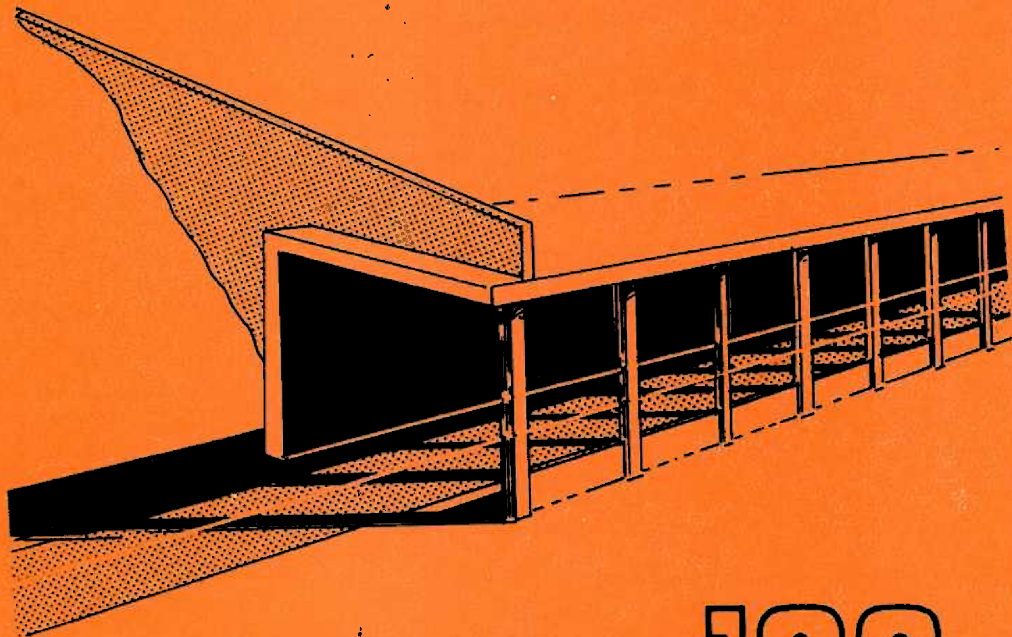


Bruprosjektering – 16

SKREDOVERBYGG



'89



STATENS VEGVESEN

Bruprosjektering – 16

SKREDOVERBYGG



STATENS VEGVESEN

HÅNDBØKENE I STATENS VEGVESEN

Dette er en håndbok i vegvesenets interne håndbokserie – en samling fortløpende nummererte publikasjoner som først og fremst skal tjene som praktiske hjelpemidler for den enkelte tjenestemann ved utførelse av de ulike arbeidsoppgaver innen etaten.

Det er den enkelte fagavdeling innen Vegdirektoratet som har hovedansvaret for utarbeidelse og ajourføring. De daglige fellesfunksjoner som utgivelse av håndbøker fører med seg, blir ivaretatt av det sentrale håndboksekretariat.

Vegvesenets håndbøker utgis på 3 nivåer:

- Nivå 1 – Grå bunnfarge på omslaget – omfatter Lover, Avtaler og Forskrifter som godkjennes av overordnet myndighet eller av Vegdirektoratet etter fullmakt.
- Nivå 2 – Oransje bunnfarge på omslaget – omfatter Normaler og Retningslinjer som godkjennes av Vegdirektoratet.
- Nivå 3 – Blå bunnfarge på omslaget – omfatter Veiledninger, Lærebøker og Vegdata – som godkjennes av Vegdirektoratets avdelinger.

Normaler: Beskrivelse av administrativ eller teknisk fremgangsmåte fastlagt som normal utførelse. Det angis i hvert enkelt tilfelle hvem som kan gi dispensasjon fra beskrivelsen.

Bruprosjektering - 16
SKREDOVERBYGG
Nr. 100 i vegvesenets håndbokserie
Skrift: Helvetica 9/10
Opplag: 1500
Sats og trykk: GPG Sats & Trykk A/S
ISBN 82-7207-257-2

FORORD

I dette heftet er det samlet en del regler og forslag vedrørende prosjektering av skredoverbygg. Hensikten med heftet er å angi hvilke laster et overbygg skal dimensjoneres for. Videre inneholder heftet forslag til konstruktive løsninger.

Håndboksettet Bruprosjektering nr. 100 består av 16 hefter. Heftene blir utgitt enkeltvis etterhvert som de blir ferdige. Alle heftene blir sendt de faste abonnentene på håndboksettet.

Abonnement kan bestilles.

Vegdirektoratet
1989

INNHold

Seksjon	Side
16 SNØ- OG SKREDOVERBYGG	7
160. GENERELT	7
161. LASTER OG LASTVIRKNINGER	7
.1 Lasttyper	7
.2 Vertikal snølast	8
.3 Friksjonskrefter fra skred	9
.4 Avbøyningskrefter	10
.5 Skredtrykk, ledevegger	12
.6 Jordtrykk	12
.7 Klassifikasjon av laster	14
.8 Dimensjonerende lastvirkninger	15
162. STABILITET	15
163. TVERRPROFILET	15
164. FJELLBOLTER/FORANKRING	16
165. TRAFIKKSIKKERHET	16
.1 Kjøreforhold	16
166. KONSTRUKSJONSFILOSOFI	17
.1 Materialvalg	17
.2 Materialkvaliteter	18
.3 Prefabrikerte betongelementer	19
.4 Terreng, fundamenteringsforhold, konstruksjonstyper	19
167. KONSTRUKTIVE DETALJER	22
.1 Søyler	22
.2 Vann, drenering	23
.3 Gruspute	25
.4 Fuger	27
.5 Takavslutning	28
.6 Portaler, ledemurer	29
.7 Vegg luftside, utforming	29
168. BEREGNINGSPROSEDYRE	30
169. ARMERINGSFØRING, EKSEMPLER	32
170. LITTERATUR/REFERANSELISTE	34

Symbolbruk

p_n	last normalt på flate, n = normalt n
p_s	plast fra snø på overbygget, s = snø
p_i	skredlast, i = lavine (skred)
τ	friksjonslast fra skred
p_a	avbøyningskraft a
α_c	bruddplanets vinkel, (Coulombvinkel)
d_i	tykkelse av skredlag, se fig.161.2 I
d_s	tykkelse av avlagret snølag, se fig.161.2
d_j	tykkelse av jordlag
γ_i	tyngdetetthet skredmasser
γ_s	tyngdetetthet avlagret snø
γ_j	tyngdetetthet jord
h_e	ekvivalent jordhøyde
μ	friksjonskoeffisient
g	tyngdeakselerasjon

16. SNØ- OG SKREDOVERBYGG

160. Generelt

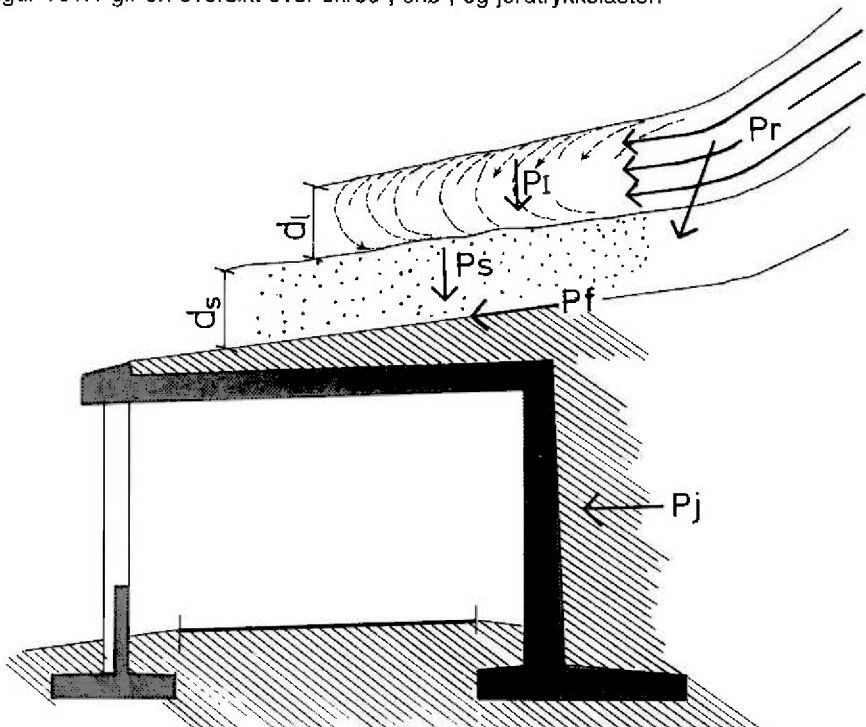
Skredoverbygg er kostbare konstruksjoner, og før slike bygges bør det undersøkes om det finnes alternative sikringsmetoder og om lengden av overbygg kan reduseres ved terrengtiltak. Utforming og dimensjonering av terrengtiltak er behandlet i Håndbok-018 - Vegbygging - kap. 12, snøsikring.

Skredoverbygg dimensjoneres for en levetid tilsvarende bruer, og ved dimensjoneringen bør en ta utgangspunkt i dimensjonerende laster for et skred med en returperiode på 20 år.

