

7 625.1(07)
NSB *Nor*



LÆREBOK
FOR
LINJEPERSONALET

DEL 2-5

- Del 2. Banens underbygning
- Del 3. Minste tverrsnitt
- Del 4. Utvendige anlegg ved stasjoner
- Del 5. Linjetjenesten

NSB
Dokumentasjonstjenesten
N - 0048 OSLO



Ny utgave, juli 1980

Norges statsbaner. Had/Baneavdelingen

Eko. 7

7625.1(07) USB Nor

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

DEL 2

BANENS UNDERBYGNING

	Side
1. INNLEDNING	7
2. GEOLOGI OG GEOTEKNIKK	8
3. PLANERINGEN	12
3.1. Planeringsprofiler	12
3.2. Planeringens stabilitet	14
3.3. Planeringsarbeidet	15
3.4. Arbeidsmaskiner til planeringsarbeidet	18
4. BETONG	20
5. VANNET SOM SKADEFAKTOR	29
6. TELE OG TELEHIVING	32
6.1. Årsakene til tele og telehiving	32
6.2. Botemidler mot skadelig telehiving	34
6.3. Arbeidsmetoder	37
6.3.1. <i>Løfting av linjen</i>	37
6.3.2. <i>Isolasjon med hard skumplast</i>	37
6.3.3. <i>Masseskifting</i>	39
7. SKJÆRINGER OG FYLLINGER	43
7.1. Linjegrøfter	43
7.2. Overvannsgrøfter	46
7.3. Lukkede drenggrøfter	48
7.4. Sikring av jordskrånninger	50
7.5. Sikring av fyllinger	52
8. FJELLSKJÆRINGER OG TUNNELER	54
8.1. Litt om sprengstoff og utstyr for fjellsprengning	54
8.2. Fjellskjæringer	60
8.3. Tunneler	67

	Side
9. STØTTEMURER	76
10. STIKKRENNER OG BEKKETUNNELER	78
10.1. Stikkrenner	78
10.2. Bekketunneler	82
11. ELVEFORBYGNINGER OG SIKRING MOT BØLGESLAG	82
12. BRUER	84
12.1. Bruas underbygning	85
12.2. Stålbruer	89
12.3. Massivbruer	92
12.4. Tilsyn med bruer	93
13. SIKRING AV LINJEN MOT SNØ OG IS	94
13.1. Snøfonner i linjen	94
13.2. Snøskjermer	96
13.3. Snøoverbygg	100
13.4. Sikring mot snøskred	102
13.5. Snø- og isrydding	104
14. PLANOVERGANGER, GJERDER OG STENGLER	115
14.1. Planoverganger	115
14.2. Gjerder	120
14.3. Grinder, bomber og veisignalanlegg	122
15. ANDRE ARBEIDER MED UNDERBYGNINGEN	124
15.1. Ras og rassikring	124
15.2. Vegetasjonskontroll	125
<i>Generelt</i>	125
<i>Beplantninger</i>	126
<i>Gressetablering</i>	126
<i>Bekjempelse av uønsket vegetasjon</i>	126
<i>Bruk av ugressmidler</i>	127
<i>Ugressmidlenes virkning på vegetasjonen</i>	128
<i>Statlig kontroll med ugressmidler</i>	128
<i>Vegetasjonskontroll under betryggende forhold</i>	129
<i>Spesialbygget sprøyteutstyr</i>	130
<i>Arbeidsplaner for vegetasjonskontroll</i>	130
<i>Instruks for leder og mannskap på sprøytetoget</i>	131
15.3. Kryss med vann- og kloakkledninger	131
15.4. Elektriske anlegg	

DEL 3

MINSTE TVERRSNITT

	Side
Minste tverrsnitt	136

DEL 4

UTVENDIGE ANLEGG VED STASJONER

1. EKSPEDISJONSSTEDER	142
2. SPOR OG PLANERING PA STASJONER	142
2.1. Bestemmelser og betegnelser for spor og for utstyr i spor	142
2.2. Utførelse av spor på stasjoner	144
2.3. Planeringen på stasjoner og dens tørrlegging	147
2.4. Dekke på veier og stasjonsområder	149
3. ANLEGG FOR PERSON- OG GODSTRAFIKK	152
3.1. Anlegg for persontrafikk	152
3.2. Anlegg for godstrafikk	156
4. UTVENDIGE ANLEGG FOR DRIFTENS BEHOV	159
4.1. Vann- og kloakkanlegg	159
4.2. Anlegg for drift av lokomotiver og motorvogner	163
4.3. Anlegg for vogndriften	165

DEL 5

LINJETJENESTEN

1. LINJETJENESTEN OG DENS OPPGAVER	168
1.1. Linjetjenestens organisasjon	168
1.2. Utførelse av linjetjenesten	168
2. PERSONALET FORHOLD I TJENESTEN	171
2.1. Alminnelige krav til personalet	171
2.2. Formannen og laget	172

	Side
3. MELDINGER OG RAPPORTER	174
4. BESTEMMELSER OM ARBEIDERVERN OG ARBEIDSMILJØ	174
4.1. Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø m.v.	174
4.2. Arbeidstidsbestemmelsene	175
4.3. Vernetjenesten	176
5. OPPMERKING OG KONTROLL AV LINJEN	180
5.1. Kilometermerker	180
5.2. Fastmerker	180
5.3. Innmålinger og kontrollmålinger	182

DEL 2 BANENS UNDERBYGNING

1. INNLEDNING

I teknisk henseende skjelner vi ved jernbaner mellom banens *overbygning* og *underbygning*. Overbygningen er behandlet i bokens del 1. Den utgjør kjørebanen og hviler på underbygningen. Underbygningen omfatter alle de byggverk som er nødvendige for å gi et jevnt og sikkert underlag for overbygningen, så som skjæringer, fyllinger, tunneler, bruer, stikkrenner, grøfter og meget mere. Underbygning og overbygning utgjør til sammen et hele som vi ved jernbanen kaller for *banelegemet*. Det er skinnene som gir grunnlaget for betegnelsen "jernbaner". Tar vi bort skinnene på en bane, er den ikke lenger en jernbane.

Ved veier har vi en lignende teknisk inndeling. Her består veiens overbygning av veidekket med sitt fundament, mens resten av *veilegemet* hører underbygningen til.

En overbygning skal være dimensjonert og vedlikeholdt slik at den overfører belastningen til underbygningen uten at denne tar skade av det. Normalt skal altså vedlikeholdet av underbygningen være helt uavhengig av forhold ved overbygningen. Omfanget av overbygningens vedlikehold derimot er i høy grad avhengig av at underbygningen holder seg i ro. Forholdet er jo det at når overbygningen hviler på underbygningen, vil enhver bevegelse i underbygningen bli registrert som uregelmessigheter i overbygningen, i sporet. I tillegg til disse uregelmessigheter kommer så de som skyldes overbygningen selv.

Nå er det ikke mulig med den byggemåte som er alminnelig, å lage en underbygning som er absolutt stabil under alle forhold, og det samme gjelder for så vidt også overbygningen. Vi må derfor alltid regne med at det vil oppstå visse uregelmessigheter i underbygningen som vil merkes ved feil i sporets justering, selv om utførelsen av underbygningen har vært klanderfri og vedlikeholdet er i orden. Men de feil som oppstår skal så vidt mulig bare være feil som er uskadelige for sikkerheten og for kjørbarheten av sporet.

Som vi senere skal se, er vedlikeholdet av underbygningen i hovedsaken en kamp mot vannets skadevirkninger. Og vi skal også se at det er skader av denne art som er den fremste årsak til de forstyrrelser i underbygningens stabilitet som kan være en fare for sporets sikkerhet. Vedlikeholdet av underbygningen må derfor i første rekke konsentreres om å holde alle vannløp i orden, både synlige og usynlige, så vannet følger de løp vi ønsker og ikke tar seg egne løp gjennom underbygningen eller i grunnen. Klarer vi det, vil resten av underbygningens vedlikehold bli redusert til et minimum. Samtidig vil vi ha lagt grunnlaget for en videre utvikling av jernbanen i pakt med tidens krav til større hastighet og bedre komfort under full sikkerhet.

Under del 2, som har underbygningen som hovedemne, er også tatt med et par avsnitt som strengt tatt ikke hører hjemme her. Dette gjelder blant annet avsnitt 13, "Sikring av linjen mot snø og is", samt avsnitt 14, "Planoverganger, gjerder og stengsler".

2. GEOLOGI OG GEOTEKNIKK

Geologi kalles den vitenskap som behandler jordskorpens historie og utvikling, spesielt slik den viser seg i det faste fjell.

Jord er dannet av fjell ved at fjellet er brutt i stykker av naturens nedbrytende krefter. Det finnes på den annen side også fjell som igjen er dannet av jord som er forstenet. Geologien er derfor interessert i alle materialer i jordskorpen, enten de er fjell eller jord.

Geoteknikk kalles det fag innen ingeniørvitenskapen som behandler jordskorpens byggetekniske egenskaper. Ved å studere grunnforholdene, landskapsformene og den geologiske historie kan geoteknikeren gi anvisning på hvorledes et byggverk bør fundamenteres på den sikreste måte. Da det er jordlagene eller *løsavleiringene* som volder de egentlige problemer for fundamenteringen eller underbygningen, blir det disse som har den største interesse i geoteknikken.

Nå har vi alt benyttet begrepet *jord*, men for at det ikke skal oppstå noen misforståelse, er det grunn til å gjøre det klart hva vi i geoteknikken mener med jord. Når en gårdbruker snakker om jord, så mener han det øvre jordlag hvor han sår og høster, og han skiller gjerne mellom f.eks. jord og leire. Et slikt skille setter vi ikke i geoteknikken. Her omfatter jord alle løse avsetninger, som leire, silt, sand og grus. Det øvre jordlag, som vanligvis har stort innhold av *humus*, benevner vi *matjord*, hvis det er påkrevet å skille ut dette topplaget fra den underliggende, mindre humusholdige jord.

Læren om jernbanens underbygning og geoteknikken hører sammen. Vi må betrakte jord og fjell som byggematerialer, dvs. materialer som oppfører seg på en bestemt måte under bestemte belastninger og andre ytre betingelser.

Jordlagene er sammensatt av talløse små jordpartikler. Noen har form som korn, andre som små, tynne flak. Noen jordlag er faste og andre er løse. Fastheten er avhengig av hvorledes de enkelte partikler er sammensatt gruppevis og hvorledes de virker på hverandre. Mellom de faste partiklene (korn eller flak) er det vann og undertiden gass (f.eks. luft). Et poeng når det gjelder jord er at egenskapene kan bli totalt forandret ved en forandring av vanninnholdet. Egenskapene kan også forandres fullstendig ved en plutselig forstyrrelse.

Jordartene inndeles i 4 hovedgrupper eller *fraksjoner* etter størrelsen av de enkelte korn. Nedenfor er angitt de fire grupper med tilsvarende kornstørrelser:

Jordart	Kornstørrelse i mm
Leire	mindre enn 0,002
Silt	0,002-0,06
Sand	0,06 - 2
Grus	2 - 60

Jordartene vil i naturen sjelden forekomme som helt *enskornige* materialer. De forskjellige fraksjoner vil nesten alltid opptre mere eller mindre i blanding. Hvis vi har en blanding av mange kornstørrelser, sier vi at materialet er *velgradert*. Et enskornig materiale er lett å bestemme. Det blir vanskeligere når det er flere kornstørrelser i blandingen. Regelen er da at jordarten skal benevnes etter den fraksjon som setter sitt preg på jordarten, i alminnelighet den fraksjon

det er mest av. I en sandblandet silt er det således silten som utgjør hovedmengden og gir jordarten sin karakter, i motsatt fall kaller vi jordarten for siltblandet sand. Det er altså kornstørrelsen som avgjør hvilken gruppe jorden hører til, andre ting som f.eks. fargen på jorden er av liten betydning.

Foruten de 4 nevnte hovedgrupper av *mineralsk jord* har vi noen ofte forekommende *organiske jordarter* som torv og gytje.

Torv er mer eller mindre omdannede rester av myrplanter. Etter graden av omdanning kan den inndeles i:

Fibertorv, hvor planterestene er lett synlige.

Mellomtorv, med svakt synlige planterester.

Svarttorv, uten synlige planterester.

Gytje er vannavsatte vekst- og dyrerester. Den kan virke fet og elastisk.

Der hvor jernbanen ligger på slike jordarter, får vi gjerne store og langvarige setninger, hvis ikke jordlagene på forhånd er komprimert.

Det er nevnt at det finnes vann i jordlagene. Vannet har stor betydning for stabiliteten av jord.

Da jorden er sammensatt av runde eller kantede små korn eller flak, vil det være hulrom eller *porer* mellom kornene. Disse porene er fylt med vann eller gass (luft). Volumet av porene kan ofte utgjøre over 50% av den totale masse. Når alt dette er vann, vil man forstå at vanninnholdet har en overordentlig stor betydning for en jordarts fasthet. Nå er det riktignok litt for enkelt å si det slik at jorden blir løsere desto mere vann den inneholder. Det er ikke riktig. En leire med 50% vann kan ofte være fastere enn en silt med 30% vann. For den som er vant med hydrauliske apparater i teknikkens verden, er det lett å forstå at en liten vannmengde med stort trykk kan utløse større krefter enn en stor vannmengde med lite trykk. Det er trykket i porevannet som ofte bestemmer om jordarten er fast eller løs.

Noen små enkle laboratorieforsøk som enhver godt kunne utføre selv, vil gi oss en bedre forståelse av vannets virkning på jordartene. Til forsøkene trenger vi et kar med vann, helst av glass så det er gjennomsiktig, en glasstrakt, en gummi- eller plastslange, noe fin sand, grus og leire (fig. 1).

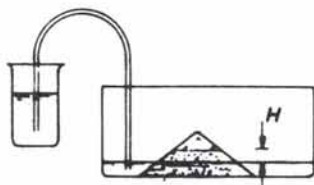


Fig. 1.
Virkingen av kapillariteten.
 H = sugehøyden.

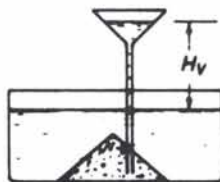


Fig. 2.
Vanntrykk i fyllingen.
 H_v = vanntrykket.

Vi fyller en haug med fin sand i karet. Dette skal være modell av en jernbanefylling. Fyllingen kan ikke stå i brattere skråning enn ca. 35° eller $1:1\frac{1}{2}$. Dette er *friksjonsvinkelen* for materialet. Prøver vi å stramme opp skråningen brattere enn dette, vil skrånings-sidene ubønnhørlig begynne å rase ned.

Ved hjelp av gummislengen fyller vi vann i karet (fig. 1). Dette må gjøres forsiktig, for hvis vannstrømmen blir for sterk, opptrer det *erosjon*, og sandfyllingen blir undergravet og raser ned.

Vi legger merke til at vannet suges opp i sandhaugen forttere enn vi fyller opp vann i karet. Stopper vi vannoppfyllingen når vannet står halvveis oppe i sandhaugen, ser vi at vannet suges opp helt til toppen av haugen uten vår medvirkning. Dette er det samme som skjer når vi dypper en sukkerbit i kaffekoppen, eller når parafinen suges opp gjennom veken på en lampe. Det er dette fenomen vi kaller *kapillaritet*. Den høyden vannet kan suges opp til i en jordart, kaller vi jordartens *sugehøyde*.

Vi legger også merke til at samtidig med vannoppsugingen foregår det en svak glidning i skråningene. Vannmettet sand har altså mindre friksjonsvinkel enn tørr sand. Men når det først er suget vann helt opp til toppen av haugen, kan vi fylle hele karet med vann uten at det foregår ytterligere glidninger i skråningen. Sanden har nemlig samme friksjonsvinkel når den ligger under vann, som i vannmettet tilstand over vann.

Vi skal nå se hva som skjer når vi lager et lite overtrykk inne i sandhaugen. Vi stikker en glass-trakt ned i sanden og fyller opp vann i trakten, til vannet står i en høyde = H_v over vannstanden i karet, fig. 2.

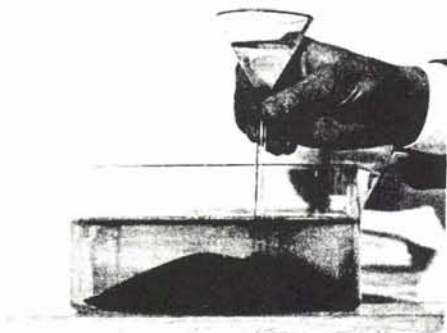


Fig. 3.

Brudd i fyllingskråningen til høyre.

Vi viser da at det er et overtrykk = H_v nede i sandfyllingen. Når dette overtrykket kommer opp i en viss størrelse, bryter plutselig fyllingen sammen, og det oppstår et katastrofeartet brudd i fyllingskråningen slik som vi ser på fotografiet, fig. 3.

Vi gjorde forsøket med fin sand fordi det er lettest å påvise fenomenet laboriemessig med denne jordartsfraksjonen. I naturen vil imidlertid det samme skje med silt. Denne jordarten er meget følsom både overfor erosjon og overtrykk i porevannet.

Utfører vi nøyaktig det samme forsøket med en grus, vil vi se at i denne jordarten foregår det ikke noen oppsuging av vann. Vi vil også se, og det er meget viktig å merke seg, at det ikke oppstår noe brudd i grusen når vi ved hjelp av trakten påfører et overtrykk.

Til slutt skal vi ta for oss en leire. Vi må da velge en *uforstyrret leire*, dvs. vi må ta opp en prøve av naturlig leire, og denne må ikke utsettes for sterk bevegelse eller omrøring. En slik leirprøve kan vi skjære ut til en kubus eller sylinder og plassere i karet. Leiren står til en viss høyde med rette vegger. Dette skyldes krefter som binder de små leirepartiklene sammen og kalles *kohesjon*.

Vi kan sette leirprøven under vann. Den bryter ikke sammen. Det gjør den heller ikke om vi utsetter den for et innvendig overtrykk ved å fylle vann i en trakt som er stukket ned i leirprøven. Leiren tåler et overtrykk, i hvert fall for en kortere tid.

Leiren har en meget stor sugsevne. Den er allerede på forhånd fylt med vann før vi fyller opp vann i karet, under forutsetning av at prøven er tatt opp fra en viss dybde, uten å ha fått anledning til å tørke ut etter optakingen.

Ved vårt forsøk skjer det ingen synlig forandring med leiren om den dykkes under vann eller utsettes for vanntrykk. Hvis vi imidlertid knar eller elter prøven, vil vi oppdage at det foregår en forbausende forandring. Leiren mister sin fasthet. Har vi for oss en leiretype som kalles *kvikkleire*, vil den miste fastheten i den grad at den blir helt flytende ved omrøring.

Disse enkle laboratorieforsøk skal lære oss følgende ting om vannets betydning for jordartenes stabilitet:

Grus og grov sand er meget mostandsdyktige mot vannets virkninger, silt og fin sand derimot er meget følsomme for vannets virkninger. Det foregår erosjon på overflaten når det er strømmende vann, og oppstår brudd i jordmassene ved innvirkning av vanntrykk.

Leire er vanligvis lite følsom for vannets virkninger, men meget følsom for mekanisk omrøring. Likevel kan vanntrykket ha betydning for leireskråningers stabilitet ved at leire ofte er lagdelt med tynne skikt av silt eller fin sand mellom leirelagene. Et vanntrykk som får vedvare i lengre tid i en leireavsetning er av betydning for stabiliteten, men dette er forhold av meget komplisert natur, og ennå ikke fullt utforsket.

Det som her er sagt, skal minne oss om at arbeidet med å hindre vannets adgang til linjen, og spesielt hindre at vannet går ukontrollert gjennom linjen, er det viktigste bidrag linjepersonalet kan yte for å opprettholde en stabil underbygning.

Vi kan ikke avslutte omtalen av vannets innflytelse på jordartene uten å se på hvorledes vannet opptrer i et naturlig terreng. Hvis vi graver et hull i jorden og lar hullet stå åpent, vil det i en viss dybde bli stående et fritt vannspeil selv om det ikke er nedbør. Dette skyldes *grunnvannet*, og den vannstanden vi registrerer, kalles *grunnvannstanden*.

Prøver vi å lense hullet, vil det i visse tilfeller strømme vann til like hurtig som vi lenser. Vi kan i andre tilfeller lense hullet tomt, og det kan ta mange dager før vannet har steget opp igjen til det tidligere nivå. Har vi en meget vanngjennomslippelig jordart som sand eller grus, vil tilstrømmingen skje hurtig. Hvis vanngjennomslippeligheten (permeabiliteten) er liten, som i en leire, vil tilstrømmingen skje sakte.

Hvis vi har en grovkornig jordart, f.eks. grus til stort dyp, vil grunnvannstanden stå lavt. Når det er vekslende lag av sand og leire, står gjerne grunnvannstanden høyt. Det er også grunnvann i fjellmassiver. Grunnvannet finnes da i sprekkene i fjellet.

På myrene står grunnvannet i dagen. Under tiden kommer grunnvannet opp av jorden i oller eller kilder. Det kan også hende av grunnvannet står under trykk og kommer frem i dagen når vi stikker hull på den øvre jordskorpen. Vi sier da at vi har et *artesisisk trykk*. Dette er meget alminnelig i våre leireavsetninger. Ørkenstrøkenes oaser skyldes også artesisisk trykk.

Over grunnvannstanden er det også vann i jorden. For det første fordi nedbørsvannet siger ned igjennom jordlagene til grunnvannstanden, og dernest fordi jordlagene på grunn av sin sugeevne trekker til seg vann oppover fra grunnvannstanden. I en viss høyde over grunnvannstanden vil jorden derfor alltid være mettet med vann, selv i tørre perioder. Nedenstående tabell angir sugehøyden for de forskjellige jordarter:

Grus 0	-	0,05 m
Sand 0,05	-	3,5 m
Silt 2,5	-	18,0 m
Leire over	-	18,0 m

Jordartenes evne til å suge opp vann fra grunnvannstanden har stor betydning for telehivingens mekanikk. Dette vil bli omtalt i et senere avsnitt.

3. PLANERINGEN

3.1. Planeringsprofiler.

Når en bane skal bygges, må terrenget først planeres. Det må anlegges skjæringer, fyllinger, tunneler mv. for å få et jevnt underlag for overbygningen. Det er dette man forbinder med *planeringen*.

Planeringen utføres etter bestemte *planeringsprofiler* som for tiden er inntatt i Normalboka (trykk nr. 310).

Et planeringsprofil for skjæring i jord er vist i fig. 4. På normaltegnene er angitt alle gjeldende mål for planeringsprofilene, både for underbygning og for overbygning.

Det planerte underlag for overbygningen kalles *planum* eller *formasjonsplanet*. På tegninger blir planum som oftest betegnet med FP.

En jordskjæring skal ha så stor bredde i bunnen at det er tilstrekkelig plass både for ballast og for *linjegrofter*. Hvor sporet ligger i overhøyde, blir den normale planumsbredde for liten til å gi rimelig plass for ballasten, se fig. 5. På slike steder må planum gis en overbredde, fastsatt til det dobbelte av overhøyden. I kurver med 150 mm overhøyde skal altså overbredden være 300 mm. Overbredden blir som oftest lagt på den side som vender mot kurvens rygg. Bestemmelsen om overbredde gjelder for skjæringer i jord samt for alle fyllinger.



Fig. 4.
Planeringsprofil i jord.

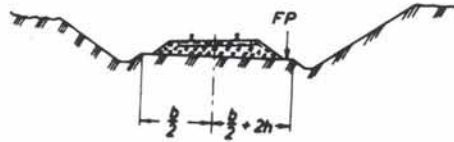


Fig. 5.
Planeringsprofil med overbredde.

Skråningene må gis en helling som er passe slak av hensyn til likevekten. Gjør man skråningene for bratte, vil de gli ut, og gjør man dem for slake, vil planeringsmassene bli unødige store. En jordskråning som heller 1:1,5 (fig. 6), har erfaringsmessig vist seg passende for relativt tørre masser både i skjæring og fylling. Denne helling tilsvarer omtrent *naturlig skråning*, det er den bratteste skråning

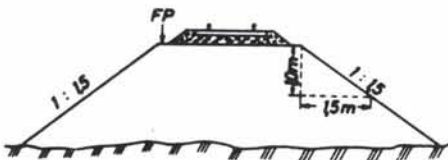


Fig. 6.
Skråninger.

som en løst utfylt jordart kan tåle uten å rase ut. Hvor man har løsere jordarter eller det er vannsig i skråningene, kan det være nødvendig å gjøre jordskråningene slakere for å få dem til å stå. Med maskinell utgraving - som nesten alltid vil være aktuelt i våre dager - er det som oftest fornuftig å legge an skråningene med en helling som ikke er brattere enn 1:2.

Det normale planeringsprofil for fjellskjæringer er vist i fig. 7. Som det ses, er det for skråninger i fjell angitt en helling 3:1 til 6:1. Planum skråner 1:20 ned mot linjegrøften. Denne ligger på skjæringens ene side og som regel på den side hvor skjæringen er høyest og hvor vi har det meste vannet. Hvor det er åpen linjegrøft, er det som oftest anlagt en *ballastmur* for å holde ballasten på plass. I tørre fjellskjæringer kan ballastmuren sløyfes og underballasten legges da helt ut til skjærings-skråningen. I fjellskjæringer skal det ikke være overbredde i planum, selv om sporet ligger i overhøyde.

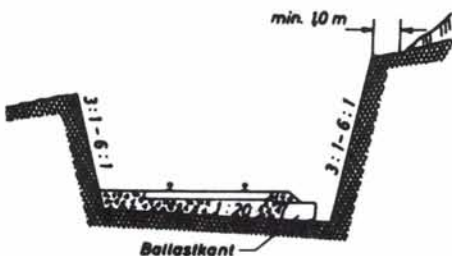


Fig. 7.
Planeringsprofil i fjell.

Den vanlige skråningshelling for jordfyllinger er 1:1,5, som før angitt.

Steinfyllinger som er løst utfylt, står med en helling av 1:1,25. I en *ordnet steinfylling* er steinen i skråningen ordnet for hånd. Skråningen kan da gis en helling 1:1, men med denne helling bør skråningen ikke være høyere enn 6 - 8 meter.

I fig. 8 er vist et planeringsprofil for dobbeltspor, med sporet liggende i overhøyde. Sporavstanden er 4.25 m i rettlinje og i kurver ned til $R = 250$. I skarpere kurver må sporavstanden økes.

På fyllinger og i jordskjæringer ligger planum som regel horisontalt, men i kurver med overhøyde kan planum også legges i helling tilsvarende overhøyden. Dette er vist i fig. 9. Planeringsmassene blir derved alt i alt noe mindre enn utført på vanlig måte. Linjegrøften mot kurvens rygg vil bli liggende litt høyere enn linjegrøften på innsiden.

Det vil senere i boken bli vist enkelte planeringsprofiler som ikke er tatt med i dette avsnitt. For øvrig vises til normal-tegningene hvor alle detaljer finnes angitt.

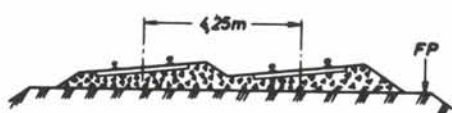


Fig. 8.
Planeringsprofil for
dobbeltspor.

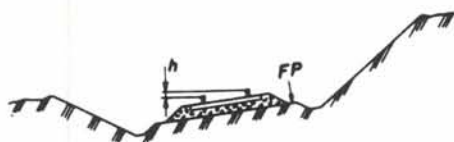


Fig. 9.
Hellende planum i kurver.

3.2. Planeringens stabilitet.

Det første krav man stiller til planeringen er at den skal være bæredyktig. Og for at den skal være det, må verken planeringen eller undergrunnen svikte. Man må være klar over at ethvert planeringsarbeid, stort eller lite, medfører forandringer av stabilitetsforholdene i terrenget. Selv små planeringsarbeider kan lage store vanskeligheter når grunnforholdene er dårlige. Ved små arbeider er likevel forholdene som oftest så oversiktlige at man ikke risikerer noe. Men ved alle større planeringsarbeider bør det være utført grunnundersøkelser før arbeidet settes i gang, så man er på det rene med grunnforholdene og kan utføre arbeidet på en slik måte at planeringen blir mest mulig sikker. Det kan for eksempel bli nødvendig å tørrelegge grunnen på en bestemt måte for at den skal bli bæredyktig. Eller man kan bli nødt til å legge planeringsskråningene med særskilt slak helling for å få dem til å stå.

I tidligere tider hadde man ikke det grundige kjennskap til geotekniske forhold som vi har i dag. De grunnundersøkelser som ble foretatt på våre eldre baner var derfor mer eller mindre mangelfulle, og det har i en del tilfeller vært nødvendig å foreta visse arbeider under vedlikeholdet for å trygge underbygningen. Her skal bare nevnes et par arbeider, senere i boken skal vi etter hvert komme inn på flere.

Avlastning av skjæringstopp er et av disse arbeider (fig. 10). Hensikten med dette er å minske vekten av de jordmasser som tynger på skjæringsskråningen, så denne ikke glir ut når jordarten er lite bæredyktig. Vi unngår da å gå løs på hele skråningen, noe vi ellers måtte gjøre hvis vi skulle gi skråningen slakere helling for å få den til å stå. Vær oppmerksom på at avsatsen skal ha godt fall mot en overvannsgrøft innerst inne på avsatsen.

Hvis grunnen svikter under en fylling, vil fyllingen rase ut. Vi kan i mange tilfeller motvirke ras ved å legge opp en *kontrafylling*, som vist på fig. 11. Kontrafyllingen skal tjene som en motvekt på grunnen utenfor fyllingen og skal hindre at masser i grunnen under fyllingen skal bli presset ut og opp, utenfor fyllingen.



Fig. 10.



Fig. 11.

Så er det et forhold som ofte blir oversett. Det gjelder opplag som er meget tunge, f.eks. et lager av pukk eller skinner. Selv om opplaget bare skal ligge i kort tid, er det fornuftig at det på forhånd blir bedt om råd hos Geoteknisk kontor, hvis ikke grunnen er absolutt sikker og for eksempel består av fjell. Ellers kan man risikere at hele opplaget en vakker dag seiler avgårde i et ras.

Risikoen for dette er størst der hvor grunnen består av leire. Selv om terrenget skulle være dekket med stein og blokker, kan man ikke være trygg, det kan være løs leire under.

