gjennom en konstruksjon.

vanninnhold

Vanninnholdet i et materiale angitt i masseprosent av tørrstoffmengden.

vanninnhold, optimalt

Det *vanninnhold* et materiale må ha for å gi størst tørrdensitet ved en gitt komprimeringsenergi. Ved *komprimering* i felt vil det gunstigste vanninnhold avhenge av komprimeringsutstyret, og ofte være forskjellig fra det optimale målt ved for eksempel Proctorforsøk i laboratoriet. Se *Proctor, Standard* og *Proctor, Modifisert*.

vannømfintlighet

Stabilitetsegenskap ved påvirkning av vann. Et materiale er vanligvis vannømfintlig dersom minst 7 % av materialet mindre enn 22,4 mm passerer 63 µm siktet. (Se også *materialer, selvdrenerende*.)

vedheftningsmidler

Stoff som tilsettes et bituminøst *bindemiddel* for å bedre vedheftningen til *steinmaterialet*. Se *amin*.

vegdekke

Den øverste del av *overbygningen*. Består vanligvis av et *slitelag* og et *bindlag*.

vegfundament

Alle lag i *vegoverbygningen*, minus *vegdekke*.

vegfylling

Oppfylling på opprinnelig terreng begrenset av fyllingskråning og vegens *planum*.

vegkonstruksjon

Summen av alle elementer som inngår i vegen, dvs. *underbygning, overbygning*, samt konstruksjoner av kompletterende karakter som rekkverk, avvannings-system osv.

vegkropp

Vegens *overbygning* og *underbygning*.

vegområde

Område som eies eller forvaltes av vegmyndigheten. Omfatter vegbane og sideområde inkludert sideanlegg.

vegutstyr

Utstyr (objekter) som settes opp eller monteres på eller langs veg, på sideanlegg, eller andre steder i *vegområdet* og som tjener trafikkreguleringsmessige, trafikksikkerhetsmessige, informasjonsmessige eller servicemessige formål.

vertikaldren

Vertikalt installerte dren som installeres i setningsgivende løsmasser for å påskynde *setningene* slik at *overbygning* og fundamenter kan bygges tidligere og med mindre fare for *setninger* i etterkant. Ofte i kombinasjon med *forbelastning*.

vis (til kantstein)

Nivåforskjell som kantsteinen danner; dvs. den delen av kantsteinens forside som er synlig. Det vil si at man har nivåforskjell mellom dekket og topp kantstein.

viskositet, dynamisk

Egenskap ved væske som flyter eller utsettes for flyt. Uttrykker forholdet mellom spenningen og hastighetsgradienten (forandring av hastighet per lengdeenhet).

viskositet, kinematisk

Dynamisk viskositet dividert med væskens densitet.

øvre siktstørrelse (D)

Se *siktstørrelse, nedre (d)* og *øvre (D)*

årsdøgntrafikk (ÅDT)

Det totale antall kjøretøy som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, dividert med 365.

årsdøgntrafikk, lange (ÅDT-lange)

Det totale antall kjøretøy (med registrert total lengde, inkl. ev. tilhenger, > 5,5 meter) som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, dividert med 365.

årsdøgntrafikk, tunge (ÅDT-T)

Det totale antall tunge kjøretøy (med registrert/tillatt totalvekt > 3,5 tonn) som passerer et snitt av en veg i løpet av ett år, dividert med 365.



www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker

ISBN 978-82-7207-723-4

Trygt fram sammen