161. Laster og lastvirkninger

161.1 LASTTYPER

Figur 161.1 gir en oversikt over skred-, snø-, og jordtrykklaster.



Figur 161.1 Definisjon av tykkelse på snø- og skredlag samt notasjon for snø-, skred- og jordtrykklaster

- d_1 - Tykkelse på skredlaget
- d_s - Tykkelse på avlagret snø
- p_1 - Vekt av skredsnø
- p_s - Vekt av avlagret snø
- p_f - Friksjonslast
- p_r - Avbøyningslast
- p_j - Jordtrykk

Snøtrykket er en hvilende last som virker på overbyggets tak og eventuelt yttervegg. Den kan dessuten gi tillegg til jordtrykket. Dette trykkets virkning er også avhengig av overbyggets form og plassering.

Skredtrykket er en dynamisk last som virker på overbygget. Som oftest virker skredtrykket i tillegg til jordtrykket og snøtrykket, men det kan også være den eneste opptredende snølast.

Ved dimensjonering av skredoverbygg kan en velge mellom fire lasttyper. For tre av disse typene har vi gitt karakteristiske laster. Det er ikke angitt laster for den fjerde lasttypen. Denne lasttypen velges dersom de lastene en kommer fram til avviker så sterkt fra de tre faste lasttypene at man ikke finner det forsvarlig å nytte noen av lasttypene. I den siste lasttypen hører også overbygg som må beregnes for steinskredlaster.

Arbeidsgang ved valg av lasttype:

- 1 Konstruksjonsutforming og terrengbearbeiding foreslås.
- 2 Opplysninger om tidligere skred kombineres med teoretiske beregninger av skredlaster.
- 3 Resultatene sammenholdes med de faste lasttypene. Man velger den lasttypen som representerer de gitte laster best.
- 4 Dersom man finner det riktig å dimensjonere overbygget for spesielle laster, fastlegges disse i samråd med Vegdirektoratet.

Skredoverbygg vil være i en særstilling når det gjelder mulighetene for store lastoverskridelser. Konstruktøren må analysere hvordan et eventuelt brudd i konstruksjonen vil utvikle seg og eventuelt treffe tiltak for å hindre et uønsket bruddmønster.

161.2 VERTIKAL SNØLAST

Den vertikale snølasten er summen av tidligere avlagret snø og vekten av skredsnøen, se figur 161.2.

Mengden av snø som blir avlagret på taket er avhengig av snøskredenes størrelse og utformingen av terrenget like ovenfor overbygget. Vanligvis er tykkelsen på skredlaget mellom 1 m og 3 m. Der terrenghelningen avtar kan imidlertid tykkelsen på strømningslaget øke samtidig som tidligere avlagrede masser kan føre til opphopning av snø på taket av overbygget. Det er imidlertid sjelden at tykkelsen av avlagret snø overstiger 6,0 m.

Tyngdetettheten av tidligere avlagret snø kan anslås til $6,0 \text{ kN/m}^3$ og for skredmassene til $5,0 \text{ kN}^3$.

Figur 161.2 gir en oversikt over de dimensjonerende tykkelser på snølagene og vertikale snølaste for hver lasttype.

Lasttype	Avlagret snø		Skredlaget	
	tykkelse d (m)	Last P_s (kPa)	tykkelse d (m)	Last P_1 (kPa)
1	2,0	12	1,5	7,5
2	3,0	18	2,0	10,0
3	5,0	30	3,0	15,0

Fig. 161.2 Dimensjonerende tykkelser på snølag og vertikale snølaste

161.3 FRIKSJONSKREFTER FRA SKRED

Når skredet passerer overbygget vil det bli overført friksjonskrefter til taket av overbygget. Friksjonskreftene beregnes som produktet av vekten av snøskredlaget og en friksjonskoeffisient, se figur 161.3.

Lasttype	Friksjonsflate skred/avlagret snø		Friksjonsflate skred/bart overbygg	
	Friksjonskoeffisient	Last P_i (kPa)	Friksjonskoeffisient	Last P_i (kPa)
1	0,3	2,3	0,4	3,0
2	0,3	3,0	0,4	4,0
3	0,3	4,5	0,4	6,0

Fig. 161.3 Friksjonskoeffisient og friksjonslaste

Friksjonskreftene regnes å virke over bredden b . (Se figur 161.4.) Friksjonskrefter på jordmassene til side for overbygget tas beregningsmessig vare på gjennom jordtrykket.

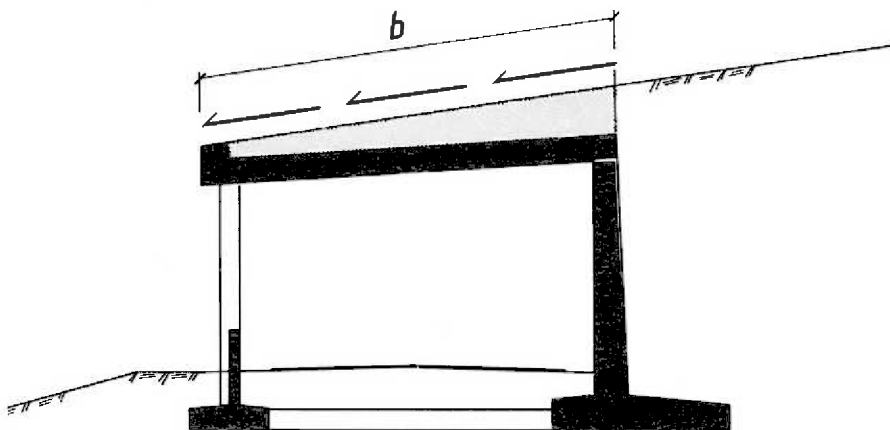


Fig. 161.4 Friksjonskreftenes virkeflate

161.4 AVBØYNINGSKREFTER

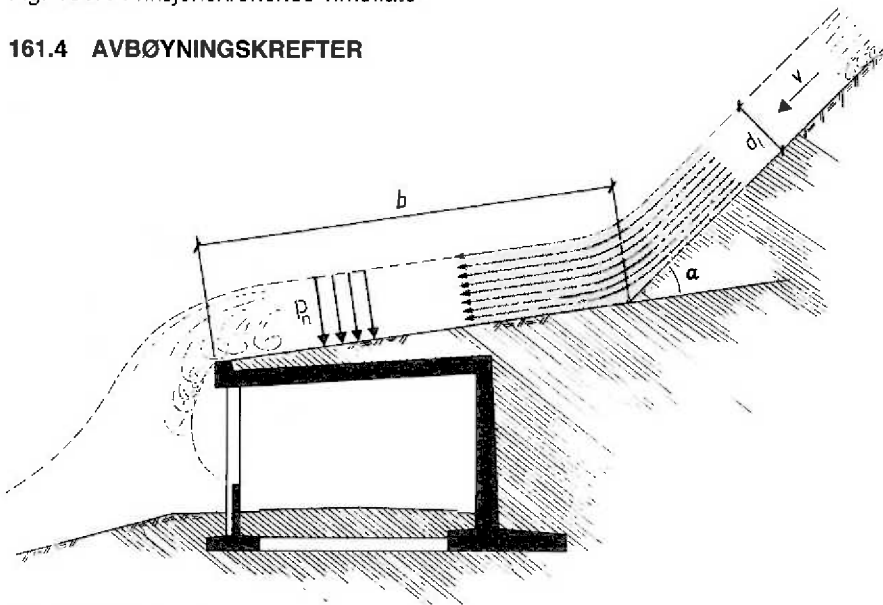


Fig. 161.5 Avbøyningskrefter

Avbøyningskreftene kan bestemmes ved hjelp av impulssetningen. Forenklet kan kreftene regnes som jevnt fordelt last over bredden b , se figur 161.7. Skredhastighet og skredtykkelse settes lik før og etter avbøyning. En forenklet formel for avbøyningskraft er gitt i 161.1:

$$(161.1) \quad p_n = \frac{v^2 Y_1 d_1 \sin \alpha}{g \cdot b}$$

Skredets hastighet kan beregnes på grunnlag av skredbanens form og antagelser om skredets størrelse. Hastighetene for skred i lasttype 1 og 2 kan også anslås på grunnlag av verdier oppgitt i figur 161.6. Terrenghelningen i denne figuren er gjennomsnittlig helling siste 100 m høydeforskjell før overbygget.

Terrenghellning (°)	Skredhastighet v (m/s)
15	15
20	20
30	25
40	30

Fig. 161.6 Antatt skredhastighet i forhold til gjennomsnittlig terrenghellning i 100 m høydeforskjell ovenfor overbygget

I de tilfellene skredene er så store at lasttype 3 eller 4 velges, bør skredhastigheten beregnes spesielt.

Avbøyningskreftene fordeles jevnt over bredden b , regnet fra knekkpunktet i terrengprofilen, og til ytterkant av overbygget. Hvis $b \geq 20$ m tas det ikke hensyn til avbøyningskreftene, se fig. 161.5.

Avbøyningskreftene vil også føre til økt friksjonslast på taket. Ved beregning av denne brukes den samme friksjonskoeffisient som for friksjonslast på grunn av skredet, pkt. 161.3.