3.3. Planeringsarbeidet.

Planeringsarbeidet er ved NSB i alminnelighet utført slik at fyllingene er fylt ut med masser fra de nærmeste skjæringer eller tunneler. Manglende masser tatt som *sideskjæring* og overflødige masser er lagt ut som *sidefylling*.

Når vi anvender massene på denne måte, vil vi altså finne igjen i fyllingene de samme slag masser som vi har i de nærmeste skjæringer, hva enten massene er gode eller mindre gode som fyllmasse. Ofte har vi fyllinger som er utfylt med masse av forskjellige slag, både tette og porøse jordmasser eller vi finner jord og stein i samme fylling. Utfyllingen skal da være foretatt slik at de tette massene er plassert på oppsiden av fyllingen. Ellers vil det kunne trenge vann inn i fyllingen fra det ovenfor liggende terrenget, og det vil oppstå vannlommer inne i fyllingen.

Planeringsmetoden er økonomisk, men har den svakhet at det ikke alltid blir forsvarlig avløp for grunnvann som er oversett under arbeidet med fyllingene. Resultatet har vært at vi har fått ikke så få ulemper i form av ujevne setninger i linjen eller utglidninger, og det har ført til adskillig etterarbeid for å få fyllingene stabilisert. Dette vil bli nærmere omtalt senere.

Nyfylte masser i en fylling vil alltid gå noe sammen, idet massene etter hvert blir fastere. Man sier at fyllingen *setter seg*. Denne setningen, som vi har både i jord- og steinmasser, er størst til å begynne med. Den avtar etter hvert og vil etter en del år ikke merkes lenger. Tiden kan variere noe for de forskjellige fyllinger, avhengig av fyllingshøyde, fyllmasse og måten fyllingene er utfylt på.

I en fylling som er bygget opp av ensartede masser, vil setningen normalt bare variere med fyllingshøyden. Setningene er som oftest jevne og registreres som høydefeil i sporet. Men hvis fyllingen ligger i skråterreng, kan det oppstå vindskjevhet i sporet, når setningen er forskjellig på de to sider av fyllingen. I en ferdig planert fylling kan vi ikke gjøre noe for å hindre setninger av dette slag, vi må bare etterjustere sporet så ofte og så lenge det er nødvendig av hensyn til kjørbareheten.

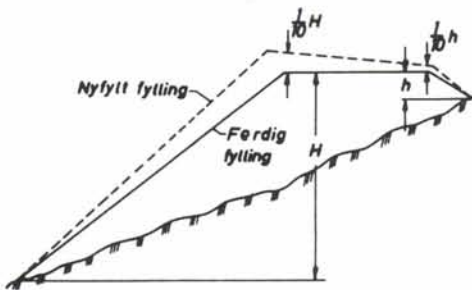


Fig. 12.
Nyfyllt fylling gis overhøyde og overbredde.

Hvis vi fylte ut fyllingen etter de teoretiske mål i planeringsprofilen, ville vi meget snart få fyllinger som var både for smale og for lave. For å slippe etterfylling av masse og unødig supplering av ballast, bruker vi å gi nye fyllinger en viss overbredde og overhøyde, som vist i fig. 12. I alminnelighet har vi ved NSB anvendt samme mål for overbredde og overhøyde.

Overbredden kommer som tillegg på hver side av fyllingen.

For løst utfylte jordfyllinger regner vi med at overhøyden og overbredden må være omkring 1/10 av fyllingshøyden, litt mere for leire og silt og litt mindre for sand og grus. En jordfylling som skal være 5 meter høy på flatt terreng, må da fylles i en høyde av ca. 5,5 m og toppen av fyllingen må på hver side være utfylt ca. 0,5 m bredere enn foreskrevet etter planeringsprofilen. I steinfyllinger er setningen mindre enn i jordfyllinger. I alminnelighet er det her tilstrekkelig å regne med en overhøyde og overbredde på omkring halvparten av den som anses nødvendig for en jordfylling.

Ved store fyllinger må setningene vurderes på forhånd av geoteknikere.

Det vi hittil har hørt om er setninger i oppfylte masser. Vi kan også få merkbare setninger av samme slag *under* en fylling, altså i selve undergrunnen når denne består av dype lag av leire. Leiren kan da bli trykket sammen på grunn av vekten av fyllingen, samtidig som en del av vannet i porene langsomt blir presset ut. Dette vil virke som en setning i fyllingen, og denne setningen kan ofte være større enn setningen i selve fyllmassene.

Setninger av dette slag er også størst til å begynne med, men de er som regel jevne og ufarlige. De avtar etter hvert, men ved stor fyllingshøyde på lett sammentrykkbar grunn, kan det ta årtier før fyllingen kommer helt til ro. Når fyllingen en gang er utfylt, kan vi heller ikke gjøre noe for å forhindre setning i undergrunnen. Men vi kan fremskynde setningen, hvis vi før utfyllingen foretar en *dypdrenering* av grunnen ved hjelp av vertikale sanddren. Det bores

da dype huller i leiren som fylles med sand, for at porevannet lettere skal slippe ut under sammenpressingen av leiren. Hvor det kan ventes setning i selve undergrunnen, må fyllinger legges ut med ekstra overhøyde og overbredde. Størrelsen må bestemmes av geoteknikere.

En egen art setning kan oppstå i fyllinger som ligger i bratt skråterreng og hvor fyllingsskråningen løper ut i en spiss. Årsaken er at skråningsmassene siger ned fordi det ikke er sørget for tilstrekkelig fot for skråningen (fig. 13). Resultatet til slutt blir en fylling som er for smal.

Smale fyllinger finnes for øvrig i stort antall på mange av våre eldre baner. På slike fyllinger er det gjerne lagt opp en *ballastkant* for å holde ballasten på plass. En slik ballastkant skal være murt opp av stein, og den må ikke legges høyere opp enn til 0,2 m under svilletopp, ellers får vi ikke dratt ut svillene (fig. 14). Er det brukt andre materialer enn stein, f.eks. torv, må ballastkanten omgående erstattes med en ballastkant av materialer som slipper vannet lett gjennom slik at tørrleggingen av ballasten ikke hindres.

Selv en ballastkant av stein må bare betraktes som en midlertidig forføyning eller som en nødutvei, når den er lagt opp slik som vist i fig. 14. Den kan til nød godkjennes som en permanent løsning i en skjæring, hvor ballastkanten ligger på toppen av en lav grøfteskråning. Men i fyllinger er ikke stabiliteten betryggende før vi har etterfylt masse i tilstrekkelig bredde.

Breiddeutvidelsen bør skje med grus eller subbus. Vi bør unngå å bruke en tett masse som silt, idet vi risikerer å stenge vannet inne i fyllingen. Skulle vi likevel få tillatelse til å etterfylle med silt på enkelte steder, må det sørges for at massen trekkes helt ned til foten av fyllingen og ikke blir hengende bare i den øvre del av skråningen. I skratterreng må det også sørges for at de etterfylte siltmassene får betryggende fot, slik som angitt i fig. 13.

Fjellskjæringer og fjelltunneler skal være sprenget ut slik at det ikke stikker fjellnabber inn i planeringsprofilet. Under sprengningsarbeidet er det da ikke til å unngå at det blir tatt ut en del fjell utenfor profilet. Dette overskytende fjell kalles for *overfjell*. I løst fjell kan det bli ganske betydelige masser overfjell.

Den utsprengte steinen tar vesentlig mere plass enn det faste fjellet. Ved NSB regner vi i alminnelighet med en utvidelse på 1/3 for steinmasser som skal anvendes i fylling. 300 m³ fast fjell vil da gi tilstrekkelig masser for 400 m³ fylling. Uttatte jordmasser får også en viss varig utvidelse etter at fyllingsmassen har satt seg. Denne utvidelse er imidlertid så liten at man ved NSB ikke regner med den.

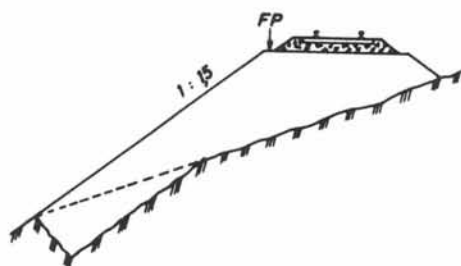


Fig. 13.

God fyllingsfot i skratterreng.



Fig. 14.

Ballastkant.

3.4. Arbeidsmaskiner til planeringsarbeidet.

Til planeringsarbeidet og vedlikeholdet brukes arbeidsmaskiner av forskjellige slag. Ingen tjenestemann må settes til å betjene en arbeidsmaskin uten at han har gjennomgått den foreskrevne opplæring og er blitt godkjent som maskinkjører.

På sidene 18, 19 og 20 er gitt en oversikt i bilder over de mest alminnelige planeringsmaskiner. Arbeidsmaskiner til helt spesielle formål er ikke medtatt i oversikten, men noen er omtalt andre steder i boken under beskrivelsen av det spesielle arbeid som de er beregnet for.



Fig. 15.
Hydraulisk mobilkran.

Største last,	
kort arm	7000 kg
Største last,	
lang arm	1000 kg
Maks. høyde	16,0 m



Fig. 16.
Hydraulisk styrt
gravemaskin med
bakgraverutstyr.

Maskinvekt	
ca. 15 tonn	
Skuffevolum	
ca. 0,7 m ³	



Fig. 17.
Tele- og stenspetteaggregat
hydraulisk drevet tilkople
traktorens hydraulikksystem.

Fig. 18. Moderne traktor med graveutstyr i den ene ende og lasteapparat i den andre. Det hele er sammenbygget til en maskin med komfortabel førerhytte.

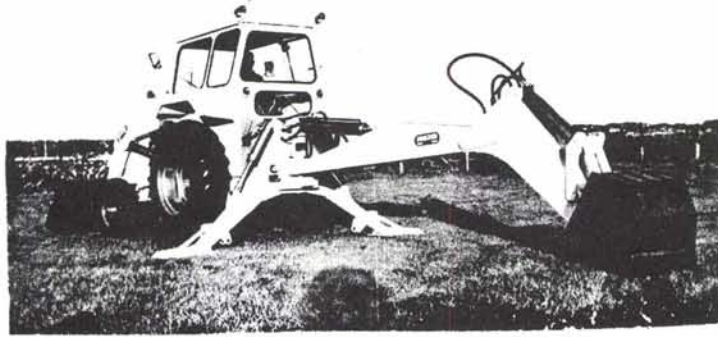


Fig. 19.
Hjullaster av liten type.



Fig. 20.
Hjullaster, "midtstyrt" type.
Maskinen er leddet på midten og dette gir liten svingradius.

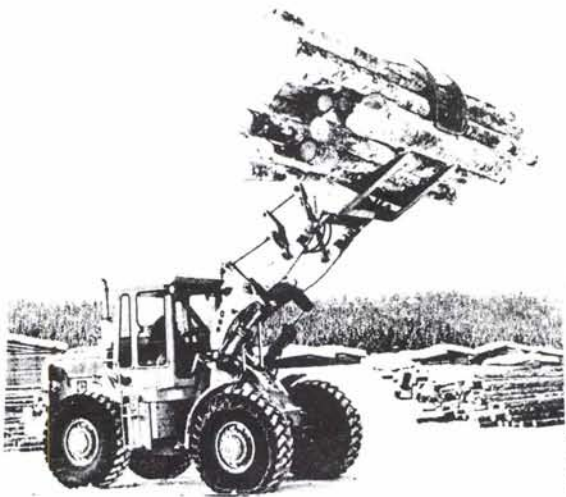


Fig. 21.
Hjullaster med utstyr for tømmerlastning.



Fig. 22.
Beltetraktor med sidetippende skuff.
Fronttippende skuff er mere alminnelig.

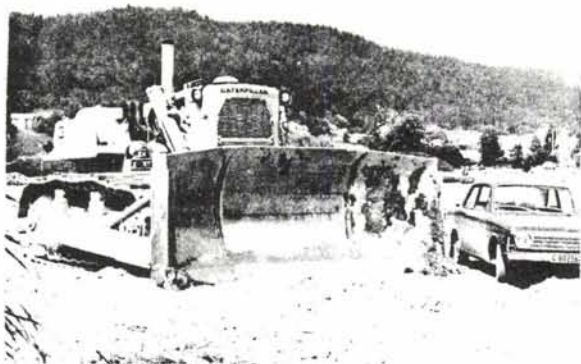


Fig. 23.
Bulldozer (beltetraktor med bulldozerutstyr).

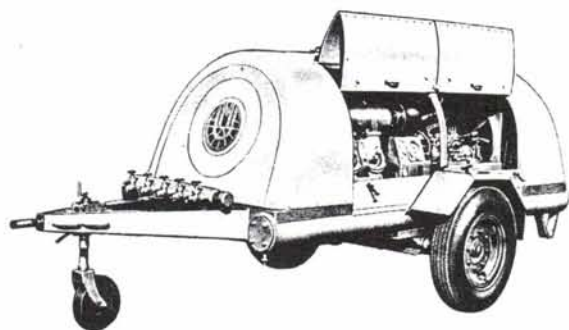


Fig. 24.
Moderne transportabel kompressor, stor type. Kapasitet ca. 20 m³ komprimert luft pr. minutt, lufttrykk ca. 7 atmosfærer (7 kg pr. cm²).

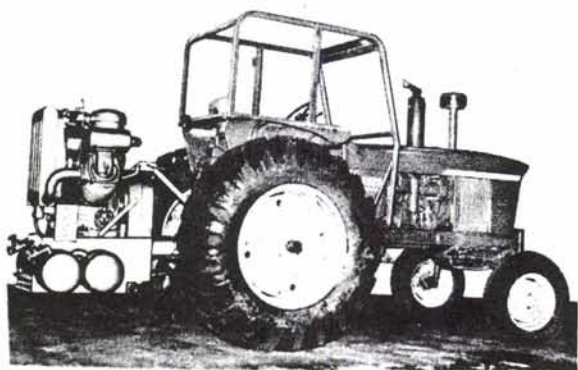


Fig. 25.
Kompressor montert på traktor. Kapasitet opp til 6 m³ luft pr. minutt, lufttrykk ca. 7 kg pr. cm².

4. BETONG

Armert betong er det viktigste byggematerialet i Norge så vel som i mange andre land. Vi finner det som fabrikkfremstilte konstruksjonselementer som rør, kummer, peler, bjelker og annet. Den største anvendelse av betong har vi i høyhusbebyggelse, bruer, støttemurer, siloer m.m. Fremstillingen av betong foregikk tidligere kun på arbeidsstedet. I dag blir en stor del av betongen laget i fabrikk. Muligheten til å lage god betong er betydelig større i en fabrikk enn på de fleste arbeidsplasser blant annet fordi betongens forskjellige bestanddeler her blir nøyaktig veid før de går inn i blandingen. Rundt om i landet har vi nå (1980) ca. 153 godkjente fabrikker for fremstilling av ferdig betong. Stort sett bør man basere seg på fabrikkblandet betong. Bare der ferdigbetong vanskelig lar seg levere, bør man selv fremstille den på plassen.

Betong fremstilles av sement, vann og tilslag (sand og stein). Når sement blandes med vann, får vi sementlim. Sementlimets oppgave er

å kitte sammen sand og steinmaterialene til en fast masse. Dette skjer gradvis. Etter et par timer begynner massen å størkne og etter 3-4 timer er den på det nærmeste blitt stiv. Den første del av prosessen kalles *størkning*, og den fortsatte del *herdning*. Under størkningen og herdningen foregår det en kjemisk prosess ved at en del av vannet i blandingen inngår en fast forbindelse med sementen.

Sementvelling er en blanding av sement og vann, altså det samme som sementlim. Hvis vi setter sand til sementvellingen, får vi *mørtel*. Den kalles også ofte for *finsats*.

Sement.

Sement fremstilles av kalkstein og kvartsholdige materialer som sand og leire. Materialene brennes i roterende ovn og blir deretter finmalt til pulver.

Det aller meste av den sement som anvendes her i landet er *standard portlandsement*, også kalt *vanlig* sement. Den leveres mest alminnelig i papirsekker på 50 kg. Det er foreskrevet at sekkene skal være *grå*.

Rapidsement er en portlandsement som ligner standardsementen. Den vesentligste forskjell er at den herdner raskere, og den brukes derfor fortrinnsvis ved vinterstøping. Rapidsementen leveres i *grønne* sekker.

Ved siden av disse to sementer finnes det på markedet en del spesialsementer som bare skal brukes under spesielle forhold.

Sement må lagres tørt. Kommer det fuktighet til sementen, vil den straks reagere og sementen blir klumpet og hard i sekkene. Den slags sement må bare brukes til mindre viktige arbeider etter at klumpene er siktet fra. Best er det å bruke så fersk sement som mulig og ikke holde større mengde på lager enn absolutt nødvendig.

Selv luftfuktigheten kan ødelegge sement som lagres. Må sementen lagres, skal den ligge fritt ut fra veggen i tørre og trekkfrie rom. Sement som for en kort tid må lagres ute, skal ligge minst 20 cm opp fra bakken og være forsvarlig dekket.

Tilslagsmaterialer.

Sand og stein kalles for tilslagsmaterialer og utgjør hovedmassen i betong (60 - 75%). Med "sand" forstås i betongteknikken et tilslagsmateriale som har en kornstørrelse mellom 4,0 mm og 0,125 mm. Alt som er større, kalles stein.

Kornfordelingen i tilslagsmaterialer bestemmes ved at materialene siktes gjennom en rekke sikt med forskjellig maskevidde. Maskevidden på et av disse sikt er 4,0 mm.

Man må være oppmerksom på at denne inndeling etter kornstørrelsen ikke stemmer med den inndeling som anvendes i geoteknikken og som er gjengitt i avsnitt 2. For å unngå misforståelser, vil det i fortsettelsen bli brukt betegnelsene "støpesand" og "støpegrus". Støpegrus er støpesand og stein i samfengt masse med kornstørrelse 0-8 mm.

Kvaliteten av tilslagsmaterialene har meget stor betydning for betongens styrke. Når betongen ryker, hender det ofte at bruddet går tvers gjennom en stein. Tilslaget må derfor være av et fast værbestandig materiale. Det må også være mest mulig rent, så sementlimet får godt feste til de enkelte mineral Korn.

Humus (organiske bestanddeler) er den mest alminnelige forurensning av støpesand. Den er samtidig den mest skadelige. Mengden av humus i støpesand kan konstateres ved en enkel prøve (natronlutprøven). Den vil imidlertid ikke bli beskrevet her. Innblanding av leirholdige bestanddeler forekommer også forholdsvis hyppig, men kan tåles i ganske små mengder. Grus- og sandtak må stelles slik at de masser som man tar ut som støpesand og støpegrus er mest mulig rene.

En god støpesand skal pakke seg best mulig sammen i naturlig tilstand. Da har støpesanden et minimum av hulrom, og det går med minst mulig sementlim til å fylle hulrommene. Avgjørende her er kornformen og korngraderingen. Best er en kornform som er tilnærmet rund eller kubisk. Avlange korn er ugunstige. Størst betydning har imidlertid kornfordelingen. En god støpesand skal være velgradert, den skal ha en blanding av mange kornstørrelser, slik at det alltid er nok av de finere mineralkorn til å fylle mellomrommet mellom de større.

Steinen i tilslaget skal også ha en kornform som er mest mulig rund eller kubisk. Når det gjelder naturstein kontra pukk, så har naturstein gjennomgående en bedre kornform enn pukk. Men naturstein kan ofte være så glatt at sementlimet ikke får godt feste. Da bør det helst brukes pukk (knust stein).

Man kan bruke mer stein i forhold til mengden av støpesand, jo større steinen er. Maksimalstørrelsen er imidlertid avhengig av tykkelsen på støpen. En steinstørrelse på opp til 25 mm er meget alminnelig, men man kan gå til 40-50 mm i grovere konstruksjoner.

Blandevannet.

Vann til betongstøp skal være rent, uten forurensninger og mest mulig fritt for syrer. Myrvann bør ikke brukes, det er som regel for surt, se avsnitt 5. Man kan gå ut fra at godt drikkevann også er godt egnet til betong. Sjøvann kan brukes, men helst ikke til armerte konstruksjoner. Godt ferskvann er det beste.

Betongens styrke. Vann-sementforholdet.

Ennå er vi ikke kommet lenger enn at vi har sementen, vannet og tilslagsmaterialene i beredskap hver for seg. Nå skal disse materialer blandes i et visst forhold for å få en betong som har bestemte egenskaper med hensyn til styrke, vanntetthet, frostbestandighet eller slitestyrke. Det må da først vurderes hvilken av disse egenskaper ved betongen som må tillegges størst vekt. Det er imidlertid slik at vanntettheten, frostbestandigheten og slitestyrken stort sett øker i takt med betongens styrke. En betong som er fast og sterk har samtidig gode egenskaper både med hensyn til vanntetthet, frostbestandighet og slitestyrke. Det er derfor tilstrekkelig at vi ser på hva som i første omgang er bestemmende for betongens styrke.

Med betongens "styrke" forstås her og i det etterfølgende alltid trykkstyrken, dvs. trykkfastheten. Betongens strekkfasthet er bare en brøkdel av trykkfastheten.

I sin alminnelighet er det styrken på sementlimet som bestemmer styrken på betongen. Det er riktignok mange andre faktorer som teller under fremstillingen av betong, men det er saker og ting som vi skal komme inn på etter hvert. Nå er det sementlimet det dreier seg om.

Styrken på sementlimet er avhengig av hvor meget vann vi setter til sementen. Blander vi meget vann i sementen, får vi et tynt sementlim med liten styrke, bruker vi mindre vann får vi et tykkere og

sterkere sementlim. For å få en betong med bestemt styrke, må det være et bestemt forhold mellom mengden av vann og sement i sementlimet. Dette kalles *vann-sementforholdet*, og det er likt antall liter vann for hvert kilo sement. *Jo lavere vann-sementforholdet er, desto sterkere blir betongen.* En betong blir sterkere med et vann-sementforhold på 0,60 enn på 0,90.

Den vannmengde som finnes i sementlimet, er som regel langt større enn den mengde vann som kreves for den kjemiske reaksjon med sementen. Av resten av vannet vil noe forsvinne under arbeidet, en del vil fordampe og noe blir igjen som porevann i den ferdige betong. Når betongen skal herdne, må man derfor sørge for at det ikke damper bort mere vann enn at det alltid er nok vann igjen for herdningsprosessen. Dette skal vi komme tilbake til lengre ute under omtalen av herdingen.

Jo mere vann som tilsettes sementen, altså jo høyere vann-sementforholdet er, desto større er mengden av vann som forsvinner ut av betongen ved fordampning og den ferdige betong blir tilsvarende porøs. En betong som er meget porøs, har liten styrke. Samtidig suger den lett til seg vann og kan da fryse istykker.

Ved ethvert støpearbeid skal vann-sementforholdet være fastlagt på forhånd, så man får en betong av den rette kvalitet. Og så må man bruke det samme vann-sementforhold under hele arbeidet, ellers blir kvaliteten ujevn. Nå er det så at naturfuktig støpesand alltid inneholder noe fritt vann, i alminnelighet 4-8 volumprosent. Dette vannet må også telles med i den samlede vannmengde som skal finnes i sementlimet. Ved viktigere støpearbeider, hvor det er meget om å gjøre at betongen skal holde en bestemt minste styrke, må vanninnholdet i støpesanden undersøkes fra tid til annen så man alltid får det riktige vann-sementforhold i blandingen. Undersøkelsen er enkel. Man måler opp og veier en liten porsjon støpesand, som så tørkes og veies på nytt. Differansen utgjør da vanninnholdet.

Magerbetong, som f.eks. skal danne underlag for fundamenter, kan i alminnelighet utføres med et vann-sementforhold på 0,90. Det blir en betong med lav styrke. For kjellermurer kan som oftest brukes et vann-sementforhold på 0,75. Konstruksjoner i det fri, som f.eks. kompakte støttemurer, bør ikke utføres med høyere vann-sementforhold enn ca. 0,60, og for vanntett betong bør vann-sementforholdet være mindre enn 0,50. Dette er noen eksempler for å vise størrelsen av vann-sementforhold for forskjellige betongkvaliteter.

Betongens konsistens.

Når sementlimet tilsettes sand og stein, blir blandingen tykkere og stivere. Men mengden av tilslag medfører ingen forandring av betongens styrke. Denne er normalt bestemt ved vann-sementforholdet. Det forutsettes da at det brukes bare gode tilsatsmaterialer og at det er tilstrekkelig med sementlim i blandingen til å fylle alle hulrommene i massen, slik at denne blir kompakt.

Jo mere tilslag som tilsettes, desto tykkere og stivere blir blandingen. Men mengden av tilslag må velges slik at betongen blir god å håndtere. Betongen skal ha riktig *konsistens*. Dette at betongen er god å håndtere, er godt støpelig, det er en viktig betingelse for å få en god betong. Om konsistensen skal være mere eller mindre stiv eller bløt, avhenger av de muligheter vi har for å få betongen på plass i formen og for å få den komprimert med de hjelpemidler vi har. Det skal aldri brukes en konsistens som er bløtere enn nødvendig for å gjøre betongen godt støpelig. Detaljer ved komprimeringen skal bli omtalt senere.

Er konsistensen av en blanding blitt for bløt, må det settes til mere tilslag. Er konsistensen blitt for stiv, må det *ikke settes til mere vann*, for da blir vann-sementforholdet feilaktig. Det må settes til mere sementlim.

Som regel oppgis i slump. En slump på 5-10 cm betegner plastisk konsistens, 15-20 cm betegner flytende konsistens.

En betong med bløt konsistens har lett for å skille seg under arbeidet og støpen blir ujevn med huller og "steinreir", dvs. ansamlinger av bare stein. At betongen skiller seg vil si at steinen skiller seg fra mørtelen eller vannet skiller seg ut av sementlimet. På den annen side kan en konsistens som er for stiv, også gi en hullet støp når man ikke får komprimert den ordentlig. Til vanlige mindre betongarbeider på linjen passer det i alminnelighet godt å bruke en plastisk konsistens. Denne ligner meget på konsistensen på en passende tykk og varm risengrynsgrot. Ved tipping flyter massen langsomt utover. Når man bruker en betong med plastisk konsistens, må betongen komprimeres. Komprimering bør skje ved vibrering. Er betongkonsistensen flytende, kan håndbearbeiding være tilstrekkelig.

Blandingsforholdet.

For å få den rette konsistensen kreves det altså at blandingen inneholder en viss mengde tilslag. Bruker man støpegrus som tilslagsmateriale, er saken enkel, det er bare å pøse på støpegrus inntil blandingen får den rette konsistens. Det er litt mere innviklet med støpesand og stein adskilt. Det gjelder her å komme frem til en blanding av støpesand og stein som har minst mulig hulrom. Sementlimet skal da fylle alle hulrom i støpesanden og videre skal sementlimet + støpesanden fylle alle hulrom i steinen.

Mengden tas ut av anerkjente blandetabeller. Har man ikke fått utlevert blandetabell og heller ikke fått oppgitt blandingsforholdet, må man ved mindre viktige arbeider forsøke seg frem med små prøveblandinger med nøyaktig oppmålte mengder, inntil man får det rette blandingsforhold og den rette konsistens på blandingen. *Vann-sementforholdet må være kjent på forhånd.* Ved alle viktigere arbeider skal både blandingsforholdet og vann-sementforholdet være fastlagt før arbeidet settes i gang.

For utmåling på byggeplassen er det mest praktisk å angi mengden av støpesand og stein i forhold til sementmengden. Et blandingsforhold av f.eks. 1:3,5:2,5 (leses: 1 til 3,5 til 2,5) betyr da, at det til 1 del sement skal brukes 3,5 deler støpesand og 2,5 deler stein. Vannmengden er angitt ved vann-sementforholdet. Mengdene kan måles ut etter vekt eller etter volum, og det må angis hvilken målemetode som skal brukes. Utmåling etter vekt er mest nøyaktig og skal brukes ved viktigere arbeider.

Blanding og støping.

Blanding foregår enten som håndblanding eller som maskinblanding. Best resultat får man ved maskinblanding. Håndblanding er tungvint og arbeidskrevende og er ikke aktuell fremgangsmåte annet enn ved meget små arbeider.

Hvis betongen skal få en jevn kvalitet, må mengden av sement, vann og tilslag være riktig utmålt for hver sats som blandes. Sementen bør helst måles opp i hele sekker pr. sats. En sekk sement på 50 kg rommer ca. 38 l (romvekt ca. 1,3). Til nød kan man bruke halve sekker,

men sekkene bør da deles på midten med en skarp kniv og ikke med betongskuffen. Er selv en halv sekk for meget for satsen, får man bruke litermål.

Hvis det brukes trillebår for transport av tilslagsmaterialene frem til blandemaskinen eller blande Brettet, kan denne brukes som mål. Tilslagsmengden pr. sats deles da opp i like store trillebårlass. Det første lasset med støpesand eller stein måles ut, enten etter vekt eller volum, hvorpå man jevner ut overflaten og merker opp denne på innsiden av båren. Eller det kan lages en mal som strykes over kanten av båren og som følger overflaten av lasset. Nå kan båren brukes som mål for det videre arbeid.

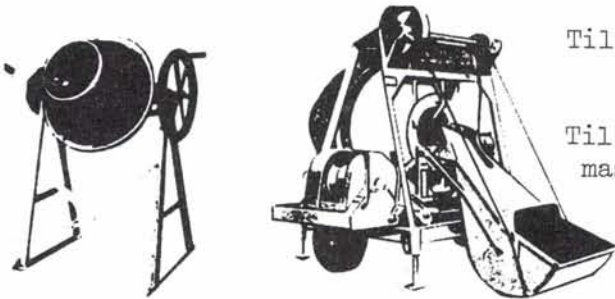
Ved bruk av små blandemaskiner ser man ofte at støpesand og stein måles opp etter antall skuffer, ved å spa direkte fra haugen og inn i maskinen. Denne målemetode er meget unøyaktig, særlig for støpesand. Det avhenger jo fullstendig av fuktighetsinnholdet i støpesanden hvor meget støpesand man får med på skuffen. Langt bedre er det å bruke en løs målekarm som settes på et trebrett inn til haugen. Karmen må ha det rette rominnhold. Hvis den gjøres 50 cm bred og 20 cm høy, vil lengden målt i centimeter angi literinnholdet. Når karmen er fylt, tas den vekk og den utmålte masse spas inn i maskinen. Målekarm bør også brukes ved håndblanding. Den settes da på blande Brettet.

Fig. 26.

Betongblandemaskiner.

Til venstre liten blandemaskin for hånddrift.

Til høyre middelstor blandemaskin med ifyllingsskuff.



Det rominnhold som er oppgitt for en blandemaskin gjelder som regel for de løst ifylte masser. Satsens størrelse må da tilpasses rominnholdet og som nevnt helst med et antall hele sekker sement i satsen. Under blandingen vil massene pakke seg sammen og rominnholdet av den ferdige betong vil være ca. 70% av rominnholdet for løsmassene.

Blanding skal foregå i minst 1½ minutt etter at samtlige materialer er kommet inn i maskinen.

Håndblanding foregår på et blande Brett som ikke bør være mindre enn 2 x 3 m. Den utmålte støpesanden spres først ut og sementen tømmes oppå. Støpesand og sement blandes deretter tørt ved å spas om minst 3 ganger. Så legges steinen oppå og det hele blandes under tilsetting av den mengde vann som bestemmes av vann-sementforholdet.

Ved stans i arbeidet må blandemaskin og blande Brett samt redskapene for øvrig rengjøres før betongen får anledning til å størkne. Rengjøringen blir ellers et sørgelig arbeid.

Før man kan begynne å støpe, må forskalingen gjøres ordentlig ren. Dessuten må forskalingen vannes godt, så treverket ikke trekker vann ut av betongen.

Når betongen skal transporteres fra blanderen til støpededet, skal dette skje mest mulig direkte og så snart som mulig etter blandingen. Det bør ikke gå over 1 time mellom blanding og støping, ellers kan betongen begynne å størkne før den blir lagt i støpen. Den slags betong skal ikke brukes, satsen må kasseres. Man kan nok få betongen til å se fin ut ved å spa om satsen, men det hjelper ikke på kvaliteten. Det blir i alle tilfelle en mindreverdige betong, som i verste fall kan gi en støp som er helt mislykket.

Betongen skal helst legges på endelig plass i støpen med en gang. Transportbanen må da anordnes slik at den har et tilstrekkelig antall avkjørsler. Den riktige måten er å legge ut betongen så tett som mulig i forholdsvis tynne, vannrette lag. En lagtykkelse på 25-30 cm passer i alminnelighet bra, men kan økes til 40-50 cm ved grove konstruksjoner. Det kan nok synes mere lettvtint å tippe betongen i større hauger på enkelte steder i formen og så skyve eller måke betongen utover på plass eller la den sige ut av seg selv, men da risikerer man at betongen skiller seg, og vi får en ujevn støp. Tipping fra trillebår kan foretas når høyden ikke er over 1,5 m.

Man må med alle midler søke å hindre at betongen skiller seg, både under transporten og under støpingen. Har betongen skilt seg under transporten, må den tippes på et brett og spas om før den legges i støpen. Har den skilt seg i støpen og det har dannet seg steinreir, er det bare en framgangsmåte som duger for å rette på dette. Det er å grave opp steinen og fordele den på mørtelrike steder i støpen og så stampe den godt ned. Man må prøve å unngå at utskilt vann samler seg langs forskalingen, det vil være årsak til at betongen blir svekket på ytterflaten. Skilles det ut større vannmengder på dypere partier i midten av støpen, må det her legges en tørrere sats som kan suge opp overskuddsvannet. Nystøpt betong må beskyttes mot regn.



Fig. 27.
Vibrering av dekkstøp
med stav vibrator.

Når betongen er kommet på plass i forskalingen, må den *komprimeres*, det vil si at den må bearbeides så den pakker seg best mulig sammen og omslutter armeringen overalt og fyller helt ut formen. Komprimeringen kan skje på forskjellige vis, enten ved stamping, ved staking med en lekte eller lignende eller ved *vibrering*. Ved vibrering rystes betongen sammen ved hjelp av *vibratoreer* som drives med trykkluft eller elektromotor. Betong som skal vibreres kan ha en konsistens som er atskillig stivere enn noramlt ellers.

Komprimeringen avsluttes når betongen svetter på overflaten og denne er blitt jevn. Den skal ikke drives så langt at det skilles ut vann eller at steinen synker til bunns. Hvert enkelt støpeskikt skal bearbeides tvers igjennom, så det blander seg godt med det skiktet som ligger under.

Hvis ikke støpingen kan foregå kontinuerlig må det anordnes *støpeskjøter*. Ved sterkt påkjente konstruksjoner er beliggenheten av støpeskjøter som regel angitt på forhånd. Alle andre støpeskjøter skal være mest mulig *horisontale* eller *vertikale*. De skal være jevne. For vertikale støpeskjøter må det anbringes en midlertidig forskaling i skjøten.

Det vil danne seg en glatt hinne på nystøpt betong som står i ro en tid. Er betongen og hinnen blitt fast når det skal støpes videre, vil denne hinnen bevirke at det ikke blir god sammenheng mellom gammel og ny støp. Hinnen må derfor fjernes og den bør fjernes så snart betongen er blitt tilstrekkelig fast. Det kan da gjøres med en stiv kost, en piasavakost eller en stålbørste. Dessuten må overflaten gjøres tilstrekkelig ru så den nye betongen får godt feste. Når det støpes videre, legges det først ut et lag finsats i støpeskjøten og denne arbeides godt inn i den ru overflaten med en kost.

En støpeskjøt må være lett tilgjengelig hvis arbeidet med skjøten skal bli skikkelig utført. Det må derfor være tatt hensyn til mulige støpeskjøter under oppsetting av forskalingen, så man ikke får en støpeskjøt dypt nede i en trang forskaling.

Støpeskjøter er svake punkter i et byggverk. Hvis de ikke utføres omhyggelig, kan de komme til å redusere levetiden for byggverket ganske betraktelig.

Herding.

Når støpearbeidet er avsluttet, står det igjen å la betongen få herdne, så den får den styrke som er forutsatt. Som nevnt foregår herdingen ved at sement og vann danner en fast kjemisk forbindelse. Denne prosess foregår gradvis etter hvert som vannet trenger inn i sementkornene. Normalt vil en vesentlig del av herdingen foregå i løpet av de første 7 døgn, senere går det langsommere og det tar lang tid før betongen har fått sin fulle styrke. Under den første del av herdingen må betongen om nødvendig beskyttes mot frost.

Herdingen er altså avhengig av at det er tilstrekkelig med vann i betongen. Hvis betongen tørker opp for tidlig, vil herdingen stoppe og vi kan risikere at betongens styrke blir sterkt redusert. Det må derfor sørges for at betongflater som er utsatt for å tørke, holdes våte eller fuktige ved overdekning med våt sand, våte sekker eller ved vanning. Man starter vanningen så snart betongen er blitt tilstrekkelig stiv og senest 10-12 timer etter støpingen. Vanningen kan avsluttes etter 2 uker, men ved høy sommervarme og mye sol bør den fortsette ytterligere 2 uker. Man kan sløyfe vanningen hvis man dekker de utsatte betongflatene med plastfolie. Dette er antakelig den beste herdingsmetoden. Overdekningen må da være så tett som mulig, så man unngår fordamping.

Forskalingen må ikke rives før betongen er blitt tilstrekkelig fast og bæredyktig.

Støping om vinteren.

Ved støping om vinteren, kan man risikere at blandevannet i betongen fryser og betongen kan helt eller delvis bli ødelagt. Frysing kan forhindres ved å støpe med tilstrekkelig varm betong og dekke støpen med halm eller annet som isolerer mot kulde. Det må aldri støpes mot frossen bakke eller frossen betong.

Blandevannet og tilslagsmaterialene må oppvarmes etter bestemte regler, avhengig av temperaturen. Sementen må aldri varmes. Det bør ikke støpes ved lavere temperatur enn -10°C .

Til vinterstøping bruker man gjerne rapidsement.

Tilsetningsstoffer.

For å oppnå eller fremheve spesielle egenskaper hos den ferske eller herdede betong, finnes det mange stoffer som kan blandes i betongen.

Av disse kan nevnes:

Akseleerende stoffer. Disse gjør at herdningen går raskere enn den ellers ville ha gjort.

Retarderende stoffer. Disse gjør at betongens begynnende størkning blir utsatt.

Luftinnførende stoffer. Disse gjør at betongen blir mer frostsikker, og brukes derfor i slike konstruksjoner som bruer og støttemurer som til stadighet er utsatt for frysing og tining.

Plastiserende stoffer. Disse gjør betongen mer lett bearbeidelig.

Blant de nevnte typer finnes det en rekke produkter med vekslende kvalitet. Disse får ikke brukes uten i samråd med en fagmann. Det er feil å tro at en dårlig betong kan bli god bare ved å bruke et eller annet tilsetningsstoff. Ifølge Norsk standard 3474 tillates ikke tilsetningsstoffer anvendt til betong fremstilt på byggeplassen. Det vil med andre ord si at dosering av tilsetningsstoffer bare får foregå ved fabrikker som fremstiller ferdigbetong.

Armert betong.

Vanlig betong tåler å bli utsatt for store trykkpåkjenninger uten å bryte. Derimot har den liten evne til å motstå strekk. Vi kan som eksempel ta en betongbjelke og legge den opp på to understøttelser. Belastning vi bjelken, vil den bli svakt bøyd. Oversiden vil bli trykket noe sammen og undersiden strukket. Øker vi belastningen, vil det snart oppstå sprekker på undersiden og bjelken vil bryte sammen.

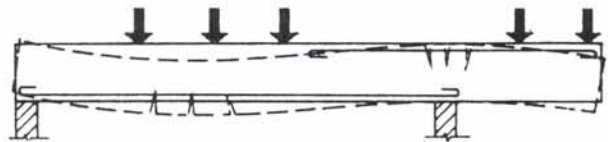


Fig. 28.
Betongbjelke med og uten armering.

Ved å legge inn en armering av stål i strekksonen, vil armeringen ta opp det meste av strekkraften og betongbjelken vil bli langt mere bæredyktig. Dette er i korte trekk prinsippet for *armert betong* og det er denne kombinasjon av stål og betong som har gjort betongen til det allsidige byggemateriale som den er.

Hvis man kan få tilveiebrakt et kunstig trykk i betongen, vil betongen bli enda bedre skikket til å tåle store belastninger, uten at strekkpåkjenningen blir farlig. Dette oppnår man ved å strekke eller spenne armeringen og vi får *spennebetong*.

Armeringen spennes med en viss kraft og den vil få en liten forlengelse. Når armeringen forsøker å trekke seg sammen igjen, vil betongen holde imot og vil derved bli utsatt for en trykkraft av samme størrelse som den kraften som skulle til for å spenne armeringen. I ubelastet tilstand vil en konstruksjon av spennbetong derfor alltid være utsatt for trykkpåkjenning. Den påførte spennkraften i spennbetongbruer er så stor at konstruksjonen selv i belastet tilstand ikke er utsatt for strekpkjenning i betongen.

Spennbetong er også brukt i betongsviller ved NSB.

Sluttord.

Konstruksjoner av betong som er riktig fremstillet og riktig dimensjonert, vil ha lang levetid. Men som man vil ha sett av det forangående, er det rikelig anledning til å gjøre feil under fremstillingen, og enhver feil vil innvirke på levetiden mere eller mindre.

Svovelholdige materialer angriper vanlig sement. Slagg fra kull eller koks hører til denne gruppe materialer og skal ikke brukes som fyllmasse mot betongkonstruksjoner utført med vanlig sement. Alunskiferen, som er en alminnelig bergart i Oslo-feltet, inneholder også svovel-forbindelse og er aggressiv på samme måte. I slike tilfeller må man, hvis betongen skal ha utsikt til å holde, bruke en spesielsement som ikke påvirkes av svovel.

Om vannets ødeleggelser av betong vises til neste avsnitt.

Regler for utførelse av betongarbeider er gitt i Norsk Standard 3474. Denne skal finnes på enhver byggeplass hvor det foregår viktigere støpearbeider. Norsk Standard 427A Del 2 beskriver regler for prøving av betong.

5. VANNET SOM SKADEFAKTOR

Vann er et av de viktigste stoffer som finnes på jorden, og det er uunnværlig for alle levende organismer. Det finnes i en eller annen form over alt, i havet, i luften og på land, enten som vann, damp eller som snø og is. Vannet passerer alle disse former i et evig kretsløp. Det fordamper, dampen stiger til værs og samler seg til skyer som gir vannet tilbake i form av nedbør.

Vann er altså helt nødvendig for å opprettholde organisk liv, men samtidig er det naturens viktigste redskap i nedbrytningens tjeneste. La oss tenke litt over hvilken del av linjevedlikeholdet som skyldes vannets nedbrytende arbeid. Vi har ras i skjæringer og fyllinger som skyldes vannet, og vi har skader på grøfter og stikkrenner av samme årsak. Fjellskjæringer må renskes for frostsprengt stein, og vi har en mengde arbeid med telehivende partier i linjen, alt på grunn av vannet. Så er det jern som rustet og treverk som råtner under medvirkning av vann. Dertil kommer så alt arbeidet og alle ulemper med snø og is som må fjernes for å holde linjen farbar vinters tid.

Det kunne nevnes flere eksempler på skader som vannet forårsaker, og det er et faktum at det meste av arbeidet med banelegemet skyldes vannets skadevirkninger, mens den mindre del skyldes ren slitasje. Vannets skadevirkninger er i virkeligheten så store og omfattende, at vi kan karakterisere det som underbygningens fiende nr. 1. Arbeidet tar aldri slutt, vi må stadig være på vakt mot skadevirkninger fra vannet.

Som man vil se av det foranstående, er vannets nedbrytende arbeid av høyst forskjellig art, og det er da naturlig at virkemidlene også er forskjellige. Vi skal nå se litt nærmere på vannets forskjellige arbeidsmetoder.

Vi starter da med *forvitringen* som i vårt klima helst er en frostsprengning. Den oppstår når vann trenger inn i faste materialer og fryser til is. Sprengvirkningen skyldes volumforøkelsen på ca. 10% ved overgangen til is. Tele og telehiving i en jordmasse er et annet resultat som også skyldes isdannelse, men som ikke har noe med forvitring å gjøre. Teleproblemet vil bli behandlet mere inngående i avsnitt 6.

Steinsprang er den mest alminnelige følge av forvitringen og kan være en alvorlig fare for togenes sikre gang, enten ved at skinnegangen blir slått i stykker eller ved at steinen eller steinene rett og slett blir liggende i sporet og bevirker avsporing av den grunn. Enklest beskytter man seg mot steinsprang ved å foreta regelmessig fjellrensk, men i ulendt terreng, hvor det kan komme steinsprang fra stor høyde, kan man bli nødt til å utføre omfattende sikringsarbeider for å trygge linjen. Steinsprang kan også forekomme i bratt jordterreng med morenejord, idet steinblokker kan bli skutt opp av telen så de til slutt blir liggende løse helt oppe på overflaten.

Forvitringsskader betyr som oftest ingen fare for underbygningens stabilitet. Vi har en annen gruppe skader som er langt farligere i så måte, det er de skader som skyldes vannets bevegelse. Først og fremst dreier det seg om skader som skyldes *erosjon*. Vannet graver ut masse og fører massen med seg. Får vannet arbeide uforstyrret, har vi utglidninger og ras som resultat. Vi har også hørt foran at overtrykk på vannet i grunnen kan utløse ras.

Ved planeringsarbeidet lages det kunstige inngrep i landskapet. Vi omformer det slik at det egner seg for anlegg av en jernbane. Men samtidig bryter vi en mengde naturlige løp for vannet. Disse må erstattes med nye og sikre løp som kan lede vannet gjennom linjen uten at det får anledning til å grave eller på annen måte bevirke forstyrrelser i underbygningen. Og alle disse løp, hva enten de er åpne eller lukkede, må etterses og vedlikeholdes så de så vidt mulig alltid er i orden. Finnes det et svakt punkt et eller annet sted, kan man være temmelig sikker på at vannet finner det før eller siden.

Skader som skyldes *overvann*, er de mest oversiktlige, for de ligger klart i dagen. Med overvann forstås vann som flyter på terrengoverflaten. De skader som skyldes vannet i grunnen, er langt mindre oversiktlige, fordi man ikke direkte kan følge utviklingen av skadene. Ujevne setninger i sporet er gjerne det første tegn på at vannet er i arbeid med et eller annet nede i underbygningen eller i selve grunnen. Oppgaven blir da først å finne årsaken. Som vi senere skal se, kan årsaken svært ofte være en lekkasje i en åpen grøft, en linjegrøft eller en overvannsgrøft, hvor overvann får anledning til å ta seg vei ned i den underliggende grunn og anrette skade. Skader av denne art er den hyppigste årsak til ujevne setninger i sporet.

Så har vi en gruppe skader som skyldes at vannet selv eller stoffer oppløst i vannet inngår kjemiske forbindelser med våre byggematerialer og ødelegger dem på denne måte. Rust er et eksempel på dette. Rust oppstår når jern utsettes for fuktig luft. På overflaten dannes det da et belegg som er porøst og som derfor kan oppta vann. Får rustlaget ligge i ro, vil vanninnholdet bevirke at den videre forrustning foregår i økt tempo.

Det er en alminnelig oppfatning at skinner ikke ruster når de ligger i

trafikkert spor i fri luft, samtidig som det er velkjent at skinner i opplag blir røde av rust ganske snart. Det foregår i virkeligheten en svak forrustning også på de skinner som ligger i spor, men rusten faller av etter hvert som den dannes på grunn av rystelsene fra trafikken. Derfor er det i alminnelighet ingen eller i høyden bare ganske små tegn til forrustning på skinnene, selv om de har ligget i spor f.eks. i 30 år, mens skinner i opplag høyst sannsynlig ville være helt kasable lenge før fordi rust avler ny rust.

Smådelar, især laskebolter, svilleskruer og underlagsplater, er mere utsatt for rust enn skinnene. For underlagsplater er det særlig undersiden som blir angrepet, og dermed skjer det samtidig også en gradvis ødeleggelse av svillene ved at rusten trenger ned i veden og ødelegger trefibrene.

I fuktige tunneler foregår forrustningen langt hurtigere enn i fri luft. Der blir gjerne rustlaget på overbygningsdelene liggende, tross rystelsene fra trafikken, og derved får vi enda mere rust. På baner med damp- eller dieseldrift kommer dertil at røkgassene eller ekshausten inneholder svovel som forbinder seg med fuktigheten i tunnelluften og danner en syre som tærer sterkt på alle stålkonstruksjoner. Det gjelder å holde tørre tunneler.

Koksalt, oppløst i vann, angriper også jern og stål. Derfor skal det ikke brukes koksalt for å fjerne is i sporveksler.

Kjemisk rent vann finnes ikke i naturen. Vannet inneholder alltid små mengder av forskjellige oppløste salter og av diverse svake syrer, særlig kullsyre og organiske syrer fra humus (matjord). Når innholdet av syrer overstiger en viss mengde, får vi det som vi kaller *surt vann*. Myrvann er surt, det inneholder blant annet humussyre og mindre mengder svovelsyre. Vann som inneholder svovelsyre har en særlig aggressiv virkning overfor forskjellige byggematerialer, særlig jern og betong. Når det gjelder betong er det særlig betongen i utforingen av tunneler som har vært utsatt for skade (Sørlandsbanen).

Det er uten videre klart at en betong vil bli ødelagt, hvis sementen i betongen av en eller annen grunn mister sin bindeevne. Og det gjør den hvis det trenger vann *gjennom* betongen og dette vannet er surt vann. Det skjer på den måte at syreinnholdet i det sure vannet danner kjemiske forbindelser med kalken i sementen og *disse nye forbindelser er oppløselige i vann*. Hvis altså vannet får anledning til å finne vei gjennom betongen, vil det etter hvert fjerne kalk fra sementen så betongen til slutt vil gå mere eller mindre i oppløsning. Den oppløste kalken vil delvis avsette seg som et lag på betongoverflaten, der hvor vannet kommer ut. En slik kalkavsetning er derfor alltid et tegn på at det foregår eller har foregått utvasking i betong.

Betong som kan bli utsatt for angrep av vann, må være så tett som mulig.

Det kan ikke påvises at koksalt danner kjemiske forbindelser som kan skade betong. Men mange vil sikkert ha merket at hvis man strør koksalt f.eks. på en betongtrapp for å fjerne is, så vil betongen ofte ta skade av det. Forklaringen kan da bare være den at det har vært spart på sementen, så betongen er blitt porøs. Tinevannet har så trengt inn i betongen og den er frosset i stykker.

Til slutt skal kort nevnes den prosess som foregår når dødt treverk råtner. I dette tilfelle er ikke vannet direkte årsak til ødeleggelsen, den besørgeres av råtesopp og bakterier. Men vann, sammen med luft, er nødvendig for å danne livsvilkår for disse organismer. Treverk som holdes absolutt tørt, råtner ikke og det råtner heller ikke når det alltid holdes vått og det ikke slipper luft til. Innkapslet i en tett leire, hvor porene er helt vannfylt, kan treverk holde seg i hundreder av år uten å råtne.

Man beskytter treverk mot råte ved impregnering eller maling.

6. TELE OG TELEHIVING

6.1. Årsakene til tele og telehiving.

Temperaturen i de øvre jordlag varierer sterkt med årstidene. Om sommeren blir de tilført varme fra luften ved direkte solbestråling. Om vinteren går varmemstrømmen den motsatte vei og jordlagene avgir varme. Når lufttemperaturen om høsten over en viss tid synker under 0°C, fører dette til at vann fryser til is. Isdannelse skjer både oppå jordoverflaten og under denne. Det som skjer nede i jordartene kalles for teledannelse. Vi betegner den frosne jorda for *tele*.

Hvis jordmassen samtidig får større volum, vil overflaten heve seg og vi får *telehiving*.

Når vi skal bygge her i landet, må vi alltid ta hensyn til telen og dens virkninger. Vannledninger må legges så dypt at vannet ikke fryser i ledningene og alle bygningsfundamenter må sikres mot telehiving. For underbygningen er det særlig telehivingen og dens virkninger på sporet som er det store problem.

Teledannelse kan skje på to måter.

Vi skal først se litt på hva som skjer når telen trenger ned i jorda, og begynner med å tenke oss at vi graver oss ned i en grovkornig masse som telet grus. Vi vil da finne at vannet i grusen er frosset til is, og at ispartiklene er *jevnt fordelt* gjennom hele grusmassen. Hvis vi tar opp en klump av telet grus og tiner den, vil vi konstatere at den teledede grusen inneholder hverken mere eller mindre vann enn den samme grusen inneholdt om høsten like før den frøs eller inneholder om våren straks etter at den er tinet. Det samme vil vi kunne finne med en litt grov sand.

Vi tar deretter for oss en finkornig jordart, og graver i et telet siltlag. Da vil vi oppdage at i denne jordmassen er *ikke ispartiklene jevnt fordelt*, slik som de var i telet grus. Vi vil finne tykke og tynne lag av ren is gjennom det teledede siltlaget, det har dannet seg *islinser i massen*. Hvis vi tiner opp en klump av telet silt, vil det vise seg at den inneholder meget mere vann enn det var i det samme siltlaget før det frøs. Hvor er så alt dette vannet kommet fra? Det kan ikke ha kommet ovenfra, altså må det skyldes tilførsel av vann nedenfra, og dette må ha foregått i løpet av vinteren, mens jordmassen var telet.

Vi har tidligere hørt at jorda har evne til å suge opp vann fra grunnvannet og at største sugehøyde er forskjellig for de forskjellige jordarter. Jo mere finkornig jordarten er, desto høyere opp kan jordarten suge til seg vann. Hvis dybden ned til grunnvannet ikke er større enn den kapillære sugehøyde, vil vannet kunne suges helt opp til overflaten. Her vil vannet fordunste om sommeren, hvorpå det suges opp nytt vann fra dypet for etterfylling av porene.

Når det øverste jordlaget er telet, kommer vannet imidlertid ikke frem til overflaten, det vil stoppe ved *telefronten*, som er det dyp som telen til enhver tid har nådd ned til. Her fryser det øyeblikkelig til is, og denne isen legger seg på undersiden av teletaget som et rent islag. Da har det dannet seg en islinse. Samtidig vil jordmassen bli noe uttørket et stykke ned, omtrent på samme måte som ved fordunstning og dermed settes mekanismen i gang med etterfylling av porene. Det nye vannet fryser i sin tur til is og så har vi prosessen gående med dannelsen av nye eller av tykkere islinser. Disse islinsene krever plass og vi får telehiving.

Grus kan ikke suge vannet opp mere enn i høyden noen få centimeter. Vannet vil derfor i praksis ikke kunne suges fra grunnvannet opp til telegrensen og vi får ingen islinsedannelse. Sand har heller ikke så stor kapillaritet at det i alminnelighet vil danne seg islinser i den. I silt derimot vil det danne seg islinser og i leire vil det også alltid gjøre det. Begge disse jordarter er telefarlige og silt er den som er mest telefarlig. Hvorfor den er det, skal vi forklare litt senere.

Vinterens klima er også en faktor som man må regne med, og vi skal først se litt på hva *frostmengde* er for noe. Dette er et begrep som sammensettes som et produkt av kuldegrader og antall timer i frostperioden. Er den gjennomsnittlige temperatur $+ 10^{\circ}\text{C}$ i ett døgn, blir frostmengden for dette døgnet $10 \times 24 = 240$ timegrader. Det kan nevnes at i et middels år ligger frostmengden i Osloområdet omkring 10 000 timegrader og på høyfjellet ved Finse og Røros omkring 30 000 timegrader.

Stor frostmengde medfører at telen går dypt ned, men for de telefarlige jordarter, silt og leire, behøver dette ikke absolutt føre til uvanlig stor telehiving, idet størrelsen av telehivingen først og fremst er avhengig av hvor tykke islinsene blir.

Ved jevn og sterk frost vil telen gå raskt mot dypet og det vil danne seg bare tynne og spredte islinser nedover i massen. Den enkle grunn til dette er at vannoppsugingen ikke greier å holde tritt med telens fart mot dypet og resultatet vil bli en moderat telehiving. Hvis telegrensen derimot på grunn av en mildværsperiode skulle bli stående tilnærmet stille en tid, vil det på dette sted danne seg en tykk islinse. Med flere mildværsperioder i løpet av vinteren vil det danne seg tilsvarende mange og tykke islinser i massen, og vi får svær telehiving. Vi har direkte erfaring for at en vanlig kald vinter med mange mildværsperioder innimellom kan gi større telehiving og større ulemper enn en sprengkald vinter med streng kulde hele tiden.

Tykkelsen av islinsene er dessuten avhengig av grunnvannstandens beliggenhet i frostperioden. Er høsten våt, får vi høy grunnvannstand og oppsugningen av vann i en finkornig jordmasse går raskere enn ved lav grunnvannstand. Etter en våt høst må vi derfor være forberedt på større telehiving enn vanlig.

Skadelig telehiving har vi når telehivingen er ujevn, og ujevn telehiving får vi alltid når det dannes islinser, fordi islinsene vanligvis dannes på lokale steder i jordmassen og bevirker telekuler. Denne telehivingen er alltid større enn den telehiving som oppstår på grunn av volumutvidelsen ved overgang fra vann til is. Det er den slags telehiving som medfører de store arbeider med å holde sporet i kjørbare stand vinters tid.

I en islinsedannende jordart vil størrelsen av telehivingen vesentlig være avhengig av den vannmengde som suges opp i løpet av teleperioden. Det har da liten betydning om jordarten har evne til å suge vannet meget høyt, hvis det tar måneder å suge opp noen få liter fra grunnvannet. Det har langt mere å si at vannoppsugingen går hurtig.

Nå er det jordartens evne til å slippe vannet gjennom (permeabiliteten) som bestemmer hvor hurtig vannoppsugningen skal foregå. Videre er det slik at en jordart som slipper vannet lett gjennom, har liten sugsevne og omvendt. De farligste jordartene er de som har en middels stor sugsevne og på samme tid slipper vannet relativt lett gjennom massen. En slik jordart er silt. *Silt er den mest telefarlige jordart vi har.* Leire, som er mere finkornig enn silt, er også telefar-

lig, men i mindre grad enn silt.

Om våren, når telen går ut av jorda, vil islinsene i en finkornig jordart smelte, og vi får en jordmasse som inneholder adskillig mere vann enn det som er naturlig for jordarten. Da oppstår det skadelig *teleløsning*, veier går i oppløsning under trafikken, vi får telesår i skråninger og lignende. Gode grøfter som kan lede bort overskuddsvannet hurtig, vil i noen grad dempe virkningene av teleløsningen.

Til slutt må poengteres at telens og telehivingens mekanikk er meget komplisert og er ennå langt fra å være helt utforsket. Den fremstilling som er gitt her og i de nærmest følgende avsnitt, er meget forenklet.

6.2. Botemidler mot skadelig telehiving.

Som foran nevnt gjelder det først og fremst å få has på den skadelige telehiving i linjen. Vi kjenner i dag bare en eneste metode som er fullverdig og samtidig økonomisk gjennomførbar for å oppnå dette, vi legger inn et frostsikkert fundament i linjen. Dette kan utføres på to måter:

Isolasjon

Masseskifting.

1. Isolasjon

Ved isolasjon dekker en de telefarlige massene med et isolerende lag. Dette kan utføres på to måter:

a) Ved *løfting av linjen* beskytter man den telefarlige massen mot frost ved å dekke den med et tilstrekkelig tykt lag av ikke telefarlige masser, som sand, grus eller pukk, fig. 29. Dekklaget tjener som varmeisolerende lag og skal hindre at temperaturen i den telefarlige massen kommer under null. *Virkingen er den samme som når man legger over seg et teppe for å holde på kroppsvarmen så man ikke fryser.* I begge tilfeller er det innholdet av stillestående luft inne i overdekningen som er utslagsgivende for varmeisolasjonen. *Jo mere luft, desto bedre er isolasjonsevnen.* Massene i dekklaget isolerer derfor best når de er helt tørre, da er luftinnholdet størst.