Avbøyningslastene skal ikke overstige verdiene gitt i figur 161.7 for de forskjellige lasttypene.

Lasttype	Vertikal avbøyningslast	Horisontal avbøyningslast
	P_{vr} (kPa)	P_{fr} (kPa)
1	5	2
2	7,5	3
3	10	4

Fig. 161.7 Maksimal avbøyningslast for de enkelte lasttyper

161.5 SKREDTRYKK, LEDEVEGGER

Når et skred støter mot en vertikal vegg overføres det et trykk mot veggen for å endre retningen på skredmassene. Trykket er avhengig av skredmassens tetthet, hastighet og avbøyningsvinkel. Erfaring har vist at ved avbøyningsvinkler over 15-20° kan skredmassene slå over ledeveggene. Det anbefales ikke å bygge ledevoller med større vinkel enn 15-20° i forhold til skredretningen. 30° må anses som maksimalvinkel.

Det anbefales å beregne avbøyningslasten som en jevnt fordelt last som produktet av tettheten og kvadratet av hastighetskomponenten normalt veggen.

$$(161.2) \quad p_n = \frac{\gamma v^2 \sin^2 \alpha}{g} \quad [\text{kPa}]$$

Skredhastigheten beregnes separat eller velges på grunnlag av figur 161.8, og minimum avbøying for beregningene settes lik 15°. Minsteverdier for beregning av skredtrykk for de enkelte lasttypene kan også finnes av figur 161.8.

Lasttype	P_n (kPa)
1	15
2	20
3	25

Fig. 161.8 Minsteverdier for skredtrykk mot vertikal ledevegg

161.6 JORDTRYKK

Skredoverbygg skal dimensjoneres etter den geotekniske modellen i Håndbok 100-03-Støttemurer av 1985.

Massene bak skredoverbygget dreneres. Jordtrykkskoeffisientene finner i figur 161.9.

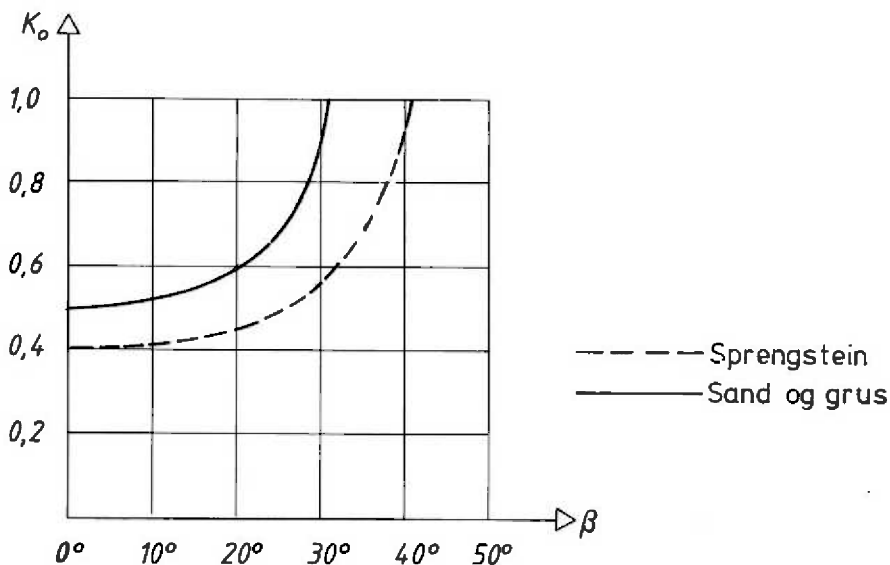


Fig. 161.9 Jordtrykkskoeffisienter

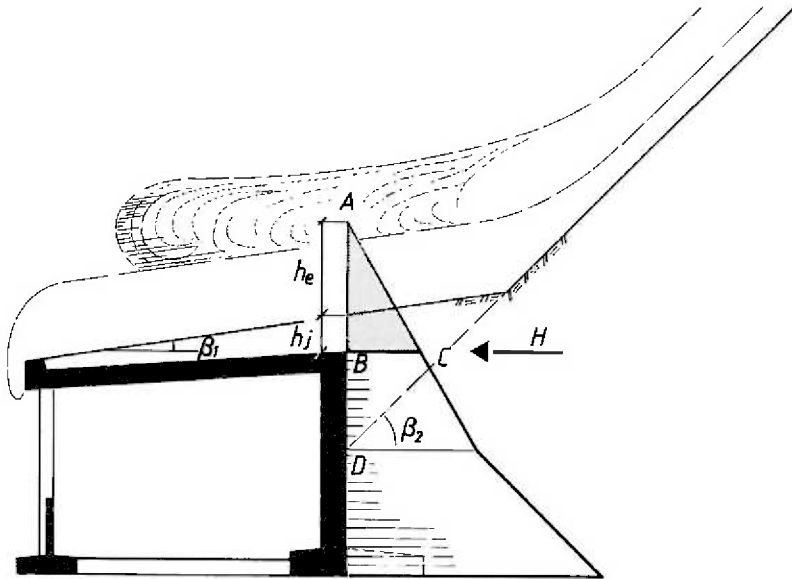
Jordtrykkskoeffisient tilhørende β_1 og β_2 benyttes henholdsvis over og under punkt D, se figur 161.10.

Snølastene bak overbygget representeres ved en ekvivalent jordhøyde.

$$(161.3) \quad h_e = \frac{1}{\gamma_j} (p_s) + \frac{1}{2} p_i \quad [\text{m}]$$

Verdier for p_s og p_i er gitt i fig. 161.2.

Jordtrykkslasten representert ved trekanten ABC regnes å angripe i pkt.B. Friksjonslast på massene bak skredoverbygget tas vare på gjennom denne jordtrykkslasten, (se figur 161.5).



Figur 161.10 Jordtrykk

161.7 KLASSEFIKASJON AV LASTER

Det henvises til Lastforskrifter for bruer og ferjekaier, ref. (1) og figur 161.1 og 161.11.

PERMANENTE LASTER	
Egenlast	G
Last fra gruspute	G
Vanntrykk	N = naturlast
Jordtrykk	N
VARIABLE LASTER	
Vertikal snølast	N
Friksjonslaster fra snø	N
Avbøyningslaster fra skred	N
Vindlast	N
Temperaturlast	D = Deformasjonslast

Fig. 161.11 Klassifikasjon av laster

161.8 DIMENSJONERENDE LASTVIRKNINGER;

Dimensjonerende lastvirkninger i bruddgrensetilstanden bestemmes ut fra de lastkombinasjoner og -koeffisienter som er gitt i figur 161.12.

Den ugunstigste av følgende kombinasjoner legges til grunn for dimensjoningeringen:

- Kombinasjon a

Permanente laster samtidig med den ugunstigste av de variable lastene.

- Kombinasjon b

Permanente laster samtidig med ugunstigste kombinasjon av de variable lastene.

Kombinasjon	Permanente laster			Variable laster
	Jordtrykk	Deformasjonslast	Øvrige laster	
a	1,0	1,0	1,2	$1,6 Q_1$
b	1,0			$1,3Q_1 + 0,8 Q_n$

Fig. 161.12 Lastkombinasjoner og -koeffisienter for bruddgrensetilstanden

Q_1 : Den variable last som er ugunstigst for den lastvirkning som gjelder.

Q_n : Øvrige variable laster som er ugunstige for lastvirkningen.

Skredlast og last fra avlagret snø regnes som uavhengige variable laster, se ellers ref. (1).

Deformasjonskontroll kan oftest sløyfes, eventuell kontroll foretas i bruksgrensetilstanden.

162. Stabilitet

Stabilitetsanalysen skal være i samsvar med prinsippene angitt i kapittel «Støttemurer, Bruprosjektering - 03» eller andre anerkjente prinsipper, se ref. (7).

163. Tverrprofilet

Tverrprofilet er definert i figur 163.1. Dersom det er aktuelt å montere lysarmatur, må man ta hensyn til at dette vil bygge ca. 0,3 m. Armaturen bør plasseres i senterlinjen for å gi god optisk føring. Fri høyde skal være minst 4,70 m.

Takplatens helling velges slik at man oppnår god terrengtilpasning av overbygget, og dermed reduserer avbøyningskreftene.

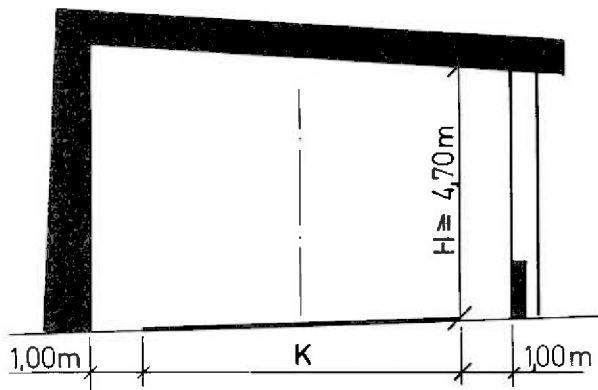


Fig. 163.1 Tverrprofil

K: Kjørebanebredde inkludert eventuell breddeutvidelse

H: Minste fri høyde

164. Fjellbolter/forankring

I bruksgrensetilstanden skal stabilitetskriteriene i pkt. 162 være oppfylt uten bruk av fjellbolter. Man ser da bort fra skredlastene. Ellers vises det til bruavdelingens veiledning for bruk av fjellbolter, se ref. (10).