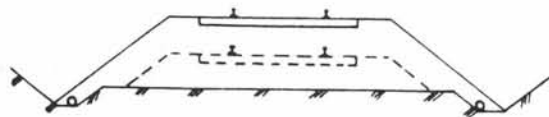


Fig. 29. Løfting av linjen.

b) Isolasjon med hard skumplast

Det er mulig å øke den varmeisolerende evnen hos dekklaget ved å legge inn i ballasten et tynt lag av høyverdig isolasjonsmateriale. Det kan brukes plater av hard skumplast som har 20 ganger bedre isolasjonsevne enn pukk og grus. Platene skal være godkjent av NSB. Vanligvis er platene 2,0 m lange og 0,6 m brede. Tykkelsen kan være forskjellig, men NSB bruker 6 cm tykke plater. Vekten er ca. 2,7 kg

pr. plate. Det skal isoleres i 4,0 m bredde.

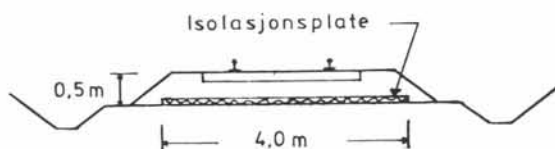


Fig. 30. Isolasjon med skumplast.

2. Masseskifting

Ved *masseskifting* bytter man ut den telefarlige masse med ikke telefarlige materialer. Man går så dypt ned at frosten ikke slår gjennom, se fig. 31. Ved masseskifting må en velge hva slags materialer en skal legge inn i stedet for de telehivende. Ved å bruke materialer som er *sterkt telebremsende* kan man oppnå at den samlede tykkelse av frostfundamentet blir mindre, til dels vesentlig mindre enn den ordinære frostdybde på stedet.

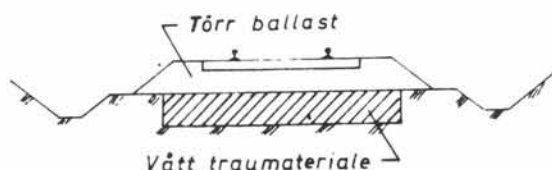


Fig. 31. Masseskifting.

a) Våte materialer (telebremsende materialer)

Masseskiftingen kan skje ved at en i bunnelaget bruker materialer med stort vanninnhold. Materialer med høyt vanninnhold har størst telebremsende effekt og man kan derfor klare seg med mindre tykkelse enn om man bruker tørre materialer.

Eksempler på materialer som har vært brukt ved NSB:

Torv.
Bark.
Tresviller.

Alle disse materialene har den egenskap at de får et stort vanninnhold når de legges som traumateriale. Vanninnholdet ligger i området 60-80 volumprosent vann. Fordelen med å bruke disse materialene er at det ikke dannes islinser når vannet fryser til is. En får derfor ingen ujevn telehiving. Litt telehiving får en fordi vannet utvider seg 10% når det blir is, men dette blir en jevn telehiving. Det kreves nemlig en meget stor kuldemengde for å fryse vann til is. Vi kan kanskje best illustrere dette ved å se på hva som foregår når det skal smeltes en klump is. Den varmemengde som går med til dette er nemlig av nøyaktig samme størrelse som den kuldemengde som gikk med til å fryse vannet til is. Hvis vi målte den varmemengde som går med til å tine opp isklumpen, ville vi finne at med en tilsvarende varmemengde kan vi varme opp tinevannet til *ca. + 80°C*.

Et stort innhold av vann i en jordart øker altså frostmotstanden og virker som en sterk bremse på telens nedturen i jordarten. Telegrensen vil forskyve seg bare langsomt nedover etter hvert som vannet fryser til is. Jo mere vann det finnes i jordarten, desto sterkere bremses telen på sin vei mot dypet.

Frostens nedtrengen i et fuktig jordlag vil bremse ytterligere når dette er dekket av et tørt varmeisolerende lag. Tørr og luftig snø har relativt stor varmeisolerende evne og fra naturen vet vi at teledybden er meget liten i en våt myr som er dekket med et lag tørr snø. I linjen er det ballasten som hovedsakelig står for denne varmeisolerende ring og ballastens isolerende virkning er størst når ballasten er tørr.

Frostfundamentet blir da bestående av to deler, et tørt topplag og et vått bunnlag. Den minste dybde på frostfundamentet får vi når følgende betingelser overholdes:

Topplaget skal være så tørt som mulig.

Bunnlaget skal være så vått som mulig.

Lagt i trau holder fibertorv ca. 80 volumprosent vann. De resterende ca. 20% består av omtrent like deler torvfibre og luft. Over en masse-skifting med torv, og for så vidt også med bark og brukte sviller, kjører vi derfor på et bunnlag som hovedsakelig består av vann og luft.

Torven og barken leveres som regel ferdigpresset i bunter som er 1,0 m lange og 0,5 m brede. De leveres i tre forskjellige tykkelser, henholdsvis 0,3, 0,4 og 0,5 m, så man alltid kan få bunter av den tykkelse som passer for frostmengden på stedet. En 0,5 m tykk bunt av torv veier henimot 90 kg, mens en tilsvarende barkbunt veier ca. 140 kg. Brukes det løst ifyllt torv eller bark i trauet, må massen stemples på stedet og den må stemples godt.

Brukte sviller som skal anvendes som traumateriale, må ikke være råtne, de skal være faste i veden og helst ha litt av impregneringsoljen i behold. De må bare brukes på steder hvor det er rikelig med fuktighet i jorden, altså helst i fuktige skjæringer. Høyden over havet skal være minst 100 m, av hensyn til faren for at svillene skal råtne i lavere strøk med gjennomgående høyere jordtemperatur, som kan gi brukbare levevilkår for råtesopp og bakterier.

b) Tørre materialer (ikke telehivende)

En kan også bruke materialer som inneholder lite vann ved masseskifting. Ved NSB har det vært brukt følgende materialer:

Grus.
Sand.
Slagg.
Stein.

Hvis slike materialer skal brukes, må en kontrollere at de ikke inneholder telehivende masser. Dette kan gjøres med kornfordelingsanalyse eller å måle den kapillære stighøyde for materialet. Den skal være mindre enn 1 m.

En må også sørge for at telehivende finstoff ikke vaskes inn fra underliggende masser. Som filtermateriale har vært brukt *fibertorv og ballastgrus*. I dag finnes også på markedet en duk av kunststoff som kalles *fiberduk*. Denne hindrer også sammenblanding av forskjellige materialsjikt.

Gravedybden for de tørre materialene er større enn for de våte, da tørre materialer ikke har så stor telebremsende effekt.

Størst blir gravedybden for stein. Nå er det sjelden aktuelt å bruke stein som traumemateriale på en driftsbane, men skulle det bli gjort, må det alltid sørges for at traues bunn og sider blir dekket med et godt filterlag, for å hindre at finkornige masser trenger inn i steinlaget og gjør det telehivende. Fibertorv er da best som filter.

I fjellskjæringer og i korte tunneler må det sørges for at det ikke blir liggende igjen urene masser i fordypninger i bunnen. Disse fordypninger må være godt rensket og fylt med betong eller det må være sørget for betryggende avløp for vannet. Er dette forsømt, må man være forberedt på at det avleires finmateriale i fordypningene og det oppstår skadelig telehiving.

6.3. Arbeidsmetoder.

6.3.1. *Løfting av linjen.*

Løfting av linjen har den fordel at arbeidet kan utføres uten at det er nødvendig å bryte sporet. Til løfting brukes hovedsakelig sand, grus og pukk. Løfting kan i alminnelighet ikke foretas i tunneler og over stasjoner.

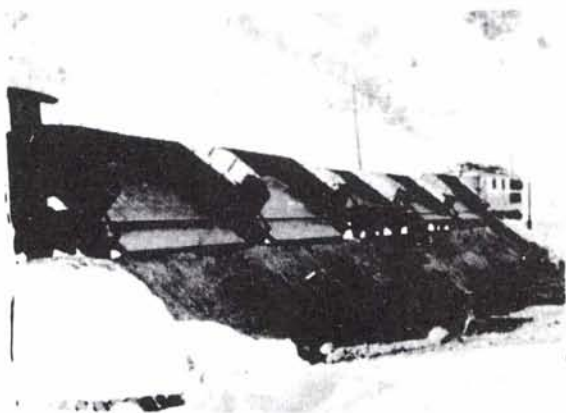


Fig. 32. Løfting av linjen med utvidelse av fyllingsbredden.

Den varmeisolering som man oppnår ved løfting av linjen er ikke særlig stor, når man bruker bare naturlige materialer som sand, grus og pukk. Selv om disse materialer er de beste naturlige materialer som vi har, kan de som frostsikring brukes med fordel bare på strekninger med liten frostmengde og meget moderat telehiving. I kalde strøk med sterk telehiving vil man fort komme opp i store løft med svære masser for å oppnå et effektivt resultat og metoden blir uøkonomisk som frostsikring.

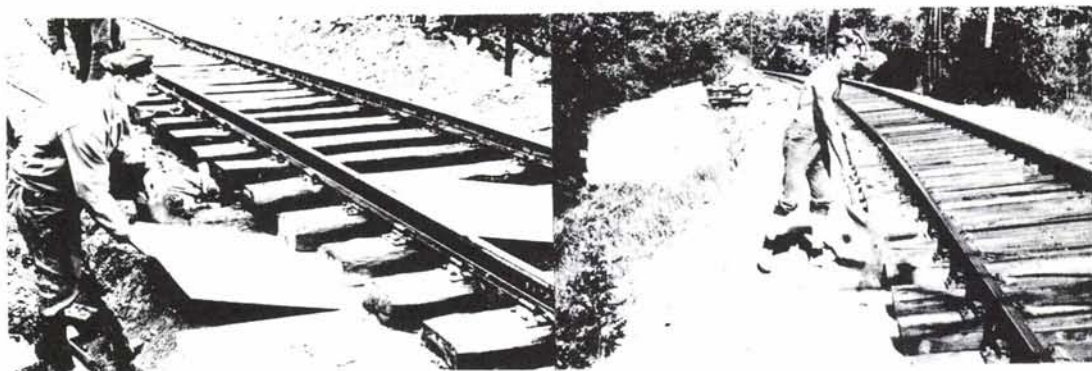
6.3.2. *Isolasjon med hard skumplast.*

Skumplastplatene legges inn i sporet på to forskjellige måter:

1. Vanlig graveutstyr.
2. Ballast rensesmaskinen.

Innlegging av skumplast foregår ofte i forbindelse med overgang fra grus- til pukkballast. Skinnegangen fjernes da over en bestemt strekning og gammel grus-ballast jevnes ut med en plog. Skinner og sviller legges så på plass igjen og etter at skinnegangen er løftet med en kraftløfter, kan platene stikkes inn under svillene fra sidene. Da regelen er at det skal isoleres i 4,0 m bredde, passer det med en plate på 2 meters lengde fra hver side. Platene må legges så tett som mulig for at frosten ikke skal trenge ned mellom platene. Når platene skal ligge i 2 lag, legges de slik at skjøtene ikke kommer rett over hverandre.

Når pukken fylles oppå platene, er det nødvendig å løfte sporet med kraftløfter igjen for å få nok pukkk mellom platene og svillene før pakkmaskinen kommer. Det bør være ca. 15-20 cm pukkk mellom underkant sville og overkant platene om ikke labbene på pakkmaskinen skal ødelegge platene. Selv om labbene bare stikker 7-8 cm under svillene, presser de allikevel pukken ned i platene hvis det er lite pukkk.



Figur 33.

Hard skumplast kan ligge i vann uten at vannet trenger inn i platene. Imidlertid har man oppdaget at platene ikke er helt motstandsdyktige mot inntrengen av vanddamp. Selv om dette vil føre til at platenes varmeisolerende evne gradvis blir redusert, regner man med at de vil isolere tilfredsstillende i minst 10-15 år, kanskje mere. Det finnes isolasjonsmaterialer som også er damptette, men prisen er foreløpig for høy til at det lønner seg å bruke dem.

Når ballastrensemaskinen brukes, graver et kjede med skåler pukken vekk under svillene mens skinnegangen ligger. Det blir et åpent felt på ca. 4 m lengde mellom denne kjeden og der den rensede pukken kommer tilbake i sporet. Her kan det stikkes inn skumplastplater fra begge sider.

Da ballastrenseverket ikke graver i større bredde enn 4,0 m, blir det ikke plass til lengre plater enn 1,8 m (dvs. 3,6 m isolasjonsbredde).

Etter at maskinen har kjørt, er det nødvendig å løfte sporet før det pakkes. Løftingen kan foretas med en kraftløfter, og det bør tilføres ny pukkk for at det skal være tykt nok pukklag før pakkingen settes i gang.

Det brukes ikke noe beskyttende lag oppå platene. Derfor er det viktig at det er nok pukkk oppå platene.

6.3.3. Masseskifting.

Ved masseskifting graver man ut et trau i de telefarlige masser i linjen og fyller trauset med et telebremsende materiale eller et ikke telehivende materiale.

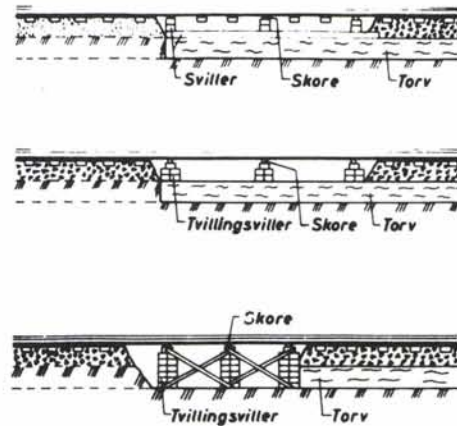
De nå anvendte metoder for masseskifting ved NSB er utviklet på grunnlag av et årelangt forskningsarbeid, som for en stor del er utført av etatens eget personale. Man kjenner frostegenskapene ved de forskjellige materialer som anvendes, og når man vet hvor stor frostmengden er på stedet, kan man med stor sikkerhet beregne den nødvendige traudybde på forhånd.

Den gamle ballasten er det vanskelig å få sortert ut ved hjelp av gravemaskin, idet den lett blir blandet med urene masser. Den må i tilfelle skrapes til side *før* masseskiftingen begynner og legges ved siden av sporet på et underlag av treverk. Ligger det god pukkballast i sporet på forhånd, så er denne så vidt kostbar at det nok lønner seg å ta vare på den i den utstrekning det er mulig.

Med maskinell utgraving av trauset bør man helst ikke ha kortere togintervall enn 1 time å arbeide i. Er togintervallene kortere eller det dreier seg om ganske små arbeider, blir det gjerne slik at man må ty til håndarbeid. Men man må være klar over at utgraving for hånd er meget kostbart og også et slitsomt arbeid.

For gravearbeidet har det vært anskaffet en egen type gravemaskiner som ikke tar for stor plass i linjen. Maskinen har bakgraverutstyr og går på belter. Rammen ligger så lavt at maskinen ikke kan gå på svillene, fordi skinnene tar opp i rammen. Under arbeid og under transport i sporet må den derfor gå på skinnene og holdes da på plass ved hjelp av en styreanordning. Av disse gravemaskiner finnes det nå bare noen få igjen.

I de senere år er store industritraktorer kommet mere og mere inn i bildet. Påmontert hensiktsmessig bakgraverutstyr er de omtrent like effektive som en gravemaskin, når gravemassene i trauset ikke er for tungt håndterlige. Er gravemassene tunge og steinfylte, kan de være litt for lette til å arbeide effektivt. Disse traktorer går på store gummi hjul og er meget lett bevegelige.



Figur 34.
Kubbing av sporet
under masseskifting.

Når det utføres masseskifting på en driftsbane, er det som oftest snaut om tid. Arbeidet må derfor planlegges godt hvis det skal bli vellykket gjennomført.

Som fyllmateriale i trauret anvendes nå hovedsakelig brukte sviller og grus og alle nødvendige materialer må være på plass etter hvert som de trenges. Ofte kan man bli nødt til å ta mot materiale på forhånd, og de lagres da gjerne så nær arbeidsstedet som mulig.

Arbeidet med selve masseskiftingen kan utføres på forskjellige måter. Man kan bakse sporet til siden så halve eller hele traubredden blir fri. Eller man kan fjerne hele skinnegangen for å få arbeidet utført. Begge disse metoder har vært brukt, men nå utføres arbeidet vesentlig etter en metode som nedenfor angitt.

Etter denne arbeidsmetode bryter man også skinnegangen, men man tar bort bare svillene og lar skinnene ligge igjen. Svillene må ikke fjernes over større lengde enn ca. 5 m om gangen, så gravemaskinen kan stå på fast pakket skinnegang og enda nå med skuffen frem til den mest bortliggende del av trauret, se fig. 35. Gravemassene blir ofte lagt opp midlertidig ved siden av linjen og kjørt ut senere.

Etter hvert som trauret graves ut, følger et par mann etter med håndredskap og jevner ut traubunnen og sideveggene til riktig dybde og bredde. Det må etterfylles i traubunnen hvor det er gravet for dypt og fyllmassen må stemples godt, for at det skal bli minst mulig setning senere.

Deretter følger utlegging av isolasjonsmaterialene. Torvbunter og barkbunter tas forsiktig ned i trauret fra vognenden, over en skrårampe. Buntene må helst ikke dumpes ned, for ikke å gå i oppløsning. De legges så tett som mulig direkte på bunnen av trauret med 7 bunter i bredden, slik som vist i fig. 36.



Eventuelle mellomrom fylles med løs torv eller bark, som stemples omhyggelig. Mot traueveggen kan det også brukes grus. Det anbefales å legge et tynt lag med ren grus over buntene for å sikre dem bedre mot uttørring i toppen, der hvor det er pukballast i sporet.

Mens torv- og barkbunter legges på langs i trauret, legger man helst *sviller* på tvers, som vist i fig. 36 b.

Fig. 35. Masseskifting.

Da står man mere fritt når det gjelder lengden av utført masseskifting i de enkelte skift. Nå er lengden av svillene 2,5 m mens bredden av traubunnen skal være 4,0 m. På hver side av svillematten blir det da et åpent rom på 0,75 m, og dette fylles med sviller på langs.

Svillene i trauet må legges så tett som mulig. Eventuelle mellomrom fylles med stampet grus eller torv. For å hindre at mulig overskuddsvann skal grave i bunnen av trauet, bør svillene helst legges på et lag av stampet filtergrus, ca. 10 cm tykt. Trauet må da graves ut tilsvarende dypere for å gi plass for grusen. Man må ta hensyn til gruslaget på forhånd så man har grus i beredskap, enten ved å legge til side brukbar grusballast fra sporet eller ved å kjøre frem ny grus. Med torv og bark som traumateriale er dette gruslaget unødvendig fordi torv og bark selv er filter godt nok.

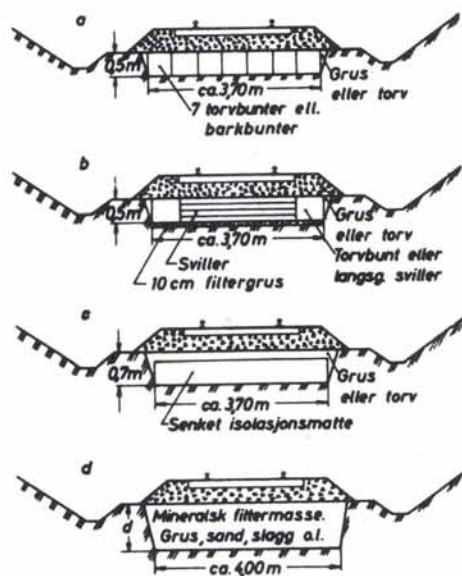


Fig. 36. Profiler for masseskifting.

Etter hvert som man får fylt trauet, går man løs på å sette skinnegangen foreløpig i stand, for å kunne kjøre frem arbeidsvogner med materialer. Det blir da nødvendig å kubbe opp sporet, f.eks. slik som vist i fig. 34. Hvor tett man må kubbe avhenger av skinnvekten og vekten av de vogner som man skal kjøre over det oppkubbede sporet. Det må alltid kubbes så tett at skinnene ikke får varig nedbøyning. Skal det tas full-lastede vanlige arbeidsvogner over sporet, må det kubbes *minst* for hver tredje sville. Lokomotiv må ikke kjøre over den slags spor. Med grus som traumateriale må det kubbes helt til bunns i trauet. Kubbingen må da utføres atskillig mere solid og må avstives godt, både lengdeveis og sideveis, f.eks. slik som vist i fig. 34 nederst. Når sporet skal settes endelig i stand, må all kubbing fjernes, ellers vil man få meget ujevne setninger.

Med maskinell uttaking av lette gravemasser og med torv- eller barkbunter som traumateriale, må laget settes opp med minst 6 mann, medregnet maskinfører. I tillegg hertil kommer personale som skal føre frem materialene. Som gjennomsnittlig prestasjon i et skift på 6 timer, fri for togtrafikk, skulle man kunne regne med 0,7 m masseskiftet spor pr. mann/time, dvs. ca. 25 m i alt på 6 timer. Arbeidsytelsen avtar ved mindre lengde av skiftet, idet arbeidet med klargjøring av linjen er det samme uansett skiftlengden.

Med sviller som traumateriale må man i alminnelighet regne med minst 7 mann i laget for å oppnå samme fremgang i skiftet som foran nevnt. Og er gravemassene tunge og steinfylte, kan det bli nødvendig å sette inn 3 å 4 mann til, for å klare jobben.

Etter en foretatt masseskifting vil det alltid oppstå setninger i sporet. Med torvbunter, barkbunter eller sviller i trauet vil storparten av setningene normalt skyldes den nyfylte ballasten. Men er det ikke gjort godt arbeid i trauet, kan man risikere å få til dels store setninger i tillegg, og det kan ta lang tid før skinnegangen kommer endelig til ro. Slike setninger kan f.eks. skyldes dårlig utført gjenfylling av åpninger i isolasjonsmatten eller mangelfull stamping av løse masser i bunnen av trauet. Når det gjelder selve isolasjonsmatten, så vil torv- og barkbunter gå noe sammen under trafikken, men denne sammentrykningen er i alminnelighet liten når man har med gode bunter å gjøre. En svillematte gir praktisk talt ikke setning. Med løst ifyllt grus som traumateriale må man alltid regne med ganske store setninger.

Den største setningen oppstår gjerne etter første passerende tog. Man løfter derfor helst skinnegangen noe for høyt første gangen, slik at sporet blir liggende noenlunde i riktig høyde etter at første tog er passert. Hvor meget for høyt man skal pakke, må avgjøres i hvert enkelt tilfelle på grunnlag av erfaring og skjønn over forholdene på stedet. Ved overgangene til fast pakket spor må man være ekstra omhyggelig med pakkingen så overgangene blir så myke som mulig.

Under etterjusteringen av sporet må man alltid sørge for å ha tilstrekkelig med ballast for hånden. Og så må man ikke glemme at vindskjevheten i sporet ikke noe sted må være brattere enn 1:300, selv ikke der hvor det nettopp er masseskiftet. I den første tiden etter en masseskifting bør kjørehastigheten begrenses til høyst 30 km/t.

7. SKJÆRINGER OG FYLLINGER

Skjæringer og fyllinger i jordterreng må sikres ved en rekke forskjellige forføyninger hvis de skal holde seg stabile og ikke forfalle. De fleste av disse forføyninger gjelder stabilisering av grunnen og sikring mot erosjon. Vi har allerede hørt om forføyninger mot skadelig telehiving og skal nå se på forskjellige andre tiltak som er nødvendige for å bevare planeringen mot angrep fra naturkreftene og da fortrinnsvis mot angrep av vann.

7.1. Linjegrøfter.

Linjegrøftene har flere oppgaver. De skal lede bort overvann fra skjæringene, og de skal være så dype at planum og dermed også ballasten blir tørrlagt.

Nedenstående eksempel som er hentet fra virkeligheten, gir et utmerket bilde av linjegrøftenes misjon. Det er illustrert ved tverrprofiler i fig. 37.

I en jordskjæring var det foretatt masseskifting. Det var lagt inn et lag torv på 25 cm, dekket av 70 cm grus opp til svilletopp. Sporet lå 30 cm for lavt av hensyn til forestående ballastering med pukk og linjegrøftene var helt gjenfylt med utgravede masser fra masseskiftingen, se profil a.

Skinnegangen var meget urolig, og det var konstatert at det fortsatt var telehiving på stedet. Dette var foranledningen til at stedet ble undersøkt. Det viste seg da at grunnvannet sto i høyde med underkant av svillene, så det var høyst naturlig at skinnegangen var urolig under trafikken. Frostmotstanden var mindre enn tredjeparten av hva den måtte være for å unngå skadelig telehiving. Vi skal nå se hva som ble gjort for å rette på dette.

Det første man gjorde var å ta opp igjen linjegrøftene og renske opp planum, så ballasten ble liggende fri (profil b). Derved ble grusen på det nærmeste tørrlagt helt ned til torvlaget og sporet ble så å si stabilt, men var ennå ikke absolutt rolig. Beregninger viste dessuten at frostmotstanden ved denne enkle forføyning var øket til over det dobbelte av hva den var før.

Men ennå manglet det 30 cm ballast for å få sporet opp i full høyde. Sporet ble så løftet i i pukk (profil c) og dermed var det hele i orden, sporet var stabilt og telehivingen var borte. Så enkelt var det.

Eksemplet viser også samspillet mellom linjegrøftene, ballasten og teleforebyggingen. Alle tre byggelementer måtte være i full orden for at linjen skulle bli trygg og rolig.

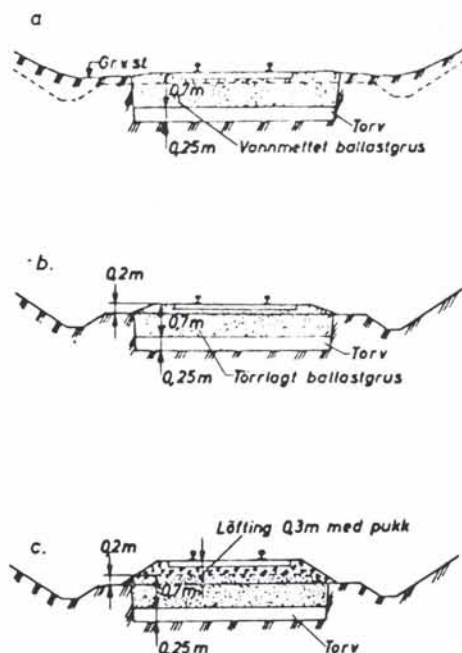


Fig. 37.

Etter planeringsprofilen skal linjegrøfter i jord ha en dybde på minst 30 cm under planum, se fig. 38.

Bredden i bunnen skal også være minst 30 cm. Linjegrøfter skal holdes frie for gressvekst både i bunnen og på sidene. Dette gjøres enklest ved ugresssprøyting, se avsnitt 15.2, side 126. Er en linjegrøft grodd igjen så meget at bunnbredden er blitt for smal, må den utvides, men man må da passe på at banketten ikke blir smalere enn foreskrevet.

Når linjegrøfter må renskes, skal man ikke legge den opprensede massen igjen verken i skjæringsskråningen eller på planum, men sørge for at massen blir kjørt vekk snarest mulig. Glem ikke at

ballastlaget skal ligge *helt fritt over planum*. Det må derfor ikke bli liggende igjen urene masser over planum som kan hindre en fullstendig tørrlegging av ballasten. At man må unngå å søle til selve ballasten er en selvfølgelig sak.

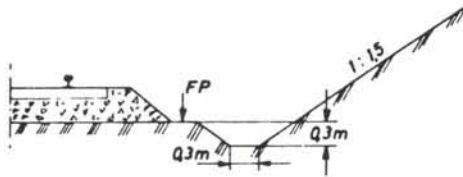


Fig. 38. Linjegrøft.

Det har fra gammelt av vært alminnelig å legge linjegrøftene med et minste fall på 3 o/oo. Erfaringene har vist at dette er noe for lite til å gi grøftevannet skikkelig avløp. Grøftene må i det tilfelle holdes godt opprensket til enhver tid.

På mange av våre eldre baner er skjæringene ofte i smaleste laget til å gi full plass for linjegrøfter. Det forekommer særlig på baner hvor man har funnet det nødvendig å øke ballasttykkelsen. Her kan man ofte se at ballastskråningen slår helt ut i linjegrøftene, slik at det er lite eller ingenting igjen av grøfter i skjæringene. Man kan i det tilfelle gå løs på skjæringsskråningene og utvide skjæringene, eller man kan løfte hele linjen. Begge deler er kostbare forføyninger, og man kan bli nødt til å gripe til andre løsninger.

Det kan da legges linjegrøfter med betongutføring, som vist i fig. 39. En slik betongrenne bygges sammen av ferdig støpte elementer av lengde 1.0 m. Elementene er utført i jernbetong og veier ca. 140 kg. Over skjøtene er lagt et lokk på 20 cm lengde, for å oppta sidetrykket på rennen.

Betongrennen, som har perforerte sidevegger, skal være omgitt av en pålitelig filtergrus. Det må påses at det ikke blir stående igjen tette masser på den siden av grøften som vender mot linjen, fordi dette hindrer tørrlegging av ballasten. Betongrenner, utført på denne måte, er lagt i fall på minst 5 o/oo og har da vist seg å trekke bra. På langs dekkes rennen med brukte sviller, for å hindre unødige forurensing.

En annen måte å løse saken på, er å legge linjegrøften som en tildekket rørgrøft. Dette er også vist i fig. 39. Det brukes 150 mm mufferrør (6") og disse legges minst 40 cm under planum, omgitt av filtergrus.

Et viktig punkt står igjen å nevne når det gjelder linjegrøfter i jord. De må være *tette i bunnen*, så vannet ikke slipper ut av grøften før det kommer frem dit det skal.

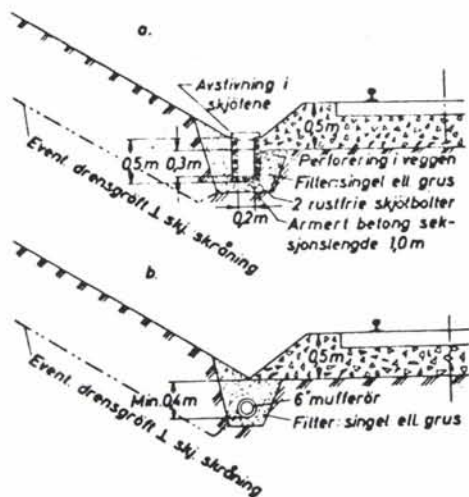


Fig. 39. Linjegrøfter med betongutføring.

grøften, kan man se svanken som en dam. På dette sted forsvinner i det minste en del av vannet ned i grunnen. Er lekkasjen oppstått i en linjegrøft som ligger i halvskjæring, vil man som oftest finne at fyllingen på utsiden viser tegn til å sige. Forholdet er fremstillet i fig. 40.