165. Trafikksikkerhet

Skredoverbygg skal primært sikre trafikantene mot skred. Skredsikring av vegstrekninger vil også hindre at vegen må stenges i perioder med stor skredfare.

165.1 KJØREFORHOLD

I flere tilfeller har man kunnet registrere et økende antall ulykker etter sikring av en vegstrekning. Ulykkene har ofte sammenheng med vanskelige lysforhold kombinert med glatt eller ujevn vegbane i overbyggene.

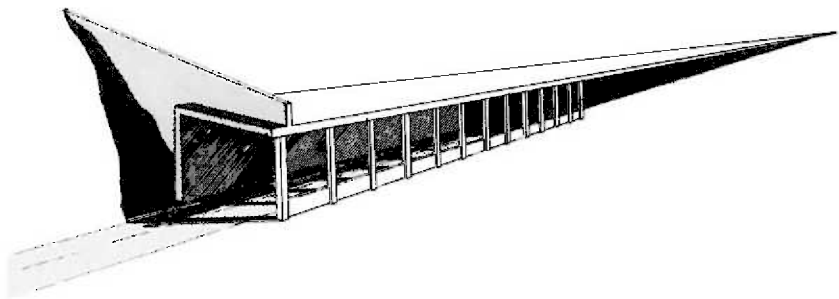


Fig. 165.1 Lysforhold, veggutforming på luftsiden

Ved utforming av overbygg bør man legge vekt på å få til gode lysforhold og samtidig unngå at vann og snø trenger inn i overbygget. Dersom terrenghelningen er større enn 1:3 nedenfor overbygget, kan god belysning oppnås ved å benytte søyler i vegg på luftsiden av overbygget. For å redusere problemene med vann og snø som trenger inn i overbygget anbefales det å tette åpningen mellom søylene inntil ca. 2,0 m over kjørebanelen.

Der terrenghelningen nedenfor overbygget er mindre enn 1:3 bør det bygges hel vegg på luftsiden. Tilfredsstillende lysforhold kan oppnås ved kunstig belysning, valg av gjennomskinnelige materialer i vegg, eller åpne spalter i øvre del av vegg.

Om våren er det som oftest varmere utenfor overbygget enn inne i dette. Smeltevann vil derfor kunne fryse til is hvis det renner inn i overbygget. God drenering vil hindre dette.

166. Konstruksjonsfilosofi

Det er uråd å bestemme de lastene et skredoverbygg vil bli utsatt for. Under ekstreme forhold kan vi få helt andre skredlaster enn de det er rimlig å anta.

Det er derfor viktig å utforme konstruksjonen og omgivelsene slik at ekstreme skred kan gli mest mulig uhindret over skredoverbygget. Man må forsøke å unngå avbøyning nær eller på selve overbygget. Ledevegger bør derfor plasseres parallellt med skredstrømmen.

166.1 MATERIALVALG

Skred gir få men ekstreme dynamiske laster. Overbyggene skal ofte tilpasses til fjelloverflater i form av skjæringer eller tunnelpåhogg. Plasstøpte monolittiske betongkonstruksjoner har vist seg å være best egnet.

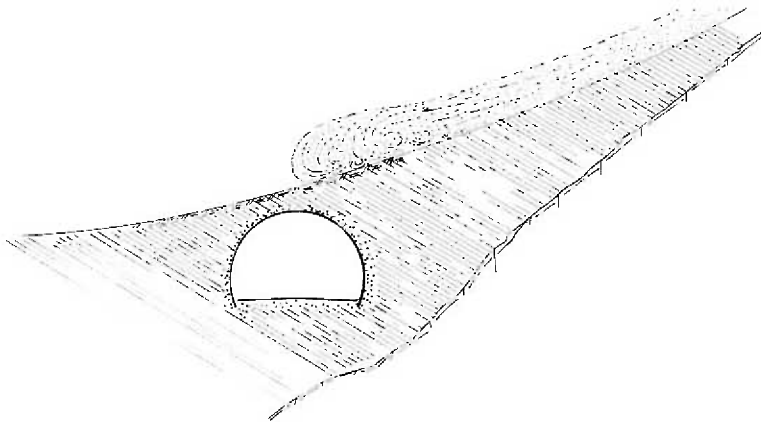


Fig. 166.1 Nedfylte hvelvkonstruksjoner

I noen tilfeller vil det være aktuelt å fylle ned hele overbygget. Kreftene som virker på konstruksjonen kan da bli slik at det kan være riktig å velge en hvelvkonstruksjon. Dersom man har egnede masser og et lite korrosjonsfarlig miljø, har det vist seg at stålhvelv kan konkurrere i pris.

166.2 MATERIALKVALITETER

Vannnett betong:	C45
Armering:	K400 TS, K500 TS

Betongoverdekning

Overdekningen velges i samsvar med gjeldende regler for bruer.

Konstruksjonsdel	Overdekning i mm
Overbygning, søyler	40
Fundament	50
Overkant takplate med gruspute	40
Overkant takplate uten gruspute	55
Vannrenner	55

Fig. 166.2 Betongoverdekning

Ved bruk av blandingssement, silika etc. vises til gjeldende rundskriv for Statens Vegvesen.

166.3 PREFABRIKERTE BETONGELEMENTER

Det er vanskelig å få til gode monolittiske forbindelser mellom elementene. I praksis har det vist seg at rene elementbygg er uegnet til å ta skredlaster. Riktig valg av elementtype, oppspenning og god detaljutforming kunne trolig gi mer positive erfaringer. Innendingene mot betongelement er ikke gyldige når konstruksjonen skal fylles ned.

Det vil også være aktuelt å bruke prefabrikerte betongelement som forskalingsselement. Disse inngår som en del av den ferdige konstruksjonen. Den plasstøpte delen av konstruksjonen sikrer monolittiske forbindelser.

166.4 TERRENG, FUNDAMENTERINGSFORHOLD, KONSTRUKSJONSTYPER;

Fundamenteringsforhold og mulighetene for å ta opp horisontalkrefter fra skred og eventuelt jordtrykk vil avgjøre valg av konstruksjonstype. Løsmasser med dårlig bæreevne krever stor «baklab» og store fundamentflater.

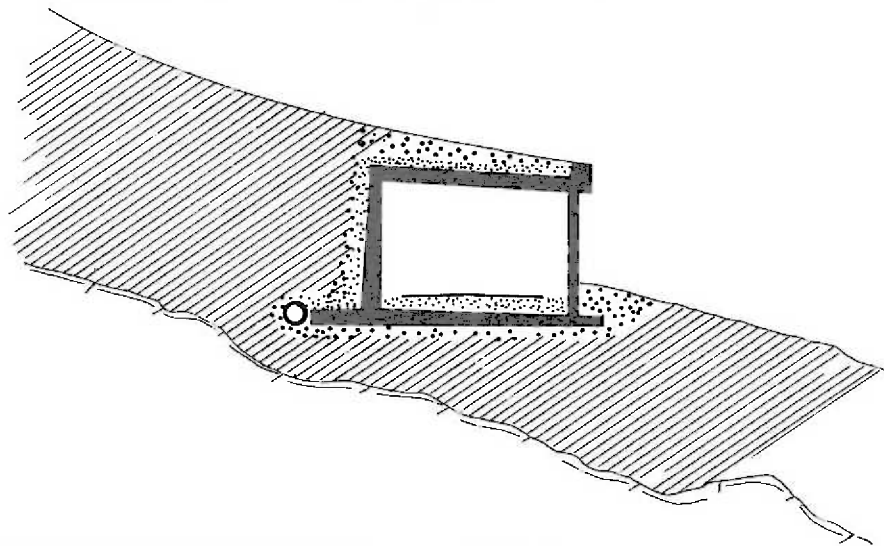


Fig. 166.3 Fundamentering på løsmasser med dårlig bæreevne

Dersom løsmassene har god bæreevne, så kan fundamentflatene reduseres. Ofte velger man likevel å beholde tverrstag mellom fundamentene for å sikre stabilitet. Et tilsvarende system blir gjerne benyttet dersom den ene fundamentstrengen fundamenteres på fjell og den andre på løsmasser. Ved dimensjonering av konstruksjonen må man være merksom på den kraftomlagring som skjer når et fundament forskyves.

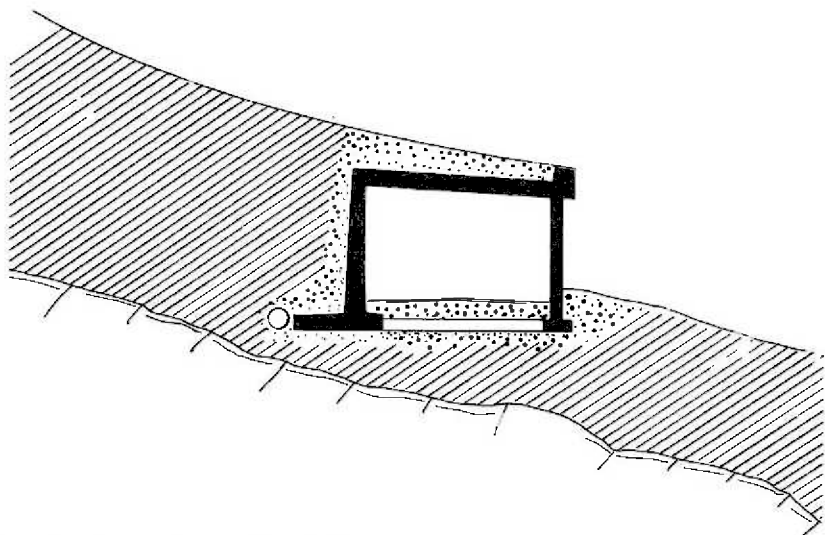


Fig. 166.4 Fundamentering på løsmasser med god bæreevne

Ved fundamentering på fjell kan tverrstag i fundamentflaten sløyfes. Man kan benytte fjellbolter for å stabilisere konstruksjonen. Stabilitetskravene i pkt. 162 og pkt. 164 må være oppfylt.

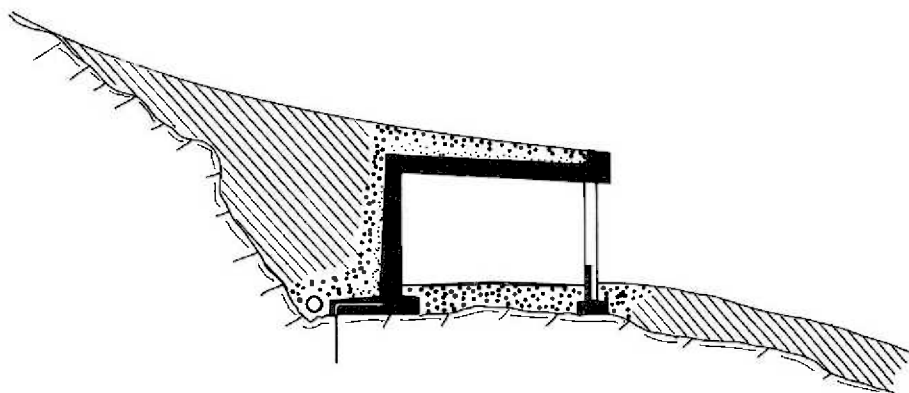


Fig. 166.5 Fundamentering på fjell

Dersom det er mulig å forankre takplaten i fjell eller gravitasjonsanker (kunstige eller naturlige), så kan dette gi besparelser. Takplaten fungerer som en stiv skive med god evne til å overføre krefter. Det kan derfor være relativt stor avstand mellom forankringspunktene.

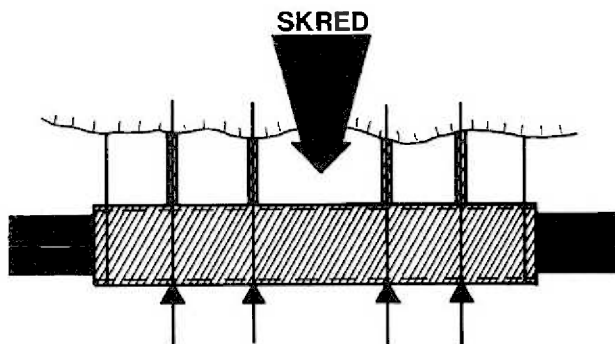


Fig. 166.6 Stagforankring av takplate. Grunnriss

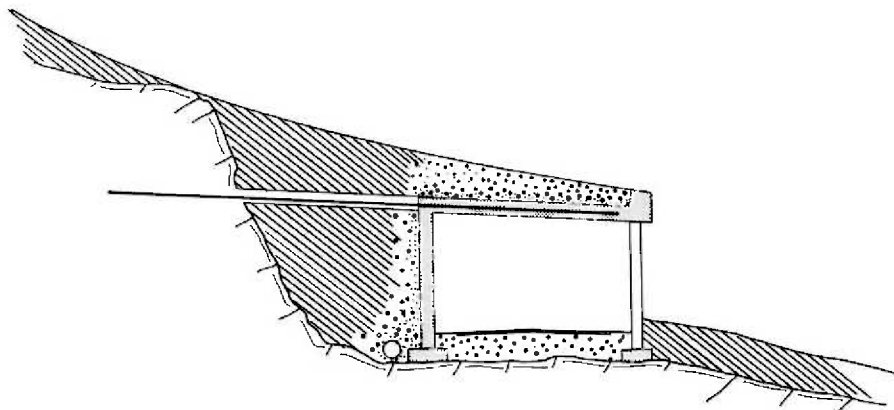


Fig. 166.7 Stagforankring av takplate. Tverrsnitt

Dersom avstanden mellom takplaten og forankringspunktene er liten vil det være lønnsomt å krage ut takplaten mot forankringspunktene. Man bruker da kontinuerlig forankring. Horisontale friksjonskrefter og eventuelt jordtrykk fra grusputen overføres via takplaten til forankringsboltene. Veggen på fjellsiden av overbygget kan erstattes av en søylerekke.

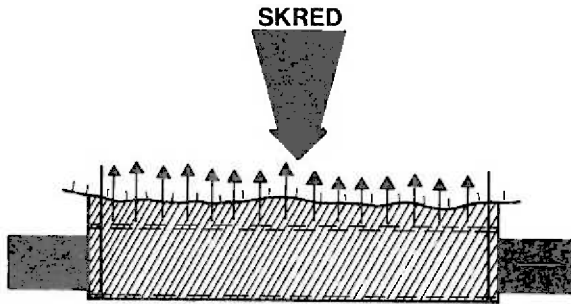


Fig. 166.8 «Kontinuerlig» forankring av takplaten. Grunnriss

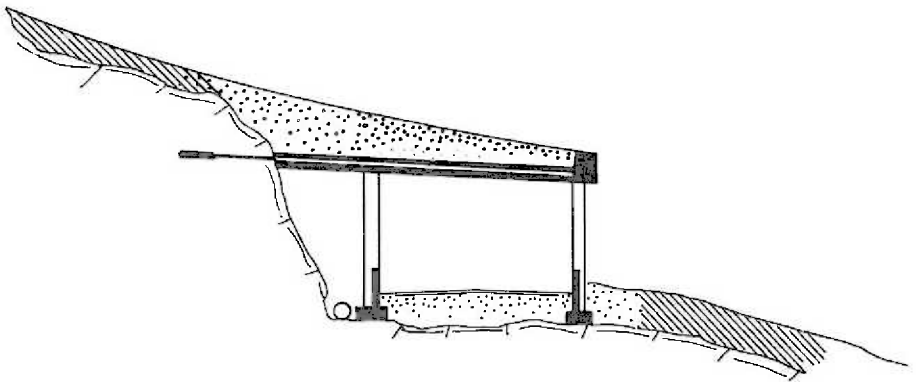


Fig. 166.9 «Kontinuerlig» forankring av takplaten. Tverrsnitt

Når skredoverbygget har en viss lengde, vil ofte fundamenteringsbetingelser og forankringsmuligheter endre seg langs overbygget. Det kan derfor være riktig å dele inn overbygget i seksjoner med ulike statiske system, selv om dette reduserer rasjonaliseringsgevinsten som ligger i gjentatte arbeidsoperasjoner.

167. Konstruktive detaljer

167.1 SØYLER

Veggen på luftsiden og søyler må dimensjoneres for påkjøringskraft fra kjøretøyer og snøtrykk fra avlagret snø på utsiden av overbygget. Påkjøringskraften er oppgitt i ref. (1) og snøtrykket beregnes som jordtrykk med snøtrykkskoeffisient på 0,5 og tyngdetetthet på snø på $6,0 \text{ kN/m}^3$.

167.2 VANN, DRENERING

Skred graver ofte ut renner. Overflatevann samles i disse rennene. Store vannmengder må ledes forbi overbygget. Skredene fører gjerne med seg en blanding av snø, grus, stein, greiner, trær, osv. Dette er en flytende masse som effektivt tetter alle vanngjennomløp.