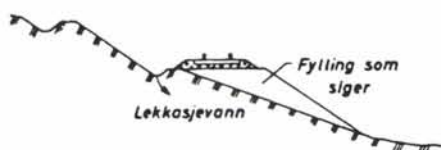


Fig. 40. Lekkasje i linjegrøft.

Når vannet lekker ut av en grøft, tar det seg vei gjennom et eget løp. Hva dette kan føre til, vet vi ikke på forhånd. Som den første følge av lekkasjen vil man i de aller fleste tilfeller merke at sporet blir urolig. Det er et tegn på at lekkasjevannet er i fullt arbeid med å grave i underbygningen eller i selve grunnen. For å sikre seg mot dette er det ett å gjøre, nemlig å tette lekkasjen.

En lekkasje i en åpen grøft merker seg oftest ut ved at det oppstår en svank i grøften. Her har vannet tatt seg veg ut av grøften og har ført med seg masse, så grøften har sunket på dette sted. Går det vann i dette sted. Man skal være særlig aktsom på faren for lekkasjer i grøfter som ligger i oppfylt grunn, gjerne ved enden av en skjæring.

For å tette en lekkasje i en linjegrøft, brukte man tidligere å fore grøftens bunn og sider med tett masse som leire eller svarttorv. Arbeidet må gjøres omhyggelig for å gi et varig godt resultat. I de senere år er denne tetting utført som en betongutføring som vist på fig. 41.

De ferdigstøpte betonglameller legges i en seng av stampet svartorv, strøtorv eller gresstorv, minst 20 cm tykk. En 0,15 mm plastfolie skal hindre vegetasjon og vanngjennomgang i skjøtene.

Arbeidsgangen blir at man først stamper og former torvmassen til et trau som svarer til betongutføringen. Deretter rulles plastfolien ut og betongelementene legges på plass. Betonglamellene har buttskjøter uten fortanning og bindes til hverandre ved 2 rustfrie skjøtbolter i hver skjøt. Byggelengden er 1,0 m, såvel for mufflerør som for betonglameller. Når arbeidet utføres forskriftsmessig, blir grøften helt tett. Lignende betongelementer kan brukes også til tetting av lekkasjer i overvannsgrøfter.

En billigere utførelsesmåte er å bruke halve mufferrør som vist på fig. 41 b. Uarmerte halvrør tåler imidlertid svært lite side-trykk. De egner seg derfor bare i forholdsvis flatt terreng. Blir de utsatt for sidetrykk fra en skråning, vil de lett sprekke opp i bunnen. Halve mufferrør legges med muffene vendt *mot* vannets strømretning og holdes på plass ved hjelp av muffene.

Som avslutning skal vi slå fast at linjegrøftene må holdes ved like i samme utstrekning som banelegemet for øvrig. I jordskjæringer hvor linjegrøftene av en eller annen grunn er blitt gjenfylt i årenes løp, må de tas opp igjen. Og grøftene må holdes under stadig tilsyn, renskes opp og utbedres når det er nødvendig, så det ikke oppstår unødig skade på banelegemet.

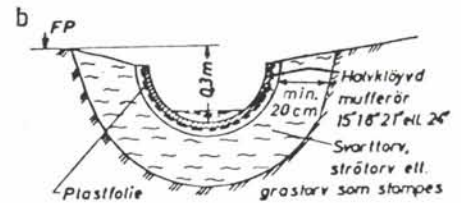
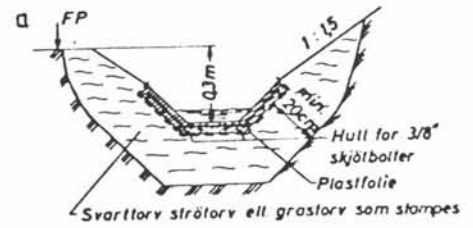


Fig. 41 a og b.
Betongutføring av linjegrøfter.

7.2. Overvannsgrøfter.

Linjegrøftene er ikke beregnet på å ta stort mere overvann enn det som kommer fra selve skjærings-skråningen. Hvis det under sterke regnskyl og under snøsmelting kan bli så stort tilsig av overvann fra det ovenfor liggende terreng at det kan skade banelegement, da skal dette overvannet normalt oppfanges av egne grøfter og ledes bort uten å føres ned i linjen. Det er dette som er overvannsgrøftenes oppgave.

Overvannsgrøfter må derfor i alminnelighet legges helt utenfor planeringsprofilen. De skal være minst 0,5 m dype og ha en bunnbredde av 0,5 m og de skal ligge *minst* 1,0 m utenfor skjærings- og fyllingsskråning, som vist i fig. 42. Avstanden bør imidlertid være så stor at en traktorgraver kan kjøre på banketten.

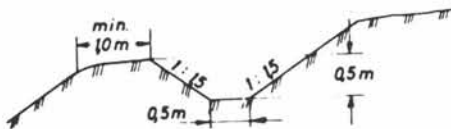


Fig. 42.
Overvannsgrøft.

Selv om det går vann i en overvannsgrøft bare nå og da, må den sikres godt så vannet følger løpet og ikke tar seg egne veier ut av en ødelagt grøft. Bunn og sider må være gresskledd. Grøftefallet bør da helst ikke være mindre enn 10 o/oo for at vannet skal trekke godt unna. Eldre overvannsgrøfter ved NSB har ofte mindre grøftefall enn dette, helt ned i 3 o/oo. Med

et så svakt grøftefall må en overvannsgrøft til stadighet holdes godt opprensket, så vannet har avløp når det kommer og ikke blir stående og trekke ned i grunnen istedenfor å renne vekk.

Når grøftefallet blir så stort at gresskledningen ikke lenger er tilstrekkelig til å beskytte grøften mot ødeleggelse, må man sikre overvannsgrøfter på annen måte. Mest alminnelig har det da vært å steinsette grøften med stein satt i fibertorv. I fig. 43 er vist tverrsnitt av en slik steinsetting.

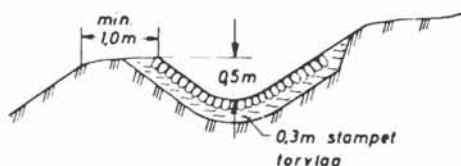


Fig. 43.

Steinsatt overvannsgrøft.

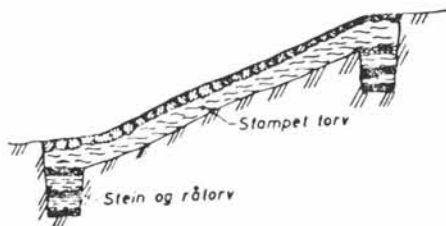


Fig. 44.

Steinsatt overvannsgrøft
i sterkt fall.

Steinsetting var et arbeidskrevende håndverk som i dag er vanskelig og kostbart å få utført.

Overvannsgrøfter hvor det er lekkasje i bunnen eller hvor fallet er så stort at vannet eroderer, kan utfores på samme måte som linjegrøftene, vist på fig. 41 a.

Hvor fallet er bratt, kan man risikere at lamellene siger nedover bakke. På slike steder må nedre ende sikres ved en betongmur eller kum, slik at lamellutføringen har noe å spenne mot.

En rimelig utførelse er å benytte korrogerede halvrør av galvaniserte stålplater (Armco, Svalbard). De er lette å legge og krever ikke annen fundamentering enn et 20 cm tykt lag stampet torv hvis grunnen er telehivende.

I fjell eller når grunnen består av sand eller grus kan de legges direkte på grunnen.

Ved stort fall i bratte skråninger må man være oppmerksom på at fallenergien kan bli stor, og det kan være påkrevet å avbryte rennen med mellomliggende kummer.

Ved nedre ende legges alltid en kum eller en betongmur.

Ved særlig bratte fall anbefales utført *trappeløp* for å bremse på vannhastigheten. Løpet er da formet som en trapp. Trappeløp støpes i betong. De bør helst anlegges i fjell, i jordterreng blir de meget kostbare da de må fundamenteres frostfritt.

Overvannsgrøfter ligger som regel litt avsides i forhold til linjen, og det kan ta mere tid å etterse dem enn man synes man har råd til å avse. Men også overvannsgrøfter må tilses og vedlikeholdes, hvis man skal være sikker på at de virker tilfredsstillende. En dårlig vedlikeholdt overvannsgrøft kan være en direkte trussel mot stabiliteten både i skjæring og fylling. Den kan være årsak til at en skjæringsskråning glir ut eller at det opptrer ujevne setninger i en fylling, hvis ikke enda verre ting skjer. Det er særdeles viktig at man oppsporer eventuelle lekkasjer og tetter dem hurtigst mulig på den måte som er omtalt i foregående avsnitt.

Særlig utsatt for lekkasje er de partier av overvannsgrøfter hvor grøftefallet er så lite at vannet kan bli stående.

Til slutt skal nevnes en egen type av åpne grøfter, det er *myrgrøftene*. De virker egentlig som åpne drengrøfter (se neste avsnitt) og skal tjene til å tørrelegge myrstrekninger som linjen går over. De føres ned til fast grunn, men skal i alminnelighet ikke være over 2,0 m dype, selv om myren er dypere. Et tverrsnitt av en myrgrøft er vist i fig. 45.

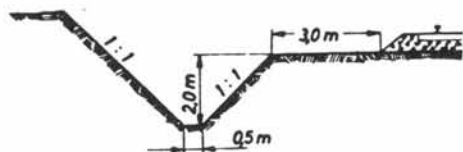


Fig. 45.
Myrgrøft.

7.3. Lukkede drengrøfter.

En drengrøfts oppgave er å senke grunnvannstanden eller sikre at grunnvannstanden holder seg under en viss dybde.

Grus og grov sand er selvdrenerende masser som ikke har behov for drenering. Hvis grunnen består av leire eller silt, kan grunnvannstanden stå høyt og på myrene står grunnvannstanden i høyde med terreng. I slike masser kan derfor drenering være nødvendig.

Vi kaller det også drenering når vi anlegger en grøft for å sikre oss mot at overflatevann blir stående i et høyt nivå. Linjegrøftene og overvannsgrøftene fungerer for såvidt også som drenering. De egentlige drengrøfter er imidlertid lukkede grøfter.

Dybden av en lukket drengrøft må fastsettes særskilt i hvert enkelt tilfelle, avhengig av forholdene. Minstedybden er 1,0 m av hensyn til frosten.

En lukket drengrøft er en relativt kostbar forføyning. Går den tett, har man ikke bare kastet bort pengene som gikk med, men man har fått en grøft som er direkte farlig, fordi oppsamlet vann kan ta seg vei ut fra et svakt punkt i grøften og derfra gjennom linjen, hvor det kan gjøre skade. For å få en varig sikring av linjen, må man derfor være meget omhyggelig ved anlegg av lukkede drengrøfter.

De eldste lukkede drengrøfter ved NSB ble utført som steinfylte grøfter med et løp nederst, også av stein. Av disse gamle drengrøfter finnes det neppe noen igjen som ikke er gått tett. En nyere utførelse var også steinfylt, men hadde mufferrør og to drengrør som vannløp. Denne utførelse har vist et noe bedre resultat, men er heller ikke sikker.

Den enkle og sikre lukkede drensgrøften er vist i tverrsnitt i fig. 46. Som drensrør kan anvendes mufferrør av betong, vanligvis med innvendig diameter 150 mm (6"). Rørene legges på et underlag av grus, minst 10 cm tykt, og de skal legges så tett sammen som mulig, erfaringen viser at det likevel er åpning nok for vannet til å ta seg vei inn i rørene. Muffeskjøtene dekkes helst med singel, for øvrig fylles grøften helt med filtermasse.

Som filtermasse kan benyttes grus eller grov sand som tilfredsstillende fordringene til god ballastgrus eller støpesand. Det kan også benyttes andre materialer, som visse slagter hvor kornstørrelsen svarer til ballastgrus. Svovelholdige materialer må imidlertid ikke brukes i forbindelse med betongrør. Det finnes i dag forskjellige typer fabrikkfremstilte filterduker. Ingen av disse har imidlertid så god filtervirkning at de bør benyttes uten at det samtidig fylles med annen filtermasse.

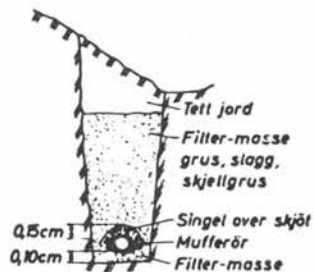


Fig. 46.
Lukket drensgrøft.

Øverst bør det være et lag med tett jord for å hindre overvann fra å trenge ned i grøften. En ledning av mufferrør skal alltid legges med muffene vendt mot det høyeste punktet i grøften. Eller sagt med andre ord, vannet skal renne inn i muffene og ikke ut av dem. I den øverste enden skal rørledningen plugges, så innløpet blir tett.

Istedenfor betongrør kan anvendes perforerte (gjennomhullede) plastrør. Foreløpig er det bare typen Icodren som er godkjent av NSB. Rørene legges slik at hullene blir liggende i halv høyde og vendt mot skråningsfallet. Rørene legges, som betongrørene, på en seng av grus og med minst 20 cm overfylling av filtergrus.

En drensgrøft, hva enten den er åpen eller lukket, bør aldri gå helt full av vann. Gjør den det, kan det hende at det blir stående vann igjen i grunnen, fordi vannet ikke slipper inn i grøften og da virker grøften ikke lenger drenerende som en drensgrøft skal gjøre. Man skal derfor alltid holde seg noe i overkant, når det gjelder størrelsen eller antall rør i lukkede drensgrøfter.

En lukket drensgrøft bør ha et fall som helst ikke er mindre enn 5 o/oo. Vannhastigheten vil da være så vidt stor at selv om det skulle følge noe slam med vannet, så vil drensledningen holde seg ren. Ligger drensledningen i sterkt fall, skal drensledningen forankres i en solid kum nederst, for å hindre at rørene glir fra hverandre.

I lange drensgrøfter bør det bygges *inspeksjonskummer* for hver 40-50 m, for at man skal kunne se om drensledningen virker som den skal. Kummene er ikke beregnet på å gå ned i, og kan utføres ganske enkelt av mufferrør, slik som vist i fig. 47. Mest alminnelig utføres disse kummer med *slamfang*, slik som vist i figuren. Eventuelt slam som følger med drensvannet vil da samles i bunnen av kummen og må fjernes med passe mellomrom før slamfanget går fullt. Man finner gjerne den slags kummer bygget sammen av 300 mm mufferrør, men det er lettere å renske opp kummer som har et noe større tverrsnitt, f.eks. 450 mm. Samtidig blir slamfanget større.

To eller flere drensledninger kan føres frem til et felles avløp fra en *samlekum*. Disse kummer utføres alltid med slamfang. Ofte er det nødvendig å bygge samlekummen så stor at en mann kan gå ned i den. Innvendig diameter av kummen bør da være minst 800 mm, og kummen må være utstyrt med stigetrinn. Den slags samlekummer fremstilles helst av ferdigstøpte elementer av betong og er vist i fig. 48. Men de kan også mures opp av bruddstein eller støpes på stedet. Man kan også finne samlekummer som er utført mer provisorisk ved tømring med brukte sviller.

Enklere samlekummer kan ofte være utført av mufferør, på samme måte som vist i fig. 47. Mufferørene bør da minst ha en diameter av 450 mm. Kummer av den størrelse kan man altså ikke gå ned i.

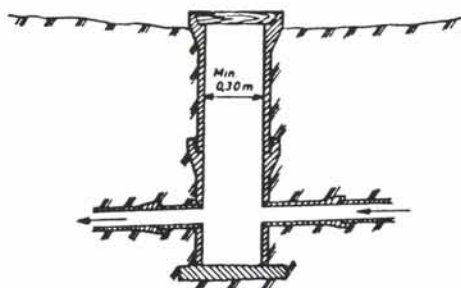


Fig. 47. Inspeksjonskum.

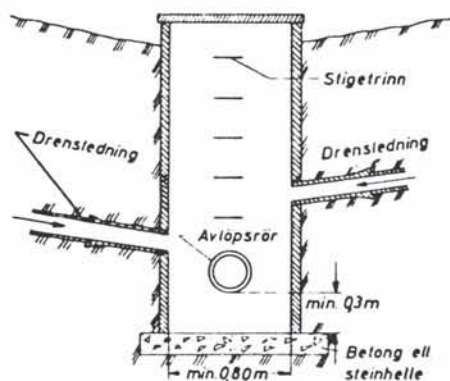


Fig. 48. Samlekum.

Normalt skal det ikke slippes overvann inn i en lukket drensgrøft. Gjør man det, må man ta hensyn til mengden av overvann på forhånd, ved å legge inn tilstrekkelig store rør. Overvannet skal bare føres inn i drensgrøften gjennom en kum med rist i inntaket og med slamfang.

Drensgrøfter kan legges i skjærings skrån timer, men grøftene skal da alltid føres *rett ned skråningen* og ikke på skrå. Legges grøften på skrå, svekker man skråningens stabilitet.

I en jordskjæring kan langsgående lukkede drensgrøfter legges under linjegrøften, hvis drensgrøften er *uten* kummer. Drensgrøften må da øverst være fylt med et godt stampet lag av tette masser, leire eller svarttorv, så ikke overvannet tar vei ned i drensgrøften. Eller man kan utføre linjegrøften med betongutføring som vist i fig. 41 a. En drensgrøft *med* kummer bør helst legges utenfor linjegrøften, oppe i skjærings skrån timer. Også i det tilfelle må man sørge for at drensgrøften øverst er fylt med tette masser for å holde overvannet ute.

7.4. Sikring av jordskrån timer.

Jordskrån timer må beskyttes mot erosjon både fra overvann og grunnvann. Det hyppigst anvendte middel for å beskytte jordskrån timer mot overvannets virkninger er å gresskle skrån timerene. Dette kan gjøres på velkjent måte ved å dekke skrån timerene med matjord og så i gressfrø. Matjordlaget er i alminnelighet ca. 10 cm tykt og mengden av gressfrø ca. 4 kg pr. dekar.

Matjordpåleggingen er omstendelig og kostbar og i de senere år er det utviklet nyere metoder som har gjort det mulig å få gresset til å spire og gro uten anvendelse av matjord. Det brukes en væske som består av vann tilsatt gressfrø og gjødning samt en spesiell emulsjon for å binde gressfrøet. Denne væske sprøytes ut direkte på de planerte skråninger ved hjelp av et særskilt sprøyteutstyr. Metoden har vært anvendt ved NSB i flere år. Et godt resultat er betinget av at de tilsådde arealer ikke blir utsatt for langvarig tørke like etter tilsåing. På ganske små arealer kan utsprøytingen foregå for hånd.

Hvor det er vannførende lag i en skjæringsskråning, må skråningen først tørrlegges før man gresskler den. Ellers får man ikke skråningen til å stå. I lettere tilfeller kan det klare seg med å anlegge grusfylte drengrofter med Icodren i skråningen og avløp ned i linjegrøften. Disse drengrofter skal, som før nevnt, legges rett ned skråningen og ikke på skrå. De må ha en god fot nederst, på samme måte som vist i fig. 49.

Er det vannførende lag på flere steder i skråningen, kan skråningen ofte lekke som en sil og dette har vært årsak til en rekke utglidninger. I slike tilfeller gis det bare en eneste effektiv måte å sikre skråningen på, nemlig å dekke den med et lag filtergrus, 0,5-1,0 m tykt. Gruslaget må ha god fot i bunnen. Vannet kan gis avløp til linjegrøften, men er det meget av det, bør det helst legges en drengledning av mufferør i bunnen, se fig. 49.

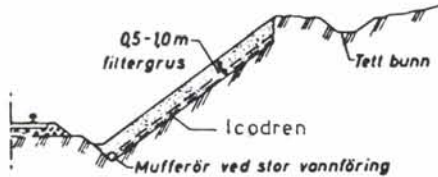


Fig. 49. Tørrlegging av skjæringsskråning ved grusdekke.

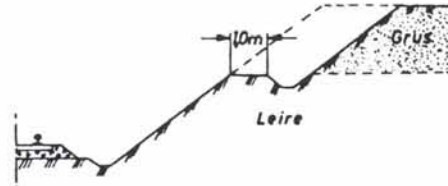


Fig. 50. Tørrlegging av skjæringsskråning ved overvannsgrøft.

Er det gruslag på toppen av skjæringen og tette masser under, vil vannet trenge ut i skråningen langs bunnen av gruslaget. Man kan da dekke den nedre del av skråningen med et lag filtergrus, men i mange tilfeller kan det være enklere å legge en overvannsgrøft nede i skråningen. Overvannsgrøften må da legges så dypt at den helt og holdent ligger i tett masse. Dette er vist i fig. 50.

I vannsyke skråninger hvor vannet står under overtrykk, kan det bli nødvendig å foreta omfattende arbeider for å tørrlegge skråningene. Slike arbeider planlegges alltid av Geoteknisk kontor, etter at de nødvendige undersøkelser er foretatt.

En god bestand av løvtrær og busker er god sikring mot overflateglidning i skråninger. Trær og busker suger opp en mengde vann som fordampes gjennom løvverket og bidrar derved til å tørrlegge vannsyke skråninger. Røttene bidrar til å binde en skråning. Det følger imidlertid også atskillige ulemper med busker og trær i

skråningene, og man har i de senere år arbeidet meget med å holde bestanden nede. Dette vil bli nærmere omtalt i avsnitt 15.2, s. 125.

Når en jordskråning slår ut i vann, må den sikres særskilt godt, både mot strømmende vann og mot bølgeslag. Denne sikring er tidligere vanligvis utført som en kombinasjon av *steinjeté* (uttales sje'te) og *steinkledning*. Dette er vist i fig. 51.

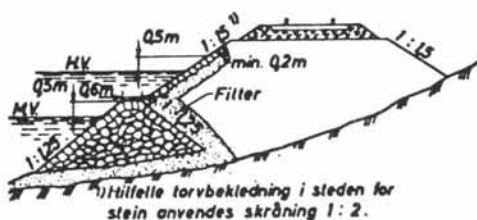


Fig. 51.
Steinjeté og steinkledning.

En steinjeté er en steinfylling av grov stein som legges ut på et hensiktsmessig filterlag under hele bunnen, for å beskytte steinjetéen mot å bli undervasket. Det ble også lagt et filterlag på innsiden av steinjetéen, for å hindre utvasking av jordfyllingen.

Det henvises for øvrig til kap. 11, Elveforbygninger og sikring mot bølgeslag (side 82).

7.5. Sikring av fyllinger.

Det er nevnt foran at fyllingene i alminnelighet er bygget opp av masser som er tatt i de nærmeste skjæringer og at fyllingene derfor i stor utstrekning består av blandede masser. Er det ensartede masser, består disse helst av stein, silt eller leire. Rene grusfyllinger er så sjeldent forekommende at de praktisk talt ikke teller i en oversikt. Den underliggende grunn består hyppigst av silt og leire.

Disse forhold har ført til at fyllingene våre gjennomgående er meget sårbare overfor vann i linjen. Hadde vi hatt overveiende grusfyllinger eller i det minste et lag god filtergrus under fyllingene på alle de steder hvor vann kunne tenkes å opptre, ville vi ha unngått en stor del av de vanskeligheter med urolige fyllinger som vi ennå har ved NSB.

I jordfyllinger skal massene legges slik at det ikke dannes vannlommer inne i fyllingene. I skråterreng må de tetteste massene legges på oppsiden av fyllingen og slik er det nok også gjort i alminnelighet. Likevel skal man, så langt det er mulig, søke å unngå ansamlinger av overvann på oppsiden av en fylling, fordi vannet kan ta seg vei ned i grunnen under fyllingen og føre med seg masse ut, enten fra fyllingen eller fra grunnen under denne. Resultatet vil bli en fylling som er urolig. Dette kan unngås ved å gi overvannet avløp til en sikker grøft, f.eks. på den måte som er vist på fig. 52. Man må passe på at grøften ikke forfaller, f.eks. ved setning i oppfylte masser.

I alminnelighet kan man gå ut fra at ujevne setninger i en fylling alltid har noe med vannet å gjøre. I svært mange tilfeller skyldes det vann som har tatt seg vei ned i grunnen på oppsiden av linjen, gjennom en lekkasje i en åpen grøft.

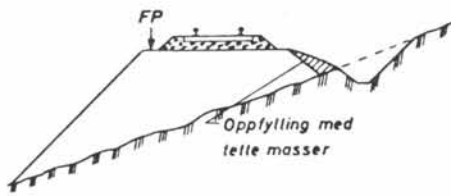


Fig. 52.
Overvann skal ha fritt avløp.

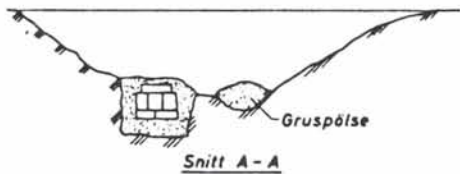
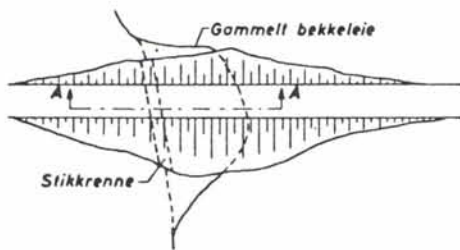


Fig. 53.
Gruspølse for avledning av grunnvann.

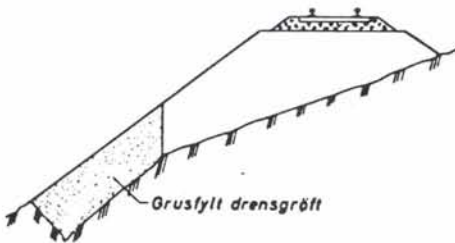


Fig. 54.
Utløp av grunnvann under en jordfylling.

Men det er flere årsaker til urolige fyllinger. Grunnvannet har ofte et naturlig utløp i den dypeste del av forsenkninger i terrenget. I en fylling ligger det her gjerne en stikkrenne og eventuelt grunnvann finner da avløp gjennom stikkrennen. Men så har vi enkelte fyllinger hvor stikkrennen av en eller annen grunn ikke er lagt i bunnen av forsenkningen, f.eks. slik som fremstillet i fig. 53.

Eller det kan være sprengt en bekketunnel i stedet. Her bør det være lagt en pølse av filtergrus langs etter det gamle bekkeløpet, før dette blir nedfylt med vanlige fyllmasser. Da vil eventuelt grunnvann ta seg vei ut av fyllingen uten å gjøre skade. På oppstrømsiden må fyllingen dekket med tette masser så overvann ikke tar samme veien.

Man har funnet mange steder hvor dette ikke er gjort, og fyllingene på disse steder har alle sammen vært urolige. I en ferdig fylling er det da ikke stort annet å gjøre enn å grave seg inn i fyllingen på nedsiden, så langt som mulig, og anlegge en grusfylt drensgrøft, slik som antydnet i fig. 54. Hvis vannføringen er stor, kan det bli nødvendig å legge rørledning i drensgrøften.

Hvis det er en steinfylling man har å gjøre med, må saken løses på en annen måte, da man ikke kan grave seg inn i en steinfylling. I det tilfelle kan man legge et lag filtergrus *utenpå* fyllingen for på den måte å stoppe vannets transport av masse ut av fyllingen. Dette er vist i fig. 55. De massene som grunnvannet tar med seg vil da legge seg opp mot filtergrusen og vil ikke bli ført ut av fyllingen. Setningene i fyllingen vil fortsette en tid etter at arbeidet er gjort, men vil så stoppe opp.

Man skal være varsom med å slippe overvann gjennom en steinfylling som ligger på en undergrunn av finkornig jordmasse. I skråterreng vil vannet snart grave seg ned i finmassen og føre masse ut fra grunnen. Resultatet blir en fylling som setter seg.

Vann som graver i bunnen av en steinfylling vil ofte legge massen igjen som en liten ør på utsiden av fyllingen. Finner man slike oppøringer i nærheten av skråningsfoten ved steinfyllinger, kan man praktisk talt alltid regne med at det har foregått, eller foregår utgraving av masse under fyllingen.

Ellers har man, som nevnt flere ganger foran, et felles kjennetegn for alle de tilfeller hvor det er ukontrollert vann i arbeid i eller under en fylling, nemlig at fyllingene setter seg. Er man helt klar over årsaken til setningene og feilen kan rettes ved enkle midler, f.eks. ved tetting av en lekkasje i en åpen grøft, da gjør man det og saken er klar. Men er årsaken ukjent eller er man bare i ringeste tvil om den, må man melde inn forholdet, så stedet kan bli undersøkt så raskt som mulig.

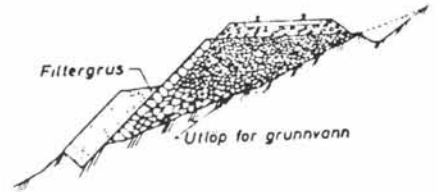


Fig. 55.
Utløp av grunnvann under en steinfylling.

8. FJELLSKJÆRINGER OG TUNNELER

8.1. Litt om sprengstoff og utstyr for fjellsprengning.

Et sprengstoff til praktisk bruk skal ikke bare være eksplosivt, det må også kunne håndteres med en rimelig grad av sikkerhet. Alle sprengstoffer i handelen er sammensatt av flere stoffer. Ved å variere sammensetningen kan man fremstille en rekke typer av sprengstoff som har forskjellige egenskaper, både med hensyn til sprengvirkning og sikkerhet under håndtering.

Det er særlig to stoffer som går igjen i sammensetningen av de vanligst brukte sprengstoffer. Det ene er det kraftige sprengstoffet nitroglyserin. Det andre er et salt som heter ammoniumnitrat. Brukt alene er ikke ammoniumnitrat eksplosivt, men det blir eksplosivt ved blanding med visse stoffer. Denne blandingen er imidlertid på langt nær så lett å få til å eksplodere som nitroglyserin.

Sikkerhetsmessig sett er sprengstoffene gruppert i to fareklasser, *dynamitt* og *sikkerhetssprengstoff*. Dynamittklassen er den farligste.

Dynamitt omfatter en rekke sprengstoffer med beslektede egenskaper. De fleste har betegnelsen dynamitt i navnet (f.eks. Gummidynamitt). I alle disse sprengstoffer finnes nitroglyserin som en vesentlig andel. Dynamitt har normalt en deigaktig konsistens, men konsistensen forandres med temperaturen og blir stiv når det er kaldt.

Til vanlige sprengningsarbeider leveres dynamitten som patroner med minste diameter 20 mm. Det er foreskrevet at patronpapiret skal ha påskrift i *rød* farge og at kassene skal være merket FARLIG SPRENGSTOFF - EKSPLOSIV. De vanligst brukte dynamitter selges her i landet under merkene "Gummidynamit" eller "Dynamit C".

Sikkerhetssprengstoffene er ikke så ømfintlige overfor støt og slag som dynamittene. De er derfor sikrere å behandle og bestemmelsene for lagring, transport og bruk er ikke så strenge som for dynamitt.

Alle sikkerhetssprengstoffer har ammonium-nitrat som hovedbestanddel. De fleste av dem er tilsatt noe nitroglyserin eller et annet høyverdig sprengstoff. De vanligst brukte sikkerhetssprengstoffer er pulverformet og leveres mest som patroner med minste diameter 20 mm. Mest anvendt er de som i Norge selges under merkene "Lynit" og "Geomit". Patronpapiret på sikkerhetssprengstoff skal ha påskrift i *blå* farge og emballasjen skal være merket AMM.NITR.SPR.STOFF samt EKSPLOSIV.

Minerkrutt er et svartkrutt som fremstilles ved å blande sammen salpeter, trekull og svovel. Sikkerhetsmessig er minerkrutt satt i klasse med dynamitt, og kassene skal være merket MINERKRUTT samt EKSPLOSIV.

For å få en sprengladning til å eksplodere anvender man et *tennmiddel*, f.eks. lunte og fenghette. Før vi går over til omtale av tennmidlene, må vi imidlertid se litt på hvordan sprengstoffene eksploderer.

Ved eksplosjonen går sprengstoffene over til gass av meget høy temperatur og med stort trykk. Det er disse gassene som gir sprengvirkningen. Vi deler de sprengstoffer som er omtalt i *laveksplosive* og *høyeksplosive* sprengstoffer. Det som skiller de to grupper er eksplosjonshastigheten og måten eksplosjonen foregår på.

Svartkrutt er et laveksplosivt sprengstoff. Når det eksploderer, skjer dette som en eksplosiv forbrenning. Det skal varme til for å starte en forbrenning og ved svartkrutt settes den igang ved hjelp av en brennende lunte, uten bruk av fenghette. Eksplosjonshastigheten er relativt liten. Dynamitt og sikkerhetssprengstoff er høyeksplosive sprengstoffer. Disse kan også brenne, men for å utløse en eksplosjon kreves det et tilstrekkelig sterkt støt. Dette oppnås sikrest ved å la en fenghette eksplodere i sprengstoffet. En eksplosjon som utløses ved hjelp av støt kalles en *detonasjon*, og den foregår med meget stor hastighet (flere tusen meter pr. sekund).

Sprengvirkningen er avhengig av flere forhold, blant annet av eksplosjonshastigheten. Svartkrutt eksploderer med relativt liten hastighet, og det har en moderat sprengvirkning. Vi bruker derfor krutt når vi skal ha steinen ut mest mulig i hel tilstand, f.eks. som bygningsstein. Til vanlig sprengningsarbeid brukes dynamitt eller sikkerhetssprengstoff, på grunn av den langt større sprengvirkning som disse sprengstoffene har.

Det utvikles varme også ved en detonasjon, men det er et resultat av detonasjonen og er ikke en betingelse for at denne skal skje. En dynamittladning kan således detonere ved støtet fra en detonerende ladning i et nabohull, når avstanden er tilstrekkelig liten. Dette benytter man seg blant annet av ved grøftesprengning i jord. Det må føyes til at den beskrivelse som her er gitt av eksplosjonsforløpet, er sterkt forenklet.

Som tennmidler brukes *lunte*, *fenghetter*, *elektriske tennere* og *detonerende lunte*.

Svartkruttlunte (vanlig lunte) består av en kjerne av finkornet svartkrutt (luntekrutt), omspunnet med flere lag jute- og bomullsgarn og impregnert med en tjære-asfaltblanding. Lunte skal lagres tørt og må holdes unna olje, maling, lakk og løsningsmidler, da disse stoffer oppløser impregneringen og kan ødelegge kruttstrengen. En svartkruttlunte brenner med en hastighet av ca. 0,5 meter i minuttet. Lunte leveres i lengder på 7,3 m, oppkveilet i ringer.

Fenghetter brukes sammen med vanlig lunte. En fenghette består av en hylse av aluminium med en sprengladning inni. Sprengladningen ligger nederst i hylsen og består av en *primærladning* og en *hovedladning*, se fig. 56. Øverst i hylsen er det et åpent rom som lunteenden føres inn i og deretter klemmes den fast med en luntetang. Fenghetten stikkes så inn i en sprengstoffpatron, *tennpatronen*, og tennmidlet er ferdig montert.

Primærladningen ligger nærmest lunteenden. Den består av et lett antennelig sprengstoff som tennes ved hjelp av lunte. Ved hjelp av primærladningen får man hovedladningen til å eksplodere. Hovedladningen består av et høyeksplosivt sprengstoff. Når dette eksploderer, oppstår det et støt som er tilstrekkelig kraftig til å utløse en eksplosjon av tennpatronen og sprengladningen.

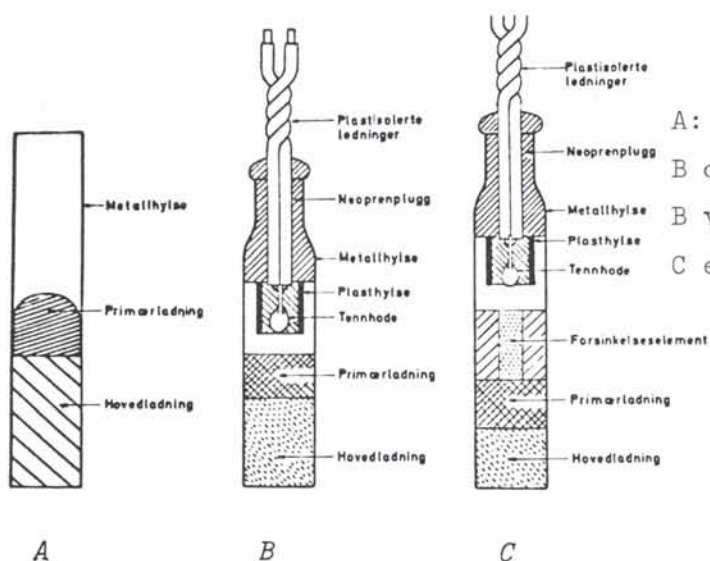


Fig. 56. Tennmidler.

A: Fenghette.

B og C: Elektriske tennere.

B viser en momenttenner,

C en forsinket tenner.

Hullet for lunte er fylt med treflis for å hindre at det kommer fuktighet inn i fenghetten. Denne flisen skal ikke fjernes før fenghetten skal brukes. Fenghetter leveres i esker à 100 stk. De skal lagres i tørt rom, liggende i esken. Under transport og lagring skal fenghetter *alltid holdes adskilt fra sprengstoff*, så sprengstoffet ikke eksploderer om fenghettene skulle gjøre det.

Elektriske tennere brukes særlig ved avfiring av salver. De tennes ved hjelp av en elektrisk strømkilde, altså uten bruk av lunte. Det finnes to hovedtyper av dem, nemlig *momenttennere* og *forsinkede tennere*.

Momenttenneren tenner momentant. Dens nedre del er bygget opp på samme måte som fenghetten, med en primærladning og en hovedladning. I den øvre del skiller tenneren seg fra fenghetten ved at det er ført to elektriske ledninger inn i tenneren. Disse ender i et *tennhode* med en glødetråd i midten, som vist i fig. 56. Når det settes strøm på ledningene, vil glødetråden antenne tennhodet, hvorefter primærladningen og hovedladningen eksploderer.

I de *forsinkede tennere* (også kalt tidtennere eller intervalltennere) er det bygget inn en forsinkersats mellom tennhodet og primærladningen. Forsinkersatsen består av en brennbar stoffblanding som må gløde helt gjennom før primærladningen antennes. Ved å variere lengden eller sammensetningen av forsinkersatsen får man tennere med forskjellig forsinkelse, "halvsekundtennere" og "millisekundtennere" (milli = tusendel).

Elektriske tennere kan tenne i utide, hvis det kommer strøm fra en fremmed strømkilde inn på tennledningen på grunn av dårlig isolasjon. De kan også tenne i utide under tordenvær eller når tennledningen ligger i nærheten av en kraftledning. Vanlige lommelykter kan i visse tilfeller også være årsak til utidig tenning og bør absolutt ikke brukes under arbeid med elektriske tennere. Under transport og lagring skal elektriske tennere behandles på samme måte som fenghetter.

Detonerende lunte er stort sett laget på samme måte som svartkruttlunte, bortsett fra kjernen, som består av et høyeksplosivt sprengstoff. Utvendig er lunte belagt med plast.

Detonerende lunte kan brukes som tennmiddel både for dynamitt og sikkerhetssprengstoff. Lunte selv må tennes ved hjelp av fenghette eller elektrisk tenner som surres fast til lunte. Den detonerer med meget stor hastighet og kan brukes som tennmiddel også ved avfiring av salver. Den er ikke spesielt ømfintlig for støt.

Detonerende lunte leveres i lengder på 100 m, opprullet på snelle. Sikkerhetsmessig er den satt i klasse med dynamitt. *Under transport og lagring må den ikke legges sammen med fenghetter og elektriske tennere og heller ikke sammen med sprengstoff.*

Alle typer av sprengstoff til sivil bruk skal være godkjent av Statens sprengstoffinspeksjon. Dette gjelder også tennmidlene. Men selv om sprengstoffene er relativt sikre å håndtere, er det tross alt sprengstoff vi har å gjøre med og sprengstoff skal behandles med omtanke, så man ikke utsetter seg selv og andre for unødig fare. Det er derfor gitt offentlige forskrifter som gjelder tilvirkning, oppbevaring, transport, herunder lasting og losing, erverv, bruk og inn- og utførsel av eksplosive varer, jfr. Lov om eksplosive varer av 14.6.1974 nr. 39 og Forskrifter om eksplosive varer av 22.3.1977. Dette er rene verneforskrifter som alle ansvarlige har plikt til å kjenne og følge. Overtredelse av forskriftene kan medføre straffansvar.

Dessuten har vi bestemmelsene i trykk 425 om "Forskrifter for transport av farlige stoffer ved Norges Statsbaner" samt forskjellige tilleggsbestemmelser, bl.a. rundskriv fra Arbeidstilsynet nr. 234/61 og Hovedstyrets sirkulærer nr. 338/58, 274/61 og 171/64. Det skal her gis noen spredte utdrag av bestemmelsene.

På hver arbeidsplass skal det i alminnelighet være en bestemt person (formann eller skytebas) som er ansvarlig for at utlevert sprengstoff, fenghetter og lunte oppbevares og nyttes forsvarlig etter gjeldende bestemmelser. Det er ikke gitt spesielle forskrifter for transport av sprengstoff på linjen frem til arbeidsstedet, men en ansvarlig formann eller skytebas bør ha tilsynet med at transportene foregår forsvarlig og i samsvar med de bestemmelser som er gitt for transporter på vei og med tog. For transport med lastetraktor gjelder bestemmelsene for tog.

En rekke kommuner har bestemmelser (i politivedtektene) som sier at den ansvarshavende skytebas skal være godkjent av politiet når det skal foregå sprengningsarbeid på eller i umiddelbar nærhet av offentlig sted. Dessuten skal sprengningsarbeidet være anmeldt til politiet på forhånd. Jernbanen skal også varsles på forhånd om forestående sprengningsarbeid i nærheten av linjen. Om nødvendig må det avgis en vaktmann, som kan vareta sikkerheten på linjen mens arbeidet pågår.

På arbeidsplassen skal sprengstoff oppbevares i en særskilt ammunisjonskasse, som skal ha spesielle rom for lunte og fenghetter. Kassen skal holdes låst og den skal være tydelig og varig merket FARLIG SPRENGSTOFF. Det er forbudt å oppbevare uvedkommende ting i ammunisjonskassen.

Tobakksrøyking er forbudt hvor sprengstoff eller fenghetter oppbevares, transporteres eller håndteres. Likeens er udekket lys eller annen åpen varme forbudt i rom hvor sprengstoff eller fenghetter oppbevares. For øvrig vises til bestemmelsene.

Sprengningsteknikken har i løpet av de seneste år hatt en rivende utvikling. Feiselen og handboret er gått ut av bruk og er erstattet med boremaskiner og bor med hardmetallskjær. Mens man tidligere i alminnelig hardt fjell kunne bore 0,3-0,4 m i timen pr. mann, er det nå ikke uvanlig med ytelser på 15-20 m. Arbeidet med boringen er derfor blitt mindre arbeidskrevende enn før, og man kan tillate seg å utføre en sprengning ved hjelp av langt flere ladninger enn det som tidligere var økonomisk mulig. Uttaing av fjell foregår derfor i stor utstrekning ved salveskyting, hvor en rekke ladninger blir detonert i tur og orden ved hjelp av elektriske tennere.

En boremaskin for bergboring skal både slå og vri boret. Dessuten skal den ha utstyr for å spyle eller blåse borhullet rent. Maskinene drives i alminnelighet med trykkluft som tilføres gjennom en ledning fra kompressor.

Av bergboremaskiner finnes det en rekke forskjellige typer som er tilpasset det borearbeid som skal utføres. Ved store borearbeider monteres maskinene i spesielle *borrigger*, som blant annet har utstyr for å *mate* frem boremaskinen og boret. "Mating" vil si å holde borstålet i stadig kontakt med bunnen av borhullet. Ved enklere arbeider foregår matingen for hånd. I fig. 57 er vist en handstyrt boremaskin.



Fig. 57.
Handstyrt boremaskin,
trykkluftdrevet.



Fig. 58.
Handstyrt boremaskin,
bensindrevet.

Ved kiling og spetting brukes maskiner som ikke har anordning for vridning av borstålet, eller hvor denne anordningen kan settes ut av bruk.

Det finnes også små boremaskiner som er bensindrevet og hvor hele utstyret er montert på maskinen. Boremaskinen, som er vist i fig. 58, veier ca. 25 kg. Den kan brukes også ved spetting og kiling, ved å sette vridningsmekanismen ut av funksjon.

Et bergbor består av borstangen med *skjær* og *bornakke*.

Bornakken settes fast i maskinen. I fig. 59 er vist en borstang med fast bornakke og skjær. Skjæret er et *meiselskjær*. Borene er hule av hensyn til blåsing eller spyling av borhullet.



Fig. 59.
Borstang.

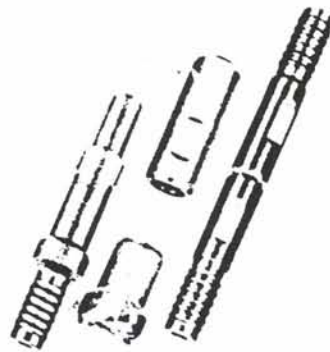


Fig. 60. Skjøtestenger.
Fra venstre skjøtestang med bornakke,
skjøtehylse, vanlig skjøtestang samt
borkrone.

Lange bergbor blir for uhåndterlige hvis borstangen skal lages i et stykke. De settes da sammen av *skjøtestenger* som festes til hverandre ved hjelp av *skjøtehylser*. En særskilt skjøtestang er utformet med bornakke og festes til bormaskinen. I den annen

ende av borstangen festes *borkronen* med skjæret. De enkelte deler fremgår av fig. 60.

Den viste borkrone har *kryss-skjær*. Skjærene består av hardmetall. Når et skjær er slitt, må det slipes, og dette gjøres best i en spesiell slipemaskin.

8.2. Fjellskjæringer.

Av og til går det noe vi kaller *steinsprang* eller *fjellskred*. Med det mener vi at steinblokker og fjellpartier løsner fra overflaten og faller fritt, spretter eller ruller nedover. Med fjellskred forstår vi en samlet utglidning av større fjellpartier.

Vi skal se litt på årsakene til at slike ting hender. På den ene siden har vi geologiske forutsetninger slik som bergart og oppsprekning. All berggrunn kan grupperes i forskjellige geologiske formasjoner etter hvilken tidsperiode de er dannet i. Det sier oss imidlertid ikke alt om rasfaren. Det som avgjør er de topografiske forhold, altså om terrenget er bratt og hvilke ytre påvirkninger som fjellet blir utsatt for.

Fjellforvitring.

Når vi får steinsprang, må det ha vært en eller annen form for ytre påvirkning. Fjellblokker som en dag ligger i ro, mens de den neste dag ruller utfor skråninger, må ha vært utsatt for en eller annen form for ytre kraft som får dem til å rulle utfor.

Vi skal se på slike ytre krefter som er utløsende faktorer for steinsprang og fjellskred. Det er viktig å kunne kjenne til dem før en setter i verk noe sikringsarbeid.

- A) Mekanisk forvitring.
- B) Kjemisk forvitring.

A)

Den viktigste faktoren er de klimatiske påkjenninger. Her i landet er vi særlig utsatt for *frostsprenning*.

Vannet utvider seg omtrent 10% når det fryser til is. Høst og vår svinger temperaturen ofte omkring 0°C, og når vi får gjentatt frysing/tining, kan steiner sprenge løs hvis vannet trenger inn i fjellsprekkene. Oftest går det steinsprang i tidsrommet mars-mai og oktober-november. Det er derfor grunn til å foreta ekstra nøye visitasjoner i disse periodene.

Vanntrykk på sprekker er også en viktig utløsende årsak. I store nedbørs-perioder går det ofte ras. Man har erfaring for at når nedbøren er mer enn 2 ganger normalen over en 30 dagers periode, kan det begynne å bli kritisk. Når vannet fyller opp sprekkeøver de et vanntrykk på steinene. Rennende vann fører også til erosjon som kan være årsak til ras. Når sprekke i fjellet blir fuktige, blir også friksjonen mindre slik at sjansene for steinsprang i sterke regnperioder øker.

Ved *sprengning* i fjell er det ikke til å unngå at sprengvirkningen forplanter seg et godt stykke inn i det gjenstående fjell. Her oppstår det sprekker og riss, selv der hvor fjellet på forhånd var fast og godt. Etter et sprengningsarbeid må det derfor alltid foretas en omhyggelig rensk, både i skjæringer og tunneler. All løs stein må fjernes, så sant dette er mulig. Om en ikke følger dette rådet, kan steinene rase ut ukontrollert. Rystelsene fra sprengning kan også være den utløsende faktoren for ras.

Rotsprengning får vi når røtter vokser ned i åpne sprekker i fjellet og presser løs steiner. Da er det også fare for at blokker kan løsne hvis trærne blåser ned.

B) Kjemisk forvitring.

Bergarter som inneholder kalk eller salt, kan løses opp av vann. Surt vann løser lett opp kalkstein og f.eks. i Nordland finnes det store grotter etter at vannet har løst opp og ført vekk kalken.

Andre mineraler omdannes under påvirkning av luft og vann. Ved at en kjemisk prosess gjør mineralene mer porøse, gir det igjen større mulighet for en mekanisk oppdeling, slik at det er et samspill mellom disse to typene av forvitring.

Sikringsarbeider.

For å hindre at steinene spretter ut i sporet, kan vi iverksette forskjellige sikringstiltak. Disse varierer noe om det er naturlig fjellskråning eller fjellskjæring.

Med fjellskjæring mener vi at skråningen er utsprengt og har en helling ca. 6:1 - 10:1.

Vedlikeholdet av en fjellskjæring omfatter vesentlig to grupper av arbeid, nemlig:

1. Sikring mot løs stein i skjæringsskråningene.
2. Oppsamling og avledning av vann.

Fjellrensk.

Frost og vann er de hyppigste årsakene til steinsprang fra fjellskjæringer. Et sikringstiltak er *fjellrensk*. Den utføres fortrinnsvis ved å kile ut steinen. Sprengstoff bør helst ikke brukes da det ved sprengning oppstår nye sprekker som vannet kan trenge inn i og sprengte løs nye steiner. Selve renskearbeidet bør altså foregå for hånd og erfarne fjellfolk kan da med spett kjenne om fjellet er bomt.

For å komme til er det ofte nødvendig å ha en renskebukk som arbeidsplattform.

I tunneler må arbeidet foregå fra en *renskebukk*.

Fig. 61 viser en renskebukk av nyeste type. Den er selvdrevet, er utstyrt med kompressor for drift av trykkluftdrevne håndredskaper samt har eget aggregat for arbeidslys. På renskebukken er dessuten montert en liten heisekran for oppheising av materialer og redskap. Den ses på bildet i sammenfoldet tilstand like over døren til førerhytten.

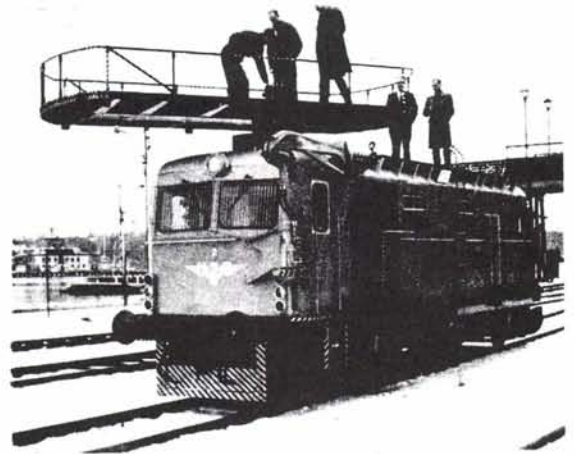


Fig. 61.
Renskebukk.

Over taket på renskebukken er montert en stor svingbar arbeidsplattform. Dessuten finnes det to mindre arbeidsplattformer, en på hver side av vognen. Disse sideplattformene er uttrekkbare, de ligger i høyde med vognulvet og er beregnet på arbeid med tunnelveggene.

En del eldre motordrevne renskebukker er annerledes bygget, men er stort sett lignende utstyrt som den viste renskebukken.

Et lag for fjellrensk med motordrevet renskebukk består i alminnelighet av 3-4 mann som alle må ha fått spesiell opplæring i arbeidet. En av mannskapet skal ha bestått prøve som fører av renskebukk. Han skal også utføre vanlig tilsyn og vedlikehold av det maskinelle utstyr som følger renskebukken.

Forsterkning av fjellet.

I noen tilfeller kan en feste de løse fjellblokkene i stedet for å ta dem ned. Dette kan være en fordel for dermed beskyttes det innenforliggende fjellet bedre. Den metoden som er enklest, er *fjellbolting*.

Bolter.

En *fjellbolt* består av en stålstang med et forankringsparti i ene enden og mutter og plate i andre enden. Boltene har stort sett en diameter på omkring 20 mm og dermed en bruddlast på ca. 10-15 tonn avhengig av stålqualiteten. Vi deler boltene opp i grupper avhengig av forankringsmetoden.

Ekspansjonsbolter har en ekspansjonshylse som kan utvides ved at en sprengplugg trekkes inn i hylsen og ekspanderer denne inntil boltene sitter fast i borhullet. Det er utviklet flere typer hylser både i plast og stål.

Polyesterforankrede bolter festes til veggene innerst i borhullet som regel ved hjelp av en to-komponent polyester *limpatron*. Denne føres først inn i borhullet. Når boltene roteres samtidig som den føres inn, knuses patronen og materialkomponentene blandes. De patronene som herdner raskest, bruker ca. 5 min. Det brukes

som regel kamstål til boltestål slik at limet skal få feste i boltestålet.

Innstøpte bolter.

Borhullet fylles da med betongmørtel. Det er utviklet flere metoder til det. En måte er å føre en slange fra en betongpumpe til bunnen av hullet og dra slangen ut etterhvert som hullet fylles. Deretter drives bolten inn i hullet med håndkraft eller slegge.

En annen metode er den såkalte *perfometoden*. Den består i å fylle et gjennomhullet sylindrisk blikkrør med mørtel og føre det inn i borhullet. Når bolten drives inn i røret, presses mørtelen ut gjennom hullene og fyller ut borhullet fullstendig.

Innstøpte bolter blir ikke virksomme før sementen har herdnet, dvs. etter $\frac{1}{2}$ -1 dag. Bolten blir helt dekket av mørtel og er dermed også beskyttet mot rustangrep.

Med bolter forankres de løse blokker til det innenforliggende faste fjellet. Det kan brukes enkeltbolter til å feste blokker eller flere bolter i bestemt mønster for å feste større fjellflater. I tunneler brukes bolter ofte i hengen.

Ved å forspenne boltene kan friksjonen på sprekkene økes og innspenningsforholdet rundt tunnelen dermed bedres.

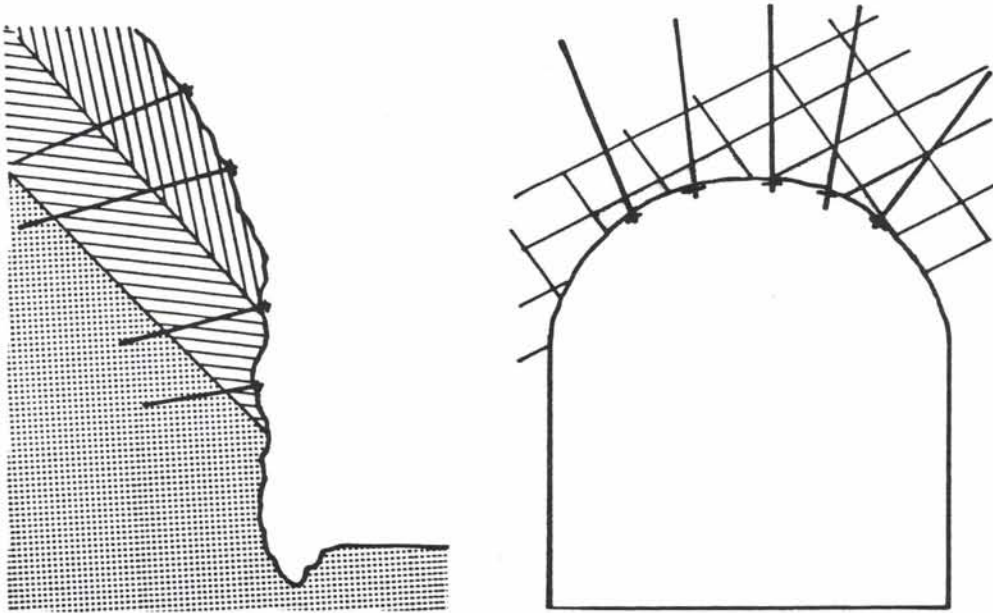


Fig. 62.

Figurene viser hvordan boltene kan brukes i tunnel og i skjæring. Boltene må være lange nok til å kunne forankres i innenforliggende godt fjell.



Nett.

I fjellskjæringer kan det være uoverkommelig å feste hver enkelt blokk med bolter. I slike tilfeller kan en legge et nett over fjellet og feste det med bolter. En hindrer da ikke blokkene i å løsne, men blokker som løsner, vil ikke kunne sprette ut i sporet, men skli nedover på innsiden av nettet. Det må da være avsatt plass ved foten av skjæringa, hvor steinene kan samles opp.

Sprøytebetong

er betong av en bestemt konsistens som sprøytes på fjelloverflaten med stor kraft. Sementvelling og delvis også sand trenger inn i fjellsprekkene. Det oppnås da en betongkappe med små kiler i sprekkene. Den er best egnet der fjellet er oppsprukket og småfallent. I de fleste tilfeller er det sprøytebetongens heftfasthet til fjelloverflaten som er det viktigste element for dens stabiliserende effekt. Det er derfor viktig at fjelloverflaten rengjøres. Partier utsatt for vann og frost er ikke egnet for sikring med sprøytebetong. Uarmert sprøytebetong kan ikke godkjennes som permanent sikring. Finnes et av elementene vann/frost til stede, skal sprøytebetongen armeres.



I vanskelig fjell er det ofte umulig å få skråningen tilstrekkelig sikker ved fjellrensk alene; da kan man støtte opp fjellsiden med en veggmur, f.eks. slik som vist i fig. 63. Man må alltid sørge for at det blir anordnet avløp for vann som måtte komme ut av skråningen bak veggturen, enten ved å legge egne avløp bak muren eller ved å støpe inn drenerør på passende steder i muren. Blir vannet stengt inne, vet man aldri hva det kan føre til.

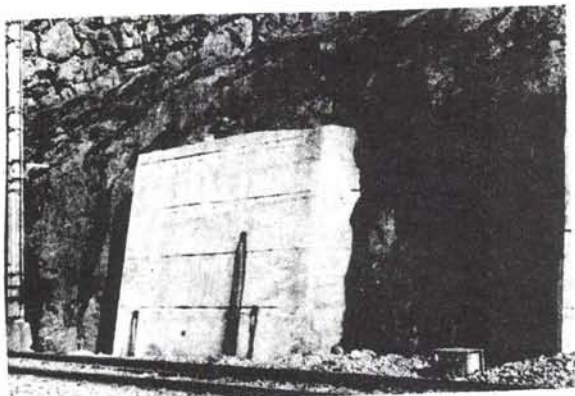


Fig. 63. Veggmur.

Kommer det vann ut av skjæringsskråningen eller sildrer det vann ut over skråningen fra det overliggende terreng, må vannet samles og gis skikkelig avløp for å unngå ulemper med kjøyving. Dette gjør man ved å sprengne smale nisjer inn i skråningen. Nisjene bør være ca. 1,0 m dype og må i tilfelle sprenges helt ned til bunn av drenergrøft. De kan dekket med en enkel vegg, f.eks. av bord eller av brukte sviller. Ofte har det vist seg at man kan spare veggen, især hvis nisjen har V-formet tverrsnitt. Det vil da danne seg en issvull i nisjen, men vannet får avløp bak isen. En nisje er vist i fig. 65.