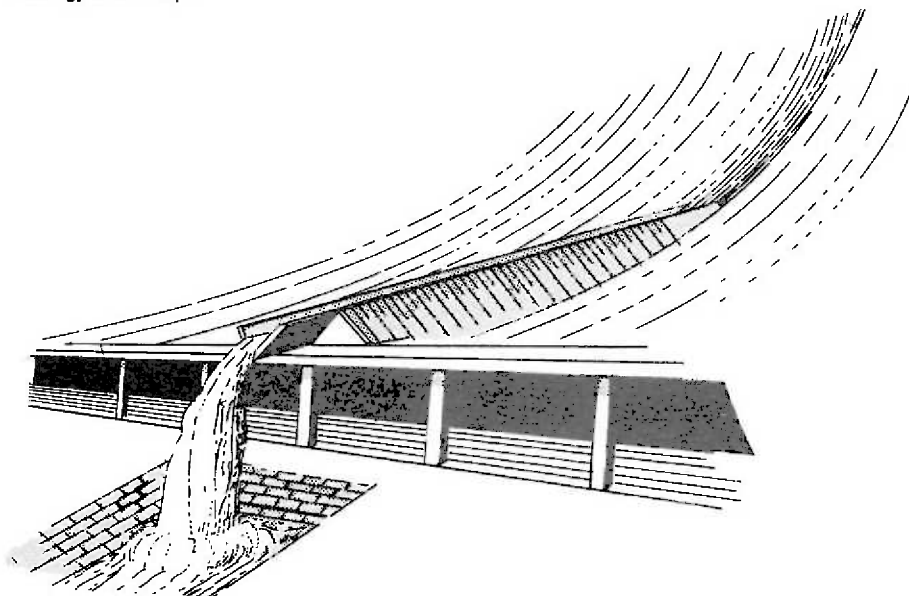


Fig. 167.1 Vannrenne

Åpne vannrenner over overbygget har vist seg å fungere bra. Vannrennene er utsatt for erosjon. Erosjonsmotstanden forbedres ved å velge høy betongkvalitet og ved å tilstrebe lav vannhastighet. Området der vannmassene treffer bakken må sikres mot erosjon.

En mulighet kan være å legge dreneringen på en av sidene for overbygget. Vanskeligheten med en slik løsning er som oftest at ledevoller og ledemurer gjør det vanskelig å føre vannet til siden uten at skredmassene følger samme veg som dreneringen.

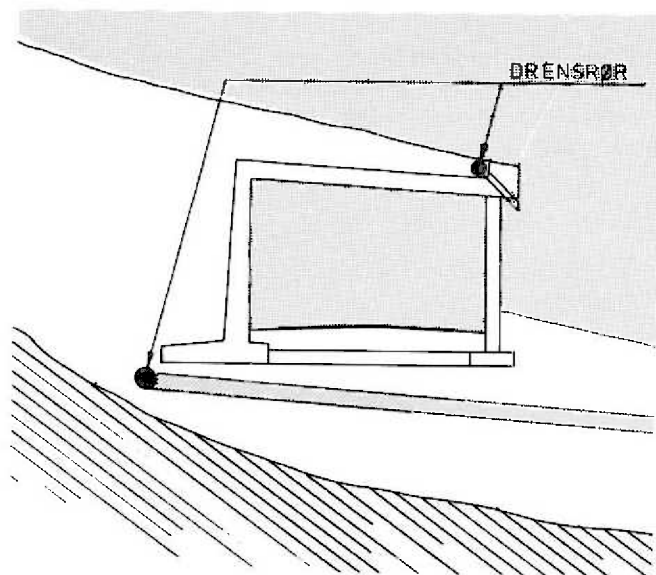


Fig. 167.2 Dreneringssystem, langsgående drenerør ved fundament og i grusputen

Oftest må man i tillegg lage et dreneringssystem som sikrer god drenering av grusputen og fyllmassen bak overbygget. Vanligvis legges langsgående dreneringer ved fundamentet og i grusputen, se figur 167.2.

Noen ganger kan det by på store praktiske problem å få til en vannrenne slik at man må velge å lede vannet under overbygget. Gjennomløpet bør utformes så glatt som mulig. Dimensjonene må velges slik at opprensning kan utføres under rimelige arbeidsforhold. *Man må også sikre mest mulig rasjonell tilkomst til hele dreneringssystemet.*

RISTER

Skred ødelegger ofte selve risten samtidig som gjennomløpet tettes. Ristene utformes og plasseres slik at skredstrømmen hindres minst mulig. Samtidig må man sikre at vannet samles og føres ned i gjennomløpet.

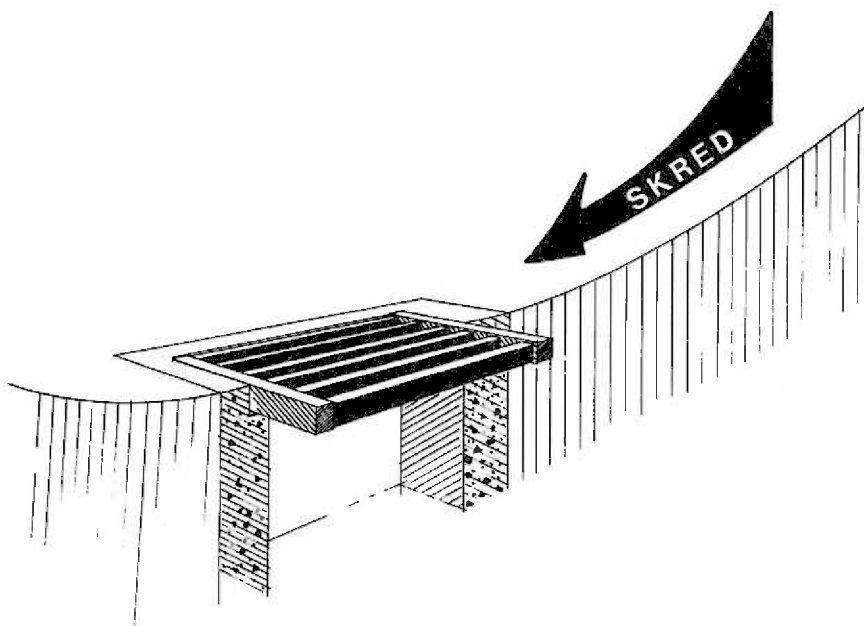


Fig. 167.3 Utforming av rist/vanninntak.

Rister må overdimensjoneres. Hulprofiler er en god løsning, men jernbaneskiner og HEA-profiler har også vært benyttet med godt resultat.

167.3 GRUSPUTE

Dersom skredmassene ikke inneholder steinblokker kan grusputen sløyfes. Når skredstrømmen går direkte på betongen, er det spesielt viktig at man unngår avbøyning i kritisk område (se pkt. 161.4). Betongoverdekningen økes med 20 mm. Området bak overbygget sikres med plastring eller tilsåing slik at man oppnår en jevn overgang mellom massene bak og betongkonstruksjonen.

Oftest vil skredmassene inneholde steinblokker. Når disse treffer betongkonstruksjonen med stor hastighet, kan det lett oppstå skader. En gruspute vil effektivt beskytte betongkonstruksjonen og fordele punktlaster. I tillegg blir det ofte enklere å utforme skredprofilet slik at man helt eller delvis hindrer avbøyningskrefter på overbygget.

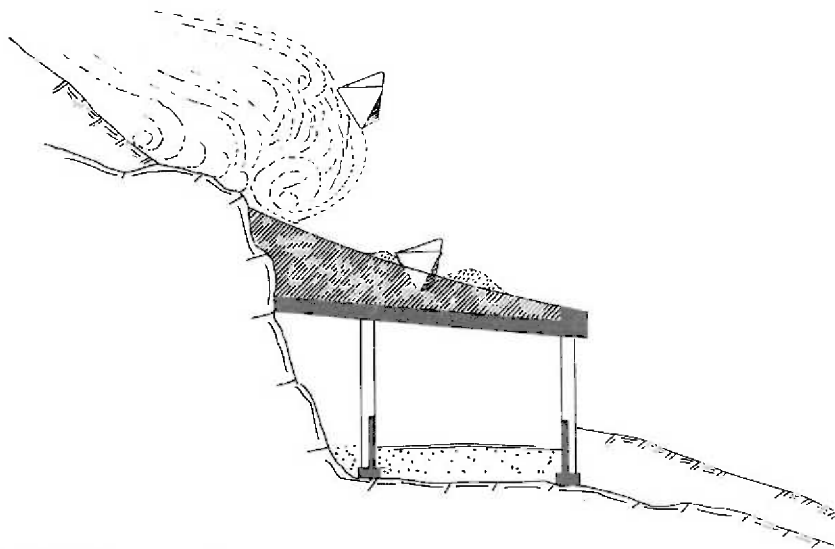


Fig. 167.4 Gruspute, demper og fordeler punktlast

Grusputen bør ha en tykkelse på minst 0,5 m. Massene sikrer god fordeling av punktlaster og full drenering av grusputen. Overflatesjiktet må være stabilt slik at skred eller flomvann ikke river opp grusputen. Videre bør overflaten være så glatt som mulig for å redusere friksjonskreftene. Ved å legge asfalt oppå oppnår man begge deler.

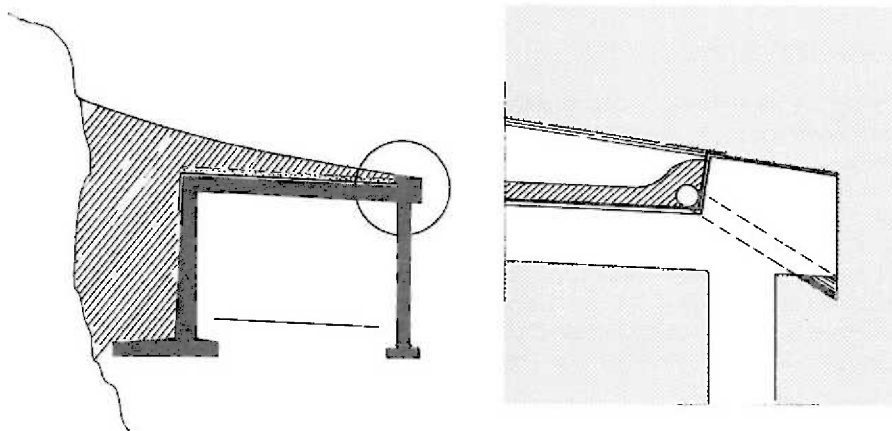


Fig. 167.5 Gruspute, snitt

Grusputen må dreneres. Dette skal hindre både ekstra last og at vann trenger inn i overbygget (kfr. pkt. 167.2).