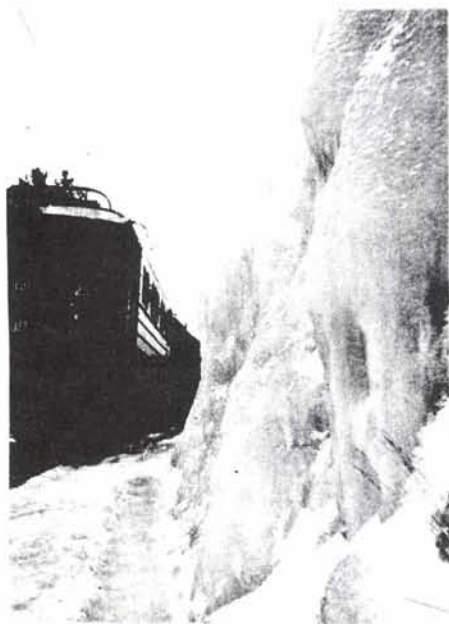


Fig. 64.
Slik bør det helst ikke se ut.

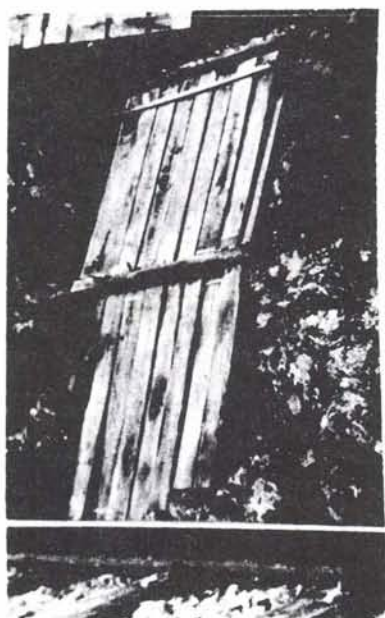


Fig. 65.
Dekket nisje.

Er det vannsig i skjæringsskråningen over en større lengde, kan det sprenges flere nisjer i passe avstand, men ikke over 10 m. Er avstanden riktig valgt, vil vannsiget samle seg i nisjene, enten fordi vannet følger sprekker i fjellet som har oppstått under sprengningen av nisjene, eller fordi veien frem til nisjene er korteste og letteste veien ut for vannet.

Linjegrøften må selvsagt alltid holdes åpen så det er avløp for vannet. Men i en linjegrøft skal det aldri gå meget vann til stadighet, for da blir ballasten konstant våt og grøften vil fryse til om vinteren. Da må man ta vannet ned i en lukket grøft for å få tørrlagt skjæringen. Er det lagt opp ballastkant, må denne ikke være tett så vannet blir stengt inne i ballasten. Hvis skjæringen er tørr, kan ballastkanten sløyfes og underballasten legges da helt inn til skjæringsskråningen. Det må være sørget for godt avløp fra alle fordypninger i bunnen av skjæringen eller fordypningene må være fylt med betong. Ellers kan det oppstå skadelig telehiving.

I *fjellskråninger* kan det ofte være vanskelig å komme til med egnet utstyr til fjellforsterkning. Sikringstiltakene må derfor ofte gjøres langs sporet i form av en fang-konstruksjon. I de tilfellene hvor steinene kan komme rullende langs bakken, kan en sette opp en beskyttelsesmur slik som vist på fig. 66.

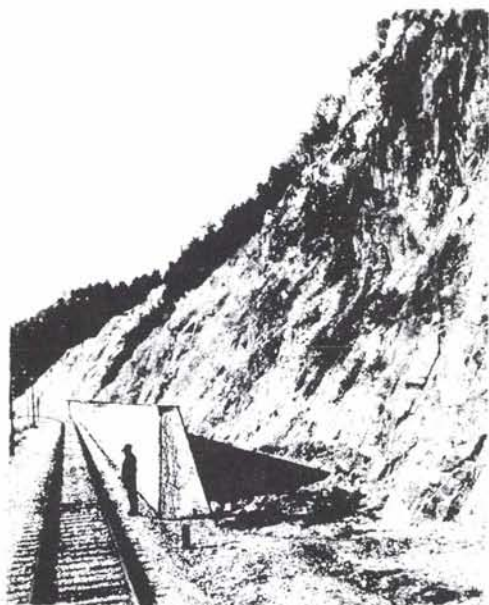


Fig. 66. Beskyttelsesmur mot steinsprang (Sørlandsbanen)

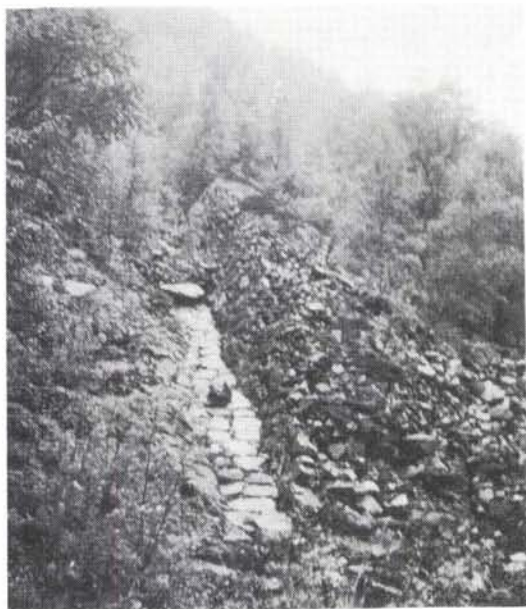


Fig. 67. Fanggrøft for steinsprang (Drangsdalen-Sørlandsbanen)

Muren kan også plasseres andre steder enn langs sporet. Den fanggrøften som er vist på fig. 67 er lagt i fjellskråningen for å samle opp steinmassene så tidlig som mulig etter at de har løsnet. Konstruksjonen på bildet er en kombinasjon av en fanggrøft og en ledemur. Når steinene treffer muren på skrå, blir de ledet bort fra jernbanesporet.

Ulempene med en mur eller voll er den tunge konstruksjonen. Det kreves et godt byggefundament, og det kan bli store materialtransporter som igjen gir en dyr løsning. I det senere er det utviklet en ny type fanggjerder som er betraktelig lettere. Det er såkalte wire-nett (fig. 68). Disse nettene er laget av wire med diameter 8 mm. Når stein treffer gjerdet, er det slik konstruert at det gir etter et stykke, men sam-

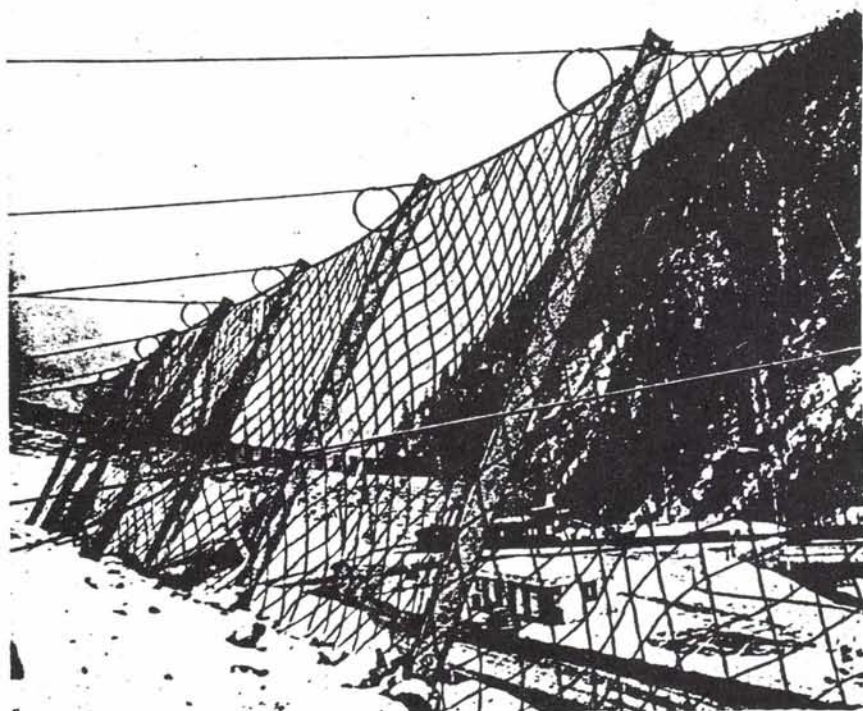


Fig. 68. Wirenett. Sløyfene i forankringen strekkes og gjerdet bremses ved steinsprang over en lang strekning.

tidig yter det en bestemt bremskraft. Dermed kan en slik lett konstruksjon fange opp store steiner. Kreftene som opptrer er mindre enn i f.eks. en betongmur, fordi gjerdet bremses ned steinene over en lang strekning.

Noe overdrevet kan vi sammenligne det med å stoppe en bil ved enten å kjøre mot en betongvegg eller bremse ned på vanlig måte.

Forekommende ras eller steinsprang kan varsles ved et *rasvarslingsgjerde*. Et rasvarslingsgjerde er et gjerde med gjerdeduk eller gjerdetråd som danner ledning for elektrisk strøm med lav spenning. Gjerdet står i forbindelse med et elektrisk relé som styrer oppsatte rasvarslingssignaler, se trykk 401 (Sir), §§ 283 og 299.

Blir gjerdestrømmen brutt, vil signalene automatisk vise signal 59, "Rasfare". Gjerdestrømmen er ufarlig for mennesker og dyr.

Ved NSB finnes for tiden (1980) bare oppsatt noen få rasvarslingsgjerder, alle beregnet på varsling av steinsprang. Et rasvarslingsgjerde er vist i fig. 69.

Ved steinsprang kan gjerdestrømmen bli brutt på to forskjellige måter, avhengig av om gjerdet er utført med duk eller tråd. Når en stein treffer gjerdeduken, vil duken strekkes, en kontakt på nærmeste gjerdestolpe vil trekkes ut, og duken er strømløs. Ved trådgjerde vil gjerdet bli strømløst når en gjerdetråd slites av eller to tråder kommer i kontakt med hverandre. Rasvarslingsgjerde med gjerdetråd er enklest og sikrest.

Det finnes også rasvarslingsgjerder for varsling av snø-
ras. Gjerdet er da konstruert slik at det blir strøm-
løst når gjerdet legger seg ned. Ved NSB finnes for
tiden (1980) bare et eneste rasvarslingsgjerde som varsler
både for steinsprang og snøras (Nordlandsbanen).

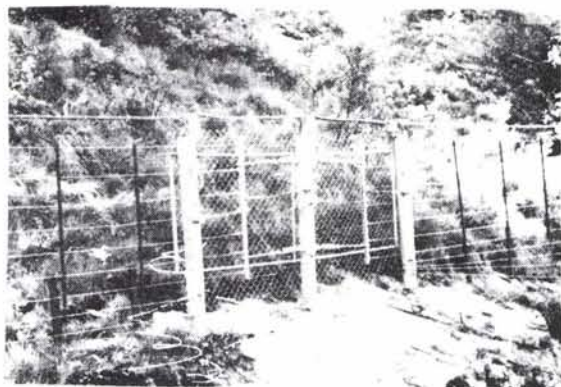


Fig. 69. Rasvarslingsgjerde.

Et rasvarslingsgjerde er ikke konstruert for å yte noen fysisk motstand mot et steinskred. Det gir derfor ingen sikkerhet mens toget er i det rasfarlige området. Gjerdene bør derfor bare settes opp hvor trafikken er liten og hvor andre sikrings-tiltak vil bli for omfattende og kostbare.

Rasoverbygg.

Noen steder hvor terrenget er egnet, kan en sette opp et rasoverbygg i betong. Dette er kostbare konstruksjoner og må derfor planlegges omhyggelig både med hensyn til konstruksjon og plassering.

8.3. Tunneler.

De fleste tunneler ved NSB er fjelltunneler og bare noen få tunneler er anlagt i jordterreng. Den lengste av disse er Tyholttunnelen ved Trondheim, som er 268 m lang. De lengste fjelltunneler er:

Lieråsen på Drammensbanen	10 723 m, åpnet 1973
Kvineshei tunnel på Sørlandsbanen	9 065 m, " 1943
Hægebostad " " - " -	8 474 m, " 1943
Ulriken " " Bergensbanen	7 660 m, " 1964

Den samlede lengde av tunneler ved NSB er for tiden (1980) ca. 235 km. I fjelltunneler har man i prinsippet det samme vedlikehold som i fjellskjæringer, nemlig sikring av fjellet samt oppsamling og bortledning av vann. Men arbeidet er langt mere omfattende i en tunnel og stiller store krav til personalets innsikt og erfaring på det spesielle område som tunnelvedlikeholdet omfatter.

Det er umiddelbart innlysende at fjellet må sikres så det ikke faller ned. Det er også klart at lekkasjevann, som trenger inn i tunnelen gjennom sprekker i fjellet, må samles og ledes bort, og en må hindre at det fryser til is. Men vi har enda en viktig ting som vi må ta hensyn til i tunneler, nemlig at tunnelluften skal være så tørr som mulig. Dette har riktignok ingen betydning for sikkerheten, men det har meget stor innflytelse på omfanget av det totale vedlikehold i tunneler. Vi skal se litt på hva som er årsaken til dette.

Luften i en tunnel tar til seg fuktighet i form av vanddamp, både fra våte partier i tunnelen og fra vann som drypper. Hvis tunnelen ikke blir godt gjennomluftet til stadighet, vil luften i våte tunneler bli meget fuktig, og det går hardt ut over skinner og festemidler, de rustet og tæres bort. Erfaringene synes å vise at det må skiftes skinner og festemidler minst dobbelt så ofte i våte tunneler som i fri luft, utenfor de samme tunneler. Den fuktige luften finner vi i hele tunnelen og ikke bare på de steder hvor tunnelen er våt. Vanddrypp direkte på skinnene tærer særlig hardt og det kan oppstå rene sår der hvor vanddryppet treffer skinnen.

Av hensyn til et økonomisk vedlikehold er det derfor meget viktig å holde luftfuktigheten i tunneler så lav som mulig, og det gjør vi når vi forhindrer lekkasjevannet fra å komme i berøring med luften i tunnelen. Man må samle opp lekkasjevannet der hvor det kommer ut av fjellet og føre det i lukket renne ned i avløpsgrøften som også må være lukket. Dette er et viktig poeng for forståelsen av hvilke arbeider som må utføres for å få driftssikre og økonomiske tunneler. En idealtunnel skal være helt tørr, selv om det går vann i fjellet.

Tunnelprofil

Fjelltunneler ved NSB er utsprengt etter forskjellige planeringsprofiler. Det nyeste profil for enkeltsporede tunneler er vist i fig. 70. De angitte mål er minstemål og gjelder for tunnel i rettlinje. I kurver må målene økes etter bestemte regler. Eldre tunneler har som oftest et trangere profil. Det må ikke foretas løfting av spor i tunneler, uten at det på forhånd er klarlagt at profilet er tilstrekkelig for det planlagte løft.

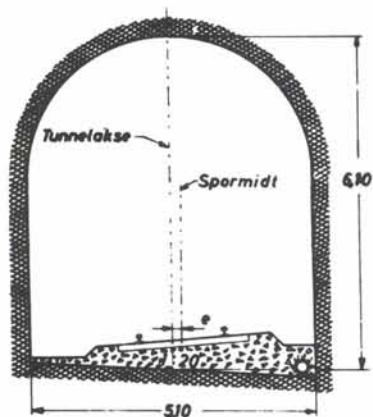


Fig. 70.
Tunnelprofil.

Det må ikke foretas løfting av spor i tunneler, uten at det på forhånd er klarlagt at profilet er tilstrekkelig for det planlagte løft.

Hvor sporet ligger i kurve med overhøyde, kan midtlinjen av sporet ikke følge tunnelaksen, men må forskyves mot ryggen av kurven. Dette skyldes hensynet til minste tverrsnitt og er omtalt i bokens del 3. Forskyvningen - eksentrisiteten - er i fig. 70 betegnet med "e" og varierer mellom 0 og 200 mm, etter kurveradien og overhøyden.

Det er bestemt at det i tunneler over 300 m lengde skal anordnes nisjer for personalet. Nisjene skal ligge i en innbyrdes avstand av ca. 200 m, høyden skal være ca. 2,0 m, bredden ca. 2,5 m og dybden ca. 2,0 m. Bunnen skal ligge i høyde med ballastoverkant. Man vil lettere se hvor nisjene ligger, hvis de markeres med små refleksskilt som gir hvitt lys i begge retninger.

Planum i en fjelltunnel skal helle 1:20, på samme måte som i en fjellskjæring. Avløpet for vann vil da følge den dypeste siden. I eldre tunneler kan man her ofte finne en ballastmur med åpen linjegrøft. Dette er en mindre heldig anordning, nå gjør man det helst slik at man legger et mufferør av betong i bunnen og fyller over med ballast, som vist i fig. 70. Mufferøret bør ha en

minste diameter av 150 mm. Hvis ledningen er utsatt for frost, og det er den ofte ved utløpet av tunneler, kan man dekke ledningen med plater av hard skumplast på samme måte som ved frostisolerings i linjen, se fig. 30, side 25. Platene fylles over med ca. 25 cm pukk. Se også Del 4, Utvendige anlegg ved stasjoner, 4.4.1. Vann- og kloakkanlegg, om frostisolerings av vannledninger.

I tunneler hvor det stadig går vann, og det gjør det gjerne i lange tunneler, er linjegrøften som oftest lagt dypere for at den skal samle opp alt vannet. I eldre tunneler vil man gjerne finne et murt løp i bunnen istedenfor mufferrør. Som grøftefyll er anvendt småfallen tunnelstein. Stein er riktignok ikke særlig tjenlig som filter, men i en tunnel er faren for at finmasse skal trenge inn i grøften så minimal at man i alminnelighet ikke har hatt noen ulemper med denne utførelse. I lange og vannrike tunneler må løpet ha stort tverrsnitt. Man støper da vanger helt opp og dekker grøften med betongheller. Vangene må være perforerte så lekkasjevannet slipper inn i grøften.

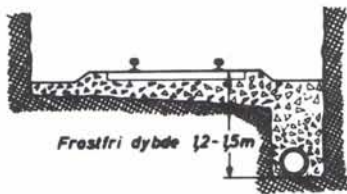


Fig. 71.
Senket linjegrøft i tunnel.

I de deler av tunneler, hvor frosten trenger helt ned til underkant av ballasten, kan man i alminnelighet regne med at ledningen er frostsikker, når den ligger i en dybde av 1,2-1,5 m under overkant sviller.

Frost i tunneler

Frosten trenger inn i tunneler ved at kald luft strømmer inn. Hvor stor frostmengde en får, er avhengig av tre faktorer; vind, pipeeffekt og trykkforholdene.

Hvis vinden står rett på en tunnelåpning, kan det blåse tvers igjennom en kort tunnel. Midt i lange tunneler vil en ha omtrent samme temperatur året rundt (tilnærmet lik middeltemperaturen på stedet). Når det blir kuldegrader ute, vil det derfor i tunneler med stigning oppstå en pipeeffekt. Den varme lufta midt i tunnelen er lettere enn den kalde lufta utenfor og vil stige oppover. Det suges så kald luft inn i nedre ende av tunnelen og frosten kan der trenge langt inn, mens det i øvre enden ikke vil være noen frostinntrengning fordi den varme tunnel-lufta strømmer ut her.

I tunneler som går mellom to dalfører kan trykkforskjellen i dalen føre til at lufta går fra høytrykk mot lavtrykk selv om det er mot naturlig trekk-retning i tunnelen.

I de tunneler som ikke er utsatt for de spesielle ensidige klimabelastninger som nevnt ovenfor, går erfaringene ut på at man er på den sikre side når man regner med at frosten trenger ned til ballastunderkant i en avstand fra begge tunnelender på

- 500 m ved en frostmengde av 15 000 timegrader og
- 1000 m ved en frostmengde av 30 000 timegrader.



Fig. 72. Porten i Lieråsen tunnel.

I den dobbeltsporede Lieråsen tunnel oppsto det store problemer om vinteren. Frostentrengte nesten 3 km inn fra nedre portal, og det ble stort vedlikehold på grunn av iskjøyving. Disse problemene oppsto på grunn av den kraftige pipeeffekten. For å stoppe luftstrømmen og dermed frostinntrengningen, ble det i 1978 montert 2 automatiske porter som åpner og lukker seg for hvert tog. Selv i meget kalde vintre hindrer porten frostentrengningen i å trengne inn i tunnelen.

Sikring av fjelltunneler.

I tunneler er det flere spesielle problemer som kan oppstå. Som for fjellskjæringer er det viktig å kjenne til hvorfor problemene oppstår hvis en skal velge en sikringsmetode som er egnet. Noen av disse spesielle tunnelproblemer er størst like etter utsprengningen av tunnelen og avtar siden etter hvert. Våre gamle jernbanetunneler er derfor bare i liten grad berørt av slike problemer.

Foruten vanlig løst fjell kan det i tunneler forekomme det som kalles *sprakefjell*. Det er fjell som nok kan være fast, men som ikke tåler trykket fra fjellet over tunnelen. Her kan det sprette ut stein fra tunnelprofilen.

Det karakteristiske for stein som skaller av på den måten, er at steinen alltid er større enn det hulrom som står igjen i fjellet.

Den populære betegnelsen "sprakefjell" er oppstått ved at det spraker i fjellet når en stein løsner.

Sprakefjell oppstår fordi spenningene i en retning i fjellet er store. Når tunnelen sprenges ut, blir det en spenningsomlagring, og der hvor spenningene tangerer tunnelen, blir det en spenningskonsentrasjon, og sprakefjell oppstår. Sikringsmetoden for det er ekspansjons-

bolter kombinert med nett som fanger opp steinflakene.

Vanlig fjellrensk skal ikke utføres for det bare blottlegger nytt fjell og en får nye avskallinger.

Sprekker i fjellet er ofte fylt med et materiale som er løsere enn fjellet selv. En del av dette kan være leire. Noen av leirene (*svelleleire*) har den egenskapen at de sveller under opptak av vann. Mest kritisk er det like etter frisprenningen i en tunnel. Fuktigheten i tunnelen er da nok til å sette i gang svelleprosessen, og den er så kraftig at blokkene omkring vil sprenges løs. Den eneste sikre metoden for å hindre nedfall vil være å støpe ut tunnelen omkring slike leirsoner.

Utenom fjellrensen kjente man tidligere bare en eneste metode for sikring av tunneler. Man foretok en utforing av tunnelen med murverk eller betong og hele arbeidet ble utført på stedet. Faste stillaser måtte settes opp og særlig på driftsbaner var utførelsen besværlig. Utforing ble foretatt som sikring både mot løst fjell og mot lekkasjevann i tunnelprofilen. Et foto av en slik eldre utforing er vist i fig. 73.

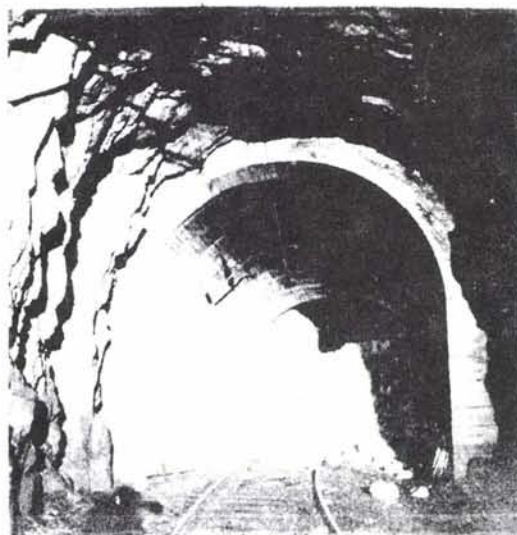


Fig. 73. Tunnelutforing.

De fleste utforinger av dette slag er utført i betong. Dels er de støpt direkte mot fjellet (kontaktstøpt), og dels er de utført med bakfyll av stein mellom støpen og fjellet, slik som det fremgår av fig. 74.

Varigheten av en tunnelutforing av betong er avhengig både av betongkvaliteten og av utførelsen. Mest alminnelig oppstår det skade på en utforing ved at det trenger vann gjennom betongen. Hyppigst finner vi da vanngjennomslag i støpefugene. En kalkavsetning i forbindelse med vann forteller oss med en gang at her er vannet i fullt arbeid med å tære opp betongen på dette sted. Slike kalkavsetninger finnes på en av tunnelportalene vist i fig. 81.

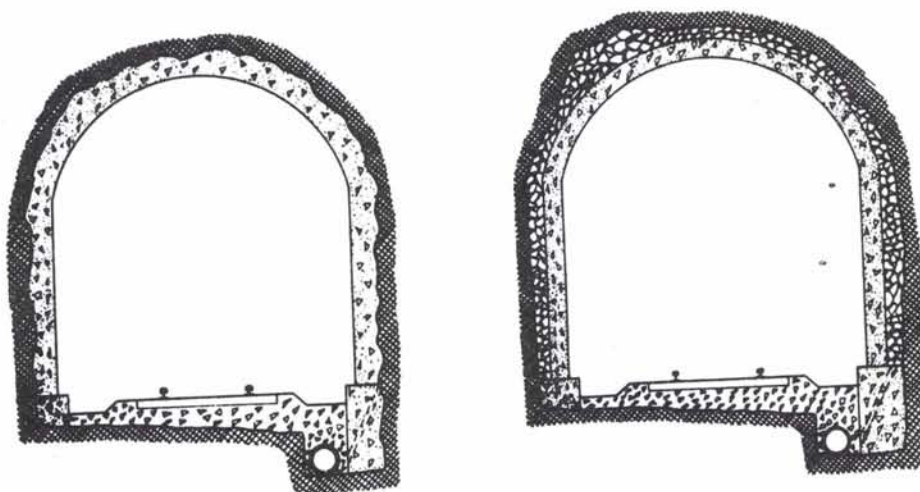


Fig. 74. Betongutforing av fjelltunneler, til venstre kontaktstøpt, til høyre med bakfyll.

Virkningen av surt vann på betong er tidligere omtalt.

Det er konstatert vannskader på betongen i en rekke tunneler, ikke bare i tunneler med kontaktstøpt utforing, men også i tunneler hvor det er bakfyll av stein bak betongutforingen. I det siste tilfelle er årsaken som oftest at bakfyllen er gått tett, så betongen er blitt utsatt for direkte vanntrykk. Normalt skulle jo bakfyllen gi avløp for lekkasjevannet.

Den slags utforinger bør ikke utføres sammenhengende i større lengde når det går vann i fjellet. Med visse mellomrom bør utforingen avbrytes av åpne partier uten utforing. Disse åpne partier, vi kan kalle dem nisjer, bør ha en lengde av minst 1,0 m, og her kan vannet tas ut på betryggende måte. Avstanden mellom disse nisjene må bestemmes etter forholdene på stedet.

Utforing mot dårlig fjell blir fremdeles delvis utført på stedet etter den eldre metode, når det gjelder anlegg av nye tunneler. Men ved driftsbanene gjøres nå utforingen med ferdig støpte lameller av jernbetong.

En utforing med betonglameller er vist i tverrsnitt i fig. 75 og et foto av en utforet tunnel er vist i fig. 76. Det er to typer lameller, *vegglameller* og *hvelvlameller*. De enkelte lameller blir

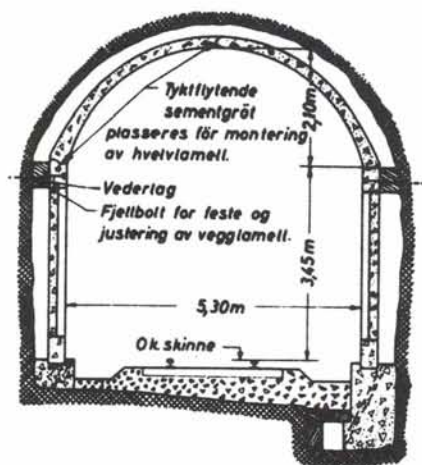


Fig. 75. Tverrsnitt av tunnelutforing med betonglameller.

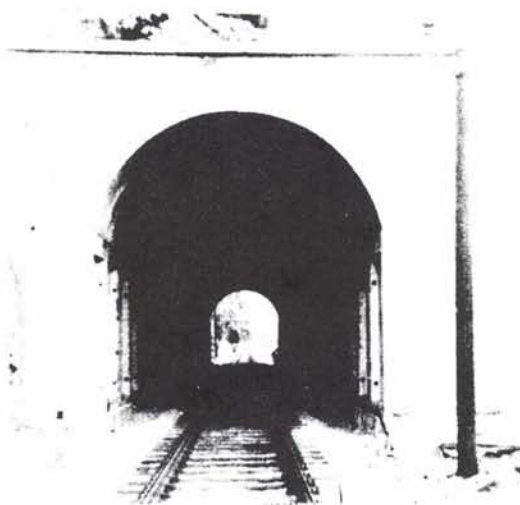


Fig. 76. Ferdig utforing.

boltet sammen i tunnelens lengderetning og fugene mellom dem tettes med sementmørtel. Oppå hvelvet bør det legges en overdekning, f.eks. av brukte sviller, hvis det åpne rommet over hvelvet er så høyt som ca. 1,0 m eller mere. Overdekningen skal tjene som beskyttelse mot stein som måtte falle ned på hvelvet fra fjellet over.

Veggamellene er 2,0 m lange og dekker tunnelveggen i ett stykke. Hvelvlamellene er 1,0 m lange, og det trengs 2 hvelvlameller til å spenne over hvelvet. For hver 2,0 m utforing går det da med 2 veggameller og 4 hvelvlameller.

Arbeidsgangen blir slik at man først foretar den nødvendige utvidelse av fjellprofilen for å få plass til utforingen. Dette arbeid foregår fra renskebukk. Deretter utføres forskaling og støping av

fundamenter for vegglamellene, hvoretter disse monteres på plass og festes. Når dette er gjort, følger forskaling og støping av vederlag for hvelvlameller. Til slutt monteres så hvelvet og fugene tettes.

Til montering av lamellene brukes en svingbar kran og en hydraulisk løftebukk, begge montert på en og samme jernbanevogn. Fig. 77 viser anordningen. Vegglamellene settes på plass ved hjelp av svingkranen, mens hvelvlamellene monteres inn ved hjelp av løftebukken. Hele utstyret drives ved hjelp av trykkluft.

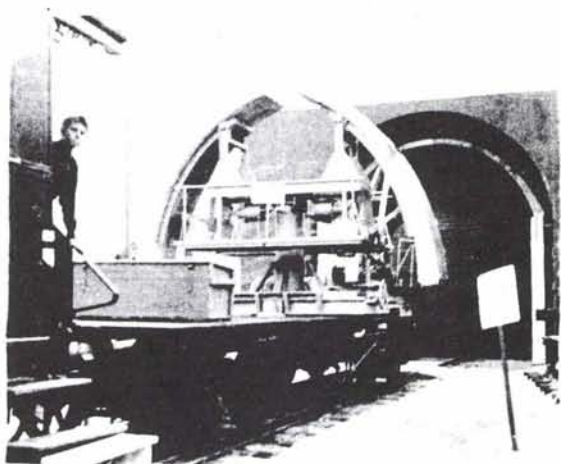


Fig. 77. Kranvogn for montering av betonglameller.

Den her beskrevne metode har den store fordel at man kan utføre det viktigste støpearbeid utenfor tunnelen i et hensiktsmessig betongstøperi, hvor man har gode muligheter for fremstilling av en helt pålitelig betong. Alt som har med hvelvstillas å gjøre faller bort, og arbeidet i selve tunnelen reduseres til et minimum, nemlig til støping av fundamenter og vederlag samt montering av lameller. Men tunnelen må altså være skinnelagt for at utstyret skal kunne benyttes. Til monteringsarbeidet kreves i alminnelighet et arbeidslag på 4 mann.

En utforing med støpte vegger og tak er kostbar. I de senere år er det tatt i bruk nye og billigere metoder for sikring av tunneler, det er *bolting*, *sement-injisering* samt *betongpåsprøyting*.

Anvendt alene eller i kombinasjon kan disse nye metoder i mange tilfeller erstatte en vanlig utforing, særlig når det gjelder sikring mot lekkasjevann.

Ved bolting fester man løse blokker til fast fjell.

I tunneler brukes ofte forspente bolter. Det brukes punktforankrede bolter (ekspansjons- eller polyesterforankring), og en forsyner den med et strekk mellom forankringen inne i fjellet og underlagsplaten i overflaten. Ved systematisk bolting vil man da få en forspent sone over fjellrommet som vil virke som en bue og kan dermed ta opp en betydelig last ovenfra. Boltene forspennes til ca. 60% av boltens bruddlast. I sprakefjell skal det være mindre slik at bolten ikke blir for mye påkjent av bergspenningene.

Boltene må være så lange at de forankrer inne i godt fast fjell. Det kan variere fra bergart til bergart. Erfaringsmessig kan vi si at riktig boltelengde er $L = 1,4 + 0,18 \cdot B$ der B er spennvidden i tunnelen. I en jernbanetunnel skulle vanlig boltelengde da være 2,4 m.

Bolter leveres både i svart, galvanisert og rustfri utførelse. På grunn av rust bør boltene minst være galvanisert i en jernbanetunnel.

Ved *betongpåsprøyting* sprøyter man betong i tynne lag på fjellet ved hjelp av en betongsprøyte. Fjellet må på forhånd være jevnet til,

uten store fremspringende kanter, og tunneltaket må ha en rimelig hvelvform. Løse blokker må være fjernet eller sikret ved bolting, og vannlekasjer må være tettet ved injisering eller vannet må være samlet om bestemte avløp. En tunnel som er behandlet ved betongpåsprøyting er vist i fig. 78.

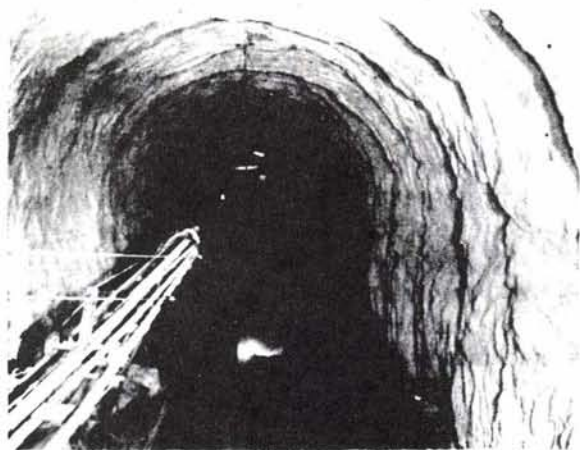


Fig. 78.
Betongpåsprøytet tunnel.

I jernbanetunneler i drift vil det ofte være vanskelig å sikre med sprøytebetong. Man regner at det såkalte prelletapet er omtrent 20-30%, dvs. at av det materialet som en sprøyter på veggen faller 1/3-1/5 ned igjen. Det vil forurense pukken, og det er derfor nødvendig med en tildekking. Erfaringen viser at sprøytebetong ikke er egnet der hvor det er vann og frost. I den senere tid har fiberarmert sprøytebetong kommet. I stedet for vanlig armering settes til små ståltråder som ligner korte knappenåler. Disse stålfibrene fordeler spenningen i betongen og en oppnår et seigere materiale enn vanlig betong.

Ved *injisering* borer man passe lange hull i fjellet og presser inn sementvelling ved hjelp av en trykkpumpe. Hvis injiseringen er vellykket, vil åpne slemper i fjellet bli fylt med sement, og man har da oppnådd både å gjøre fjellet mere sammenhengende enn før og hindre lekkasjevann fra å trenge inn i tunnelen. Som oftest oppnår man ikke å stenge vannet helt, men når man legger an på det, kan man få samlet vannet om få og bestemte avløp. Fra disse avløp kan man ta vannet ned i avløpsgrøften gjennom et plastrør, f.eks. på den måte som er antydnet i fig. 79.

Sementen trenger heller ikke inn i de aller fineste sprekke, og derfor er det nødvendig å injisere med kjemiske midler for å tette lekkasjer fra sprekker med åpning mindre enn 0,2 mm.



Fig. 79. Bortledning av lekkasjevann.

I tunneler med vanddrypp og frost oppstår det iskjøying. Problemet er issøyler på veggene som snevrer inn tverrsnittet og avsporingfare fordi isen vokser over skinnene. Ofte blir det brukt salt for å dempe iskjøyvingen, men det er uheldig fordi rustangrepene øker.

Skal en sikre effektivt mot iskjøying, må en føre vannet helt ned i grøfta bak en vanntett membran og en må hindre at vannet fryser ved å isolere. Uten isolasjon vil bare isen bygge seg opp og presse ned membranen. Membranen må være tett slik at vannet ikke drypper inn i sporet.

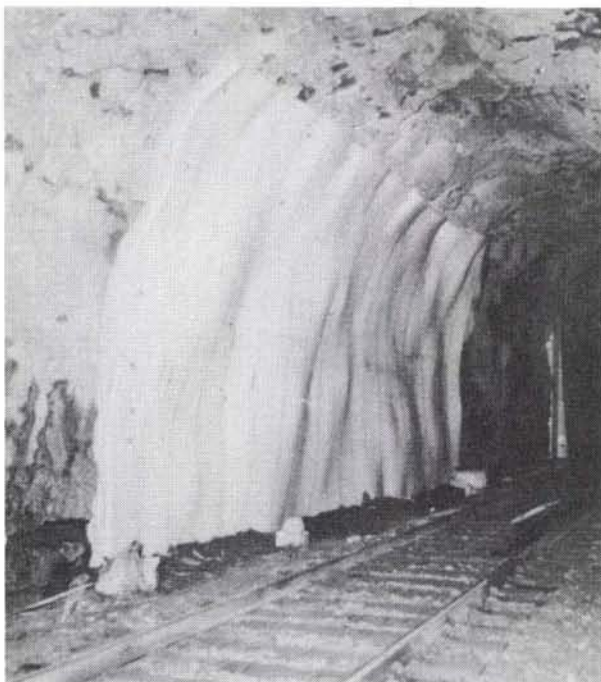
Ved NSB er det brukt flere membrantyper og isolasjonsmaterialer. Fig. 80 viser et eksempel hvor en har brukt bare ett materiale som fungerer både som membran og isolasjon.

Fig. 80.

Isolering i en tunnel mot iskjøyving.

Vannlekkasjen er kledd inn og ført ned i grøfta.

(Valdresbanen)



I tunnelmunningen kan det ofte være nødvendig å sette opp en *tunnelportal*, enten for å sikre linjen mot steinsprang i den innerste del av *forskjæringen* eller som en nødvendig avslutning av en tunnelutføring som går helt ut til munningen. Et eksempel på utført tunnelportal er vist i fig. 76.

Jordtunneler er utført med forskjellig profil. Noen har form som en fjelltunnel mens andre har ovalt eller sirkelrunt profil. I fig. 81 er det vist et par jordtunneler ved NSB. Vedlikeholdet av en jordtunnel vil helt og holdent dreie seg om nødvendig vedlikehold av betongen i utføringen.

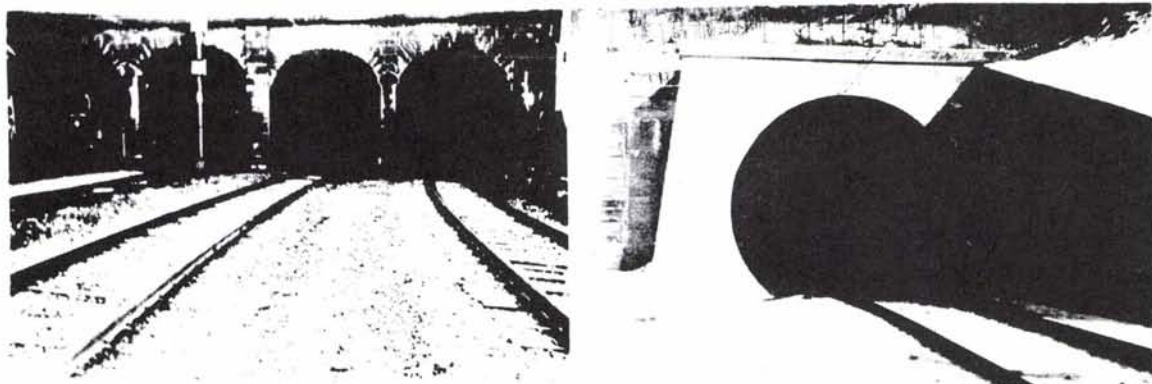


Fig. 81. Jordtunneler.

(Sankt Hallvard tunnel, Oslo Ø.)

(Eidsvoll tunnel, Hovedbanen)

9. STØTTEMURER

En *støttemur* er et byggverk som danner begrensning for planeringen på steder hvor man vil, eller må, unngå lange skråninger for skjæring eller fylling. En støttemur blir utsatt for vesentlig større påkjenninger enn de veggurene som settes opp i fjellskjæringer for sikring av skjæringsveggen og må følgelig dimensjoneres deretter.

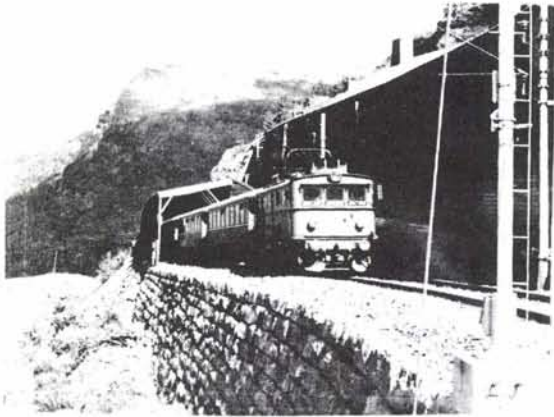


Fig. 82. Støttemur

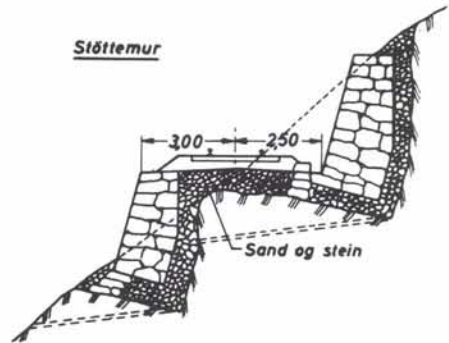


Fig. 83.
Normaltegning av støttemur.

De eldste støttemurer ved NSB er for det meste utført i tørrmur, og det kan av og til være vanskelig å finne ut hvordan de er bygget. I fig. 83 er gjengitt en normaltegning fra 1923 med korrigerede mål for planeringsbredden etter senere bestemmelser. Mange av de gamle støttemurer finnes på baner som opprinnelig var bygget for smalspor, og det kan da hende at planeringsbredden på utsiden er mindre enn det som kreves i dag.

Støttemurer av nyere dato er gjerne støpt i betong, ofte etter samme mønster som angitt i normaltegningen for tørrmur. En moderne utført støttemur vil ha et tverrsnitt som er helt forskjellig fra dette. Lavere støttemurer kan også utføres av prefabrikkerte betongblokker og elementer.

En støttemur i jordterreng må stå på et solid fundament. Hvis det finnes underliggende fjell i grunnen i rimelig dybde, bør støttemuren føres ned på fjellet. Men først må det da være skutt ut en forsvarlig fot. Å sette støttemuren direkte på skråfjell, er ikke tilrådelig. Likevel kan man nå og da konstatere at dette er gjort.

I jordgrunn som ikke er tilstrekkelig fast og bæredyktig, må det anlegges fundament av grus eller sandmettet kult. Fundamentet må være ført ned til frostsikker dybde og bør ha en tykkelse av 0,5-1,0 m, avhengig av grunnen. På sine steder kan det også bli nødvendig å sette støttemuren på en ekstra fundamentsåle av betong.

På innsiden av støttemuren skal det legges et lag *bakfyll* i minst 0,5 m tykkelse for vannavledning og for å holde finkornige, telefarlige masser vekk fra muren. Som bakfyll benyttes helst filtergrus eller sandmettet kult. Bakfyllen kan også legges opp av bare stein, men da må jordveggen være forsvarlig dekket med et godt filterlag av murtorv eller fiberduk.

Det må sørges for tilfredsstillende avledning av vann, både fra fundamentet og fra bakfyllen. For sikkerhets skyld bør det alltid legges

inn små drenerør her og der i muren om noe galt skulle skje med vannavledningen fra bakfyllen.

I fyllinger kan man av og til støte på skråttliggende støttemurer som er anlagt for å begrense fyllingen. Vi kaller da støttemuren for en *skråningsmur*, og en slik er vist i fig. 84. Gamle skråningsmurer er oftest utført i tørrmur. Nå vil man nok helst velge betong eller benytte såkalte *gabioner*.



Fig. 84. Skråningsmur.

Gabioner er rektangulære kurver av netting som bindes sammen og fylles med nevestor stein (fig. 85). Ved å stable slike kurver på hverandre, kan vi bygge opp støttemurer (fig. 86) eller andre former for støttekonstruksjoner (elveforbygning, skråningsbeskyttelse).

Ved kjøp av gabioner medfølger arbeidsbeskrivelse som må følges nøye for at muren skal bli solid og få et tiltalende utseende. Leverandøren vil også kunne gi nødvendig instruksjon.

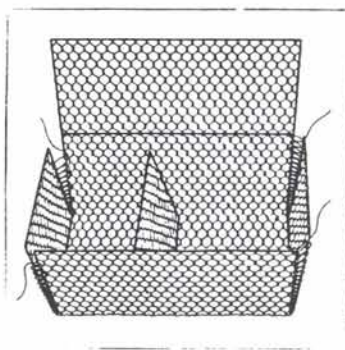


Fig. 85.
Nettingkurv.

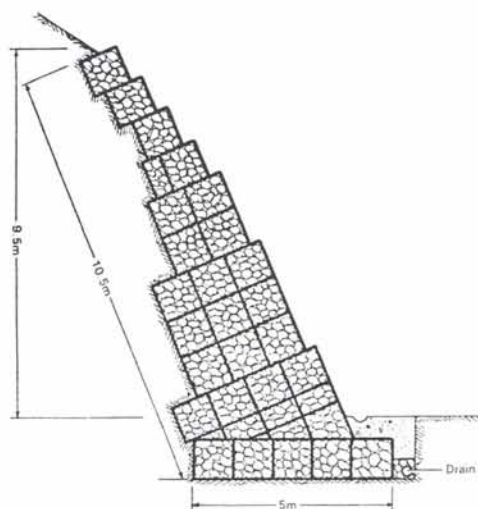


Fig. 86. Støttemur av gabioner.

Hvis en støttemur ikke står i ro, vil dette straks vise seg ved sprekke-dannelser i betong eller i mørtelfuger. Hvis sprekken viser tegn til at de utvider seg, kan det være fare for stabiliteten av muren. Ved tørrmurte støttemurer er en begynnende svikt vanskeligere å konstatere. Her kan man av og til finne en tydelig buk i ytterflaten, og det er et tegn på at det har vært bevegelse i muren. Alle slike feil må meldes inn så forholdet kan bli undersøkt.

Ytterflaten av en støttemur skal holdes ren for gressvekst og busker som ofte slår rot i åpne fuger. Får vegetasjonen lov til å utvikle seg fritt, kan dette føre til større skader på murverket.

10. STIKKRENNER OG BEKKETUNNELER

10.1. Stikkrenner.

Med en stikkrenne forstår vi et mindre lukket vannløp, beregnet på å føre bekker gjennom linjen. Løpet skal være tilstrekkelig stort for den største sannsynlige vannføring i bekken, men det skal aldri gjøres mindre enn at en mann kan krype gjennom stikkrennen for tilsyn og vedlikehold. Et tverrsnitt på minst 60 cm er da nødvendig, både i høyde og bredde.

Stikkrenner er utført på forskjellige måter ved NSB, både med rundt og firkantet tverrsnitt, se fig. 87. Den mest alminnelige type er den som er murt av naturstein og har firkantet tverrsnitt. Størrelsen av løpet angis her ved bredden x høyden i meter. Hypotigst forekommer løp på 0,6 x 0,6, 0,6 x 0,9 og 0,6 x 1,2. Av denne type finnes også stikkrenner med dobbeltløp og betegnelsen på disse er f.eks. 2 x (0,6 x 0,9).

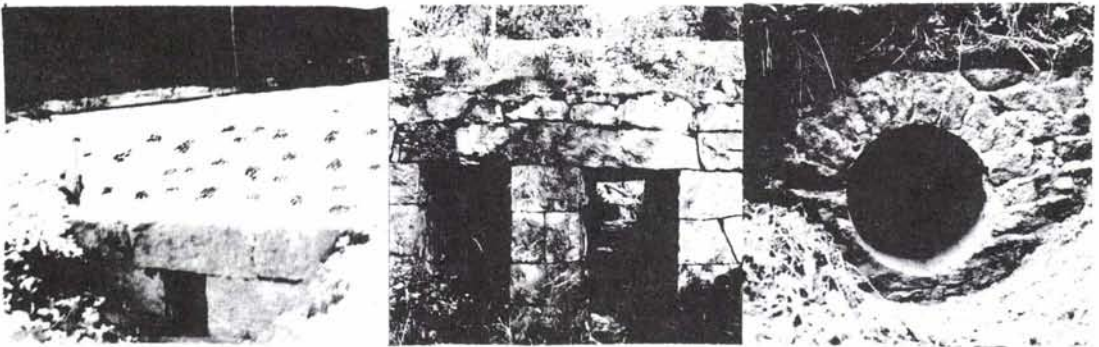


Fig. 87. Stikkrennetyper.

Stikkrenner med firkantløp er som oftest utført i tørrmur uten anvendelse av mørtel. Dette gjelder både vanger (sidemurer), *bunnheller* og *dekkheller*. Normalt er det lagt bunnheller i hele stikkrennens lengde, men noen av de eldste stikkrenner har bunnheller bare ved inn- og utløp, når stikkrennen ligger i slakt fall. Fundamentet er ca. 1,0 m dypt og består av kult mett med sand eller grus.

Nye stikkrenner blir nå mest bygget som rørrenner, enten av ferdig fremstilte falsrør av betong eller av rørelementer av bølget stål.

Falsrør leveres etter Norsk Standard. Uarmerte rør med diameter 300-600 mm etter NS 3027 og armerte rør med diameter 600-2000 mm etter NS 3028. Rørene er utstyrt med patentert gummipakning som hindrer lekkasje.

Rørene legges på et godt stampet grusfundament. Tidligere ble det også støpt en bunnplate av armert betong under rennen. Ved nye forskrifter som er under utarbeidelse vil dette ikke bli forlangt, men det vil bli forlangt støpt, fast innløpstrakt på oppstrømsside og kum på nedstrømsside for å sikre rennen mot å forskyve seg.

Stikkrenner av *bølgede stålplater* (Armcorør, Svalbardrør) bygges sammen på stedet av rørelementer, som på forhånd er bøyd for den diameter som stikkrennen skal ha. Stålplatene er galvanisert og ofte belagt med et vannisolerende lag av asfalt eller annet. Sammen-

byggingen foregår som vist i fig. 89. Fundamentet består av stampet grus og er ca. 1,0 m dypt. Overfylling av stikkrennen må foretas etter bestemte regler, så røret ikke blir deformert.

En stikkrenne skal være lagt så dypt i terrenget at lukkede drengrofter kan få avløp gjennom stikkrennen, der det måtte være, eller kunne bli behov for det. Dette gjelder ikke alene for jernbanens egne drengrofter, men også for private.



Fig. 88. Stikkrenne av bølgede stålplater.



Fig. 89. Montering.

Hvis man får rede på at det forestår eller foregår arbeider med grøfting eller bekkeregulering som vil føre til en vesentlig økning av vannføringen i en stikkrenne, da må forholdet omgående meldes til foresatte.

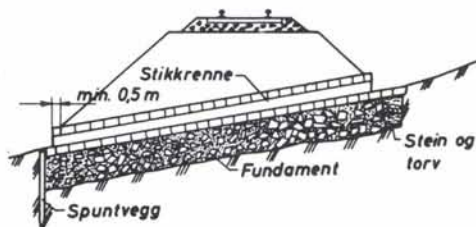


Fig. 90. Sikring av inn- og utløp.

Vannet i en stikkrenne skal følge løpet. Det vil det bare gjøre når stikkrenneløpet er utført slik at vannet ikke slipper ut gjennom lekkasjer. Lekkasjer kan oppstå i enhver stikkrenne på grunn av skader, men mulighetene er absolutt størst ved de gamle tørrmurte stikkrenner, for der er jo løpet mere eller mindre gissent allerede fra begynnelsen av.

Man merker en slik lekkasje best når det går lite vann i stikkrennen, idet vannet kommer frem *under* bunnhellene i utløpet. Den mest effektive måten å hindre en slik lekkasje på er å føre ut stikkrennen med plastrør. En god utføring kan utføres med glassfiberarmerte plastrør som leveres i 6 m lengder og som skrues sammen i skjøtene.

Inn- og utløp er sårbare punkter ved alle typer stikkrenner. Hvis vannet får anledning til å grave her, kan det fort oppstå store ødeleggelser. Særlig omhyggelig må man være med stikkrenner som ligger i sterkt fall i jordterreng. Sikringen kan utføres ved å stampe en god voll av myratorv og stein utenfor begge ender av fundamentet, som vist i fig. 90. Eller man kan slå ned en *spuntvegg*. Det er en tett vegg av plank, slått ned vertikalt. Dette er også vist i samme figur.

Ved gamle stikkrenner oppstår det ofte skader på grunn av lekkasjevann, hvis ikke lekkasjen stoppes i tide. Her har man med godt resultat foretatt sikring av *utløpet* ved å anvende godt stampet filtergrus istedenfor myrtorv. Når man så lar bekkevannet føre med seg fin grus eller sand, vil disse massene holdes tilbake av filtergrusen og vil etter hvert tette igjen falske vannløp. Hvis lekkasjevannet har tatt seg vei utenom stikkrennefundamentet, må det skiftes inn filtermasse også i fyllingsfoten.

Skader på tørrmurte stikkrenner forekommer ofte ved utløpet. Når skaden skal utbedres, fundamenterer man utløpet ved hjelp av filtergrus som vist i fig. 91. Her er det også gitt anvisning på en fremgangsmåte som kan anvendes når en stikkrenne må forlenges, f.eks. ved løfting av linjen. Som det sees er forlengelsen forutsatt utført ved hjelp av betongrør.

Hvis en stikkrenne skal være effektiv, må løpet holdes åpent. Et tilstoppet stikkrenneløp kan under ugunstige forhold raskt føre til linjebrudd. Men selv om løpet ikke er helt tettet igjen, kan det ligge ansamlinger av stein, grus, slam eller kvist som innskrenker stikkrenneløpet så meget at vannet kan ta egne veier gjennom fyllingen, når det er stor vannføring i bekken. Av hensyn til dette må man derfor gå over alle stikkrenner *minst én gang om året* og renske opp alle de renner hvor løpet er mere eller mindre gjenfylt. Dette bør helst gjøres senhøstes før det fryser på.

Hvor det følger kvist med bekkevannet, kan det settes opp en *varegrind* i passe avstand foran innløpet. En varegrind fremstilles av rundtjern eller flattjern og settes opp slik at den kan renskes også under flom.

En stikkrenne skal holdes åpen også om vinteren. Man må da beskytte stikkrennen mot gjennomtrekk av kald luft. Både inn- og utløp må dekkes forsvarlig, for så vidt mulig å hindre frysing i stikkrennen. Mest alminnelig har man anvendt granbar til dekking. På strekninger hvor det er vanskelig å skaffe til veie granbar, kan man i stedet bruke halm, helst som halmmatter, eller isolasjonsmatter fra byggingindustrien, så som glassvatt eller skumplast. Dekningen må anbringes slik at materialene ikke fryser fast i løpet av vinteren. Den skal når som helst kunne fjernes i en fart i påkommende tilfelle.

Tildekning av inn- og utløp kan også være nødvendig av hensyn til telen, særlig hvis stikkrennen er tørr om vinteren. Det kan da oppstå telehiving i stikkrennefundamentet.

For å hindre kjøyving like utenfor stikkrennen, kan man her legge en overdekning av brukte sviller både ved inn- og utløp hvor dette er mulig. Svilledekket bør da legges så høyt at det er godt løp for vannet under svillene, 0,7 til 1,0 m over

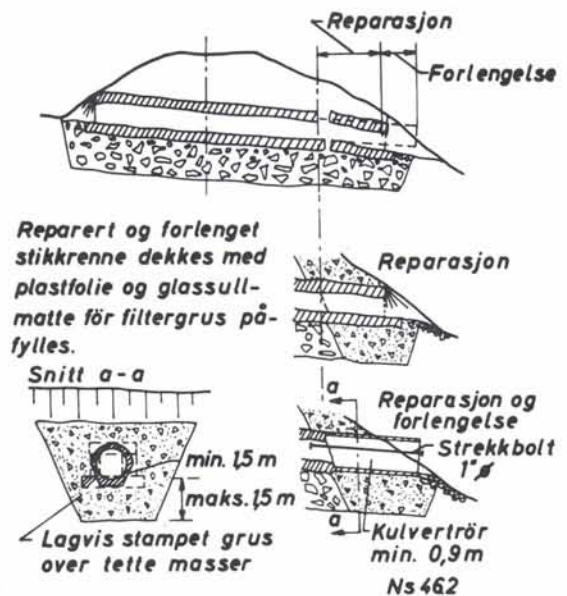


Fig. 91. Reparasjon og forlengelse av stikkrenner.

bekkebunnen. Svilledekket bør helst gå så langt som 5 til 7 meter utenfor begge ender av stikkrennen, der hvor det er tendens til sterk kjøyving. Vrakskinner kan brukes som bærebjelker for svilledekket. Endene må dekkes på vanlig måte med granbar eller annet materiale for å hindre gjennomtrekk av kald luft.

I snørike trakter, hvor snøen kommer tidlig på vinteren, har det vist seg vellykket å bruke snø som beskyttelse, også av inn- og utløp. Snøen må da lempes på så tidlig som mulig etter at bakken er islagt. Man må bare passe på at det ikke trampes hull i islaget i bekken under arbeidet, det skal være helt. Der det er meget snø, bør endene av stikkrennen merkes med en stake så man vet hvor man har dem når det må måkes løp for vannet.

All overdekning av stikkrenner, også deler av en eventuell svilledekking, skal være fjernet om sommeren, så man kan føre betryggende tilsyn med stikkrennene og deres tilløp og avløp.

Før vårflommen setter inn, må hver eneste stikkrenne undersøkes, om løpet er rent for is. Opptining kan foretas med damp. Dampen fremstilles i transportable dampkjeler som fyres med olje eller propan-gass. De gassfyrte kjelene er de letteste og er samtidig de som krever minst oppfyringstid, nemlig ca. 5 minutter. Dampkjel med tilbehør føres ut på linjen på lastetraktor. Når kjelen er oppfyrst, føres dampen inn i stikkrenneløpet gjennom en slange. Det bør være hugget avløp for tinevannet før opptiningen begynner.

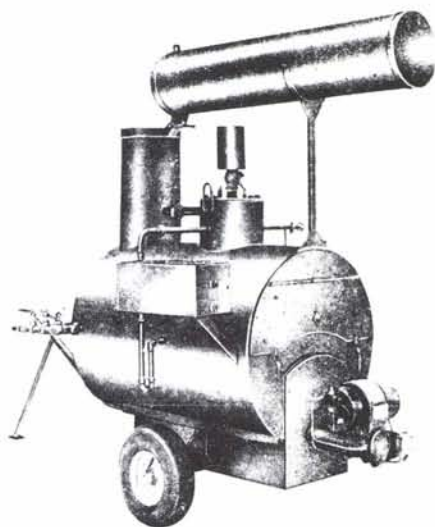


Fig. 92. Transportabel dampkjel, oljefyrt.

Når rennen på forhånd er opprensket, så løpet er fritt for uvedkommende ting, vil det i alminnelighet ta mindre enn 10 minutter å tine opp et gjenfrosset stikkrenneløp. Men hvis stikkrenneløpet skulle være mere eller mindre gjenstoppet med stein, grus eller annet, vil det ta adskillig lengre tid.

Opptining av gjenfrosne stikkrenner kan også foretas ved hjelp av elektrisk strøm. Når strømmen tas fra lysnettet eller fra et lysaggregat, må det være innkoplet en tinetransformator på samme måte som ved tining av frosne vannledninger. Tiningen skal foregå under kyndig veiledning og i henhold til offentlige forskrifter, se Del 4, avsn. 4.1, side 161. Tineledninger skal helst være av jerntråd og må selvsagt være trukket gjennom stikkrennen på forhånd. De må holdes godt unna elektriske kabler som måtte være ført gjennom stikkrenneløpet.

En sekk grovsalt, anbrakt foran innløpet, er effektivt mot kjøyving, så lenge saltet varer. Man kan også bruke karbid til å smelte isen. Eller man kan anvende et spesialsalt, f.eks. gjødningsstoffet Urea til å løse opp isen, se avsnitt 13.5, side 114.

Den beste metode til å hindre frysing av stikkrenner er imidlertid å legge inn elektrisk varmekabel permanent. Så sant det