Normalt vil man oppnå et tilfredstillende resultat med å legge sprengstein over et minst 0,2 m tykt lag av grus. Korngraderingen må være slik at den gir god drenering. Overflaten bør plastres, men det kan være tilstrekkelig å vibrere overflaten og opprette et vegetasjonslag på toppen.

167.4 FUGER

Det har vært vanlig å legge inn dilatasjonsfuger med ca. 25 m mellomrom. Videre bør man ha fuger der fundamenteringsforholdene endres. Fugene må kunne overføre skjærkrefter både i horisontalplanet og i vertikalplanet slik at skredkrefter som virker på en seksjon fordeles til hele overbygget. Figur 167.6 viser hvordan fortanningen kan utføres.

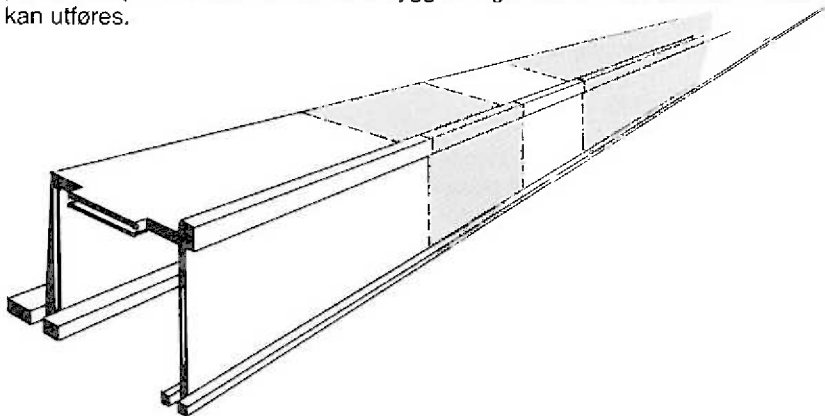


Fig. 167.6 Fuger, fortanning

Fugene er kritiske når det gjelder lekkasjer. Dette gjelder i særlig grad når man har gruspute. Fugene bør derfor utformes slik at vann ledes bort fra fugene. Dette kan gjøres ved at det bygges opp en forhøyning. Selve fugen kan tettes ved hjelp av vannsperre (waterstop).

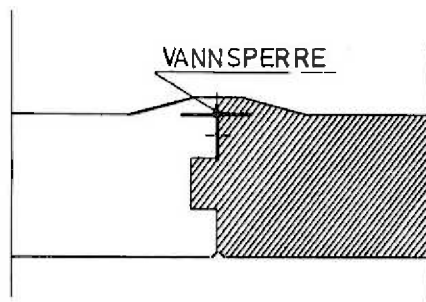


Fig. 167.7 Fuge med vertikal skjærfortanning og vannsperre. (Snitt vinkelrett på fugens lengderetning)

Forhøyningen støpes samtidig med takplaten slik at man unngår støpeskjøt.

167.5 TAKAVSLUTNING

Uavhengig av hvilken veggtype man velger, så bør takplater krage ut over veggen på luftsiden. Dette gjøres for å beskytte søylene eller veggskiven. Skred vil oftest inneholde steinblokker som kan slå tilbake mot veggen. Søylar er spesielt utsatte.

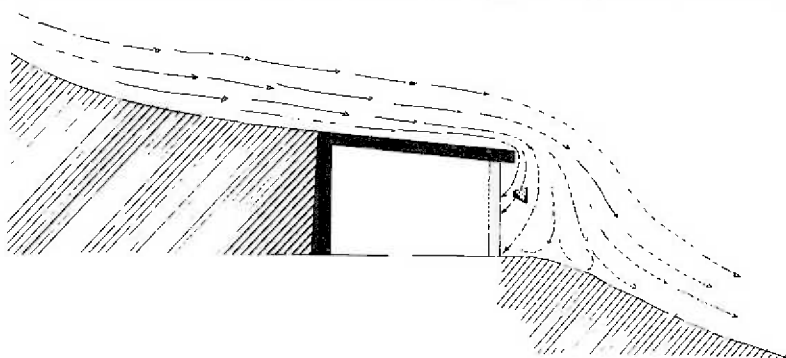


Fig. 167.8 Takavslutning luftside

Når takplaten trekkes ut over veggen brytes den ensformige veggflaten. Dette gir et spenstigere utseende.

Vurderingene ovenfor faller bort dersom veggen på luftsiden helt eller delvis fylles ned.

167.6 Portaler, ledemurer

Portalflater og lysforhold er det trafikantene legger merke til ved et skredoverbygg. Store ensformige flater virker kjedelige. Brutte linjer kan lett gi et rotete inntrykk. Det er vanskelig å gi en oppskrift på hvordan man skaper et vellykket eksterior.

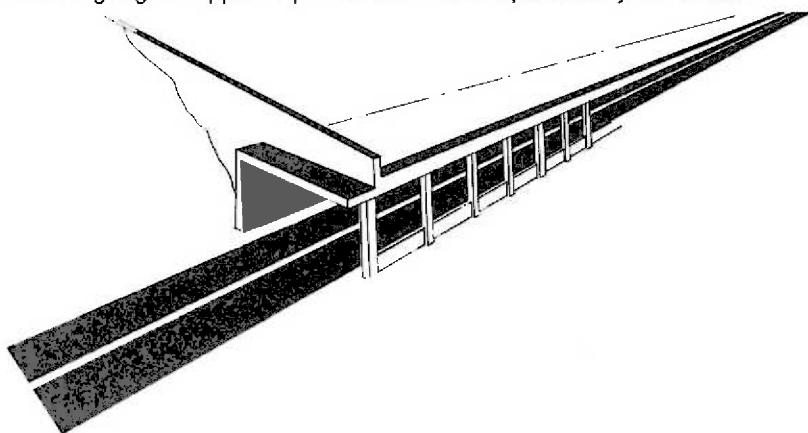


Fig. 167.9 Eksempel på portalutforming

Utgangspunktet må være en funksjonell og statisk riktig konstruksjon. Ut fra dette er hovedlinjene gitt. Neste skritt er å gripe fatt i disse rammene og bygge opp flatene rundt dem. Her er stikkordene lys/skyggevirkning og proporsjoner. De enkleste virkemidlene gir gjerne det beste resultatet.

Betongoverflatene i portalene må være uten sår og synlige støpeskjøter. Forskalingsmatriser kan skape en fin struktur. Ru bordforskaling kan gi et godt resultat. Horisontale og vertikale bord i forskalingsflaten kan kombineres for å understreke brudd i flaten.

167.7 VEGG LUFTSIDE, UTFORMING

Veggen på luftsiden av et skredoverbygg vil ofte være lett synlig. Ut fra et trafikksikkerhetsmessig synspunkt er det ønskelig med en søylerekke som gir brukbare lysforhold inne i overbygget. Dersom det er liten terrenghelning nedstrøms kan skredmasser lett slå tilbake og fylle opp overbygget.

Mange løsninger har vært forsøkt. Det finnes i dag en del materialer som slipper gjennom mye lys, og som samtidig har tilstrekkelig styrke til å stoppe skredmasser.

Veggen dimensjoneres for det horisontale snøtrykket. Eksempler på utforminger er vist på figur 167.10.

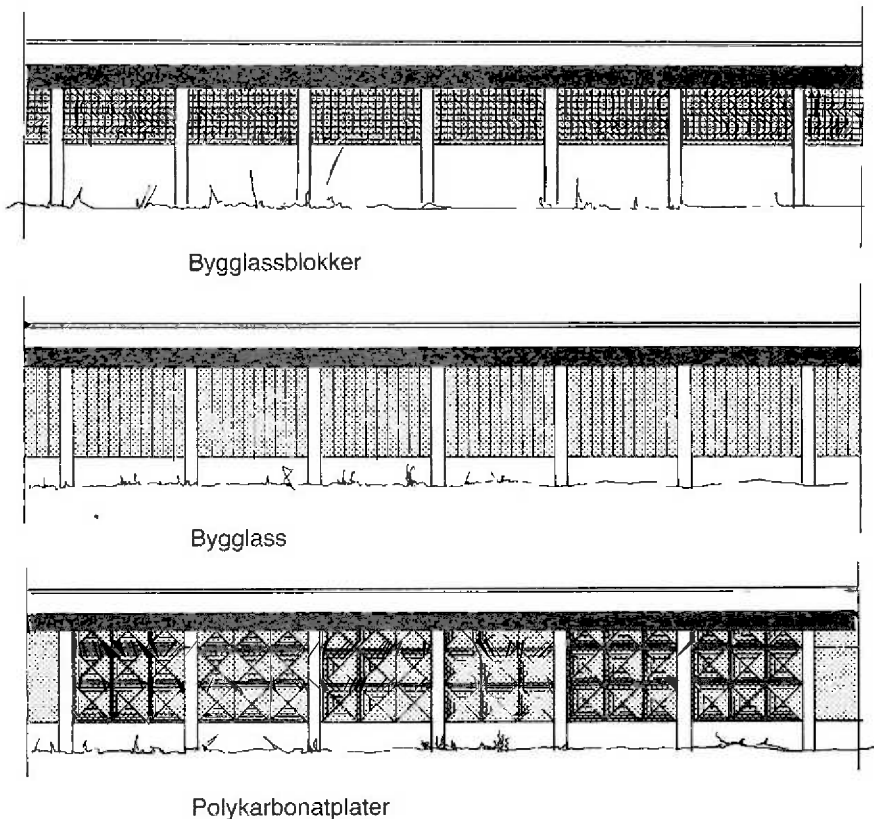


Fig. 167.10 Eksempler på utforming av veggskive på luftsiden

168. Beregningsprosedyre

Skjemaet nedenfor viser hvordan man kan gå fram når man skal prosjektere et skredoverbygg. Enkelte ganger gir konstruksjonstypen seg selv når forankrings- og fundamenteringsforholdene er klarlagt. Andre ganger kan det være flere aktuelle konstruksjonstyper.

SKREDBILDE	Data for observerte skred, lokalkunnskap Snømengder, fallhøyder, terrengforhold Skredkunnskap, fagfolk
BELASTNINGS- OVERSLAG	Formler, vurderinger
VALG AV LASTTYPE	Se pkt. 161.
VALG AV KONSTRUKS- JONSTYPE	Fundamenterings- og forankringsforhold Skredmekanikk Vegg eller søyle- rekke luftside Geometri/krurvatur Statisk system
GRUSPUTE	Stein i skredet? (pkt. 167.3)
DIMENSJONERING	Lastkoeffisienter (pkt. 161.8) Krefter (ramme, plate eventuelt elementprogram.) Materialparametere f.eks.: Betong Se pkt. 166.2 Armering Overdekning
UTFORMING AV KONSTRUKSJONS- DETALJER	Se pkt. 167

169. ARMERINGSFØRING, EKSEMPLER

I dette kapitlet er det gitt noen eksempler på armeringsføring for ulike konstruksjonsutforminger. Eksempelene er kun veiledende.

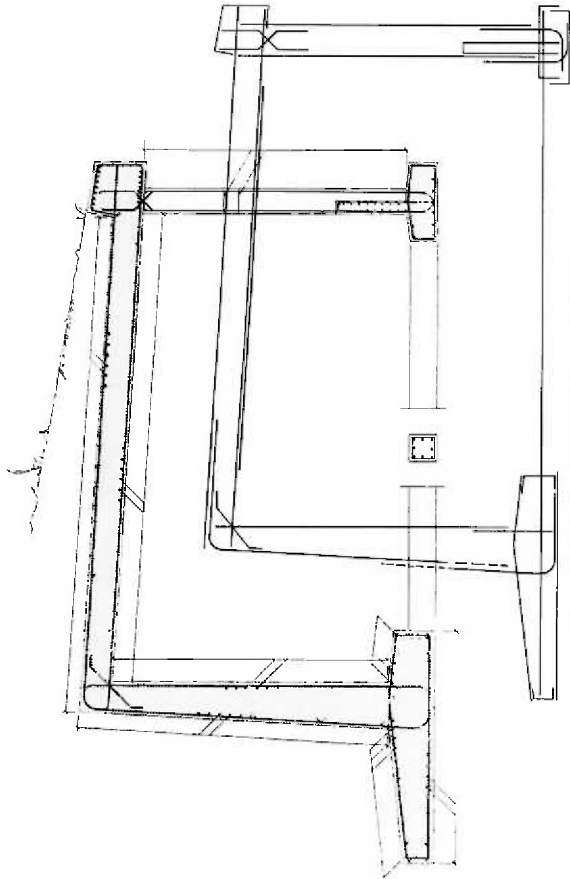


Fig. 169.1 Eksempel på armering i skredoverbygg Tverrdrageren mellom fundamentene er aktuell ved fundamentering på løsmasser med god bæreevne, se fig. 166.3.

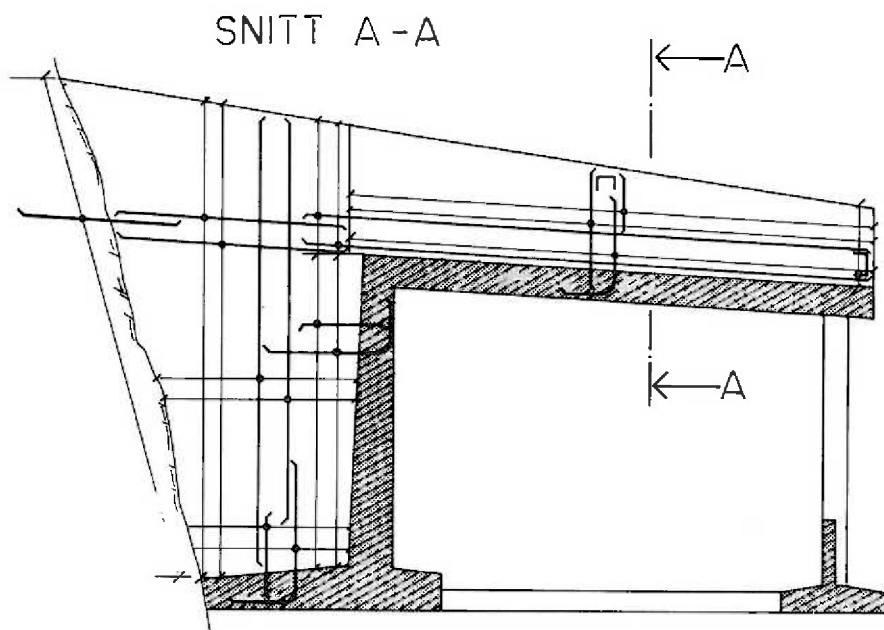
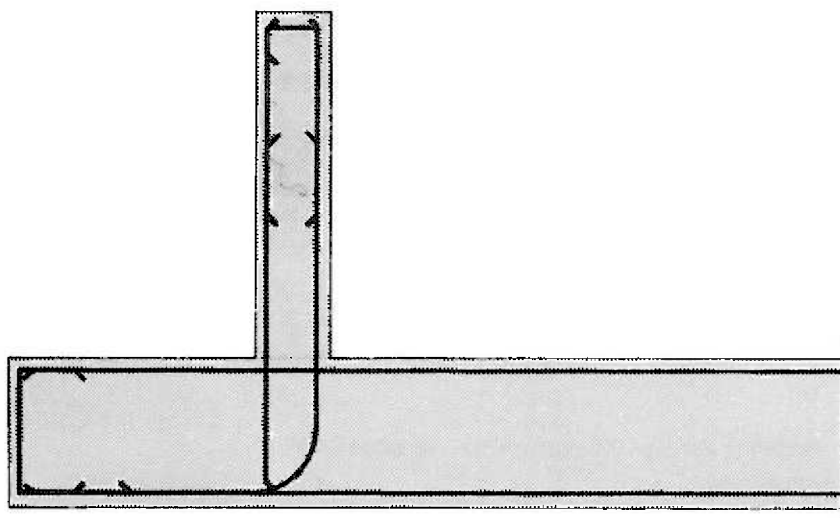


Fig. 169.2 Eksempel på armering av lede/portalvegg

170. Litteratur/referanseliste

- 1 Lastforskrifter for bruer og ferjekaier i det offentlige vegnettet (1986)
- 2 NS 3479 Prosjektering av bygningskonstruksjoner
- 3 Lawinenschutz in der Schweiz, Bündner Wald, Beiheft Nr. 9, 1972
- 4 Snø og snøskred, Gunnar Ramsli. ISBN 82-00-05367-9
- 5 Meddelelse nr 49, Veglaboratoriet
- 6 Avalanch! National Geographic Vol. 162, No. 3 september 1982 (Totalt 3 artikler)
- 7 Bruprosjektering - 03, Støttemurer, Håndbok - 100
- 8 Vegdirektoratet. Vegnormaler, vegbygging, Håndbok - 018
- 9 Schaerer. P. Snowshed location and design. I. of the Highway Div. Vol 92, N. HW2, Oct 1966 p. 21-33
10. Veiledning for bruk av fjellbolter. Bruavdelingen

Bruprosjektering består av følgende kapitler:

- 1 Bruplaner
- 2 Vanngjennomløp
- 3 Støttemurer
- 4 Landkar
- 5 Platebruer
- 6 Kont. platebruer
- 7 Slakkarm. bjelkebruer
- 8 NIB-bruer
- 10 Stålbjelkebruer
- 11 Elementbruer
- 12 Kulverter og rør
- 13 Gangvegbruer
- 14 Brurekkverk
- 15 Fuger, lager og sluk
- 16 Snø- og rasoverbygg

**Vegdirektoratet
Håndboksekretariatet
Boks 6390 Etterstad
0604 OSLO 6
Tlf. (02) 63 95 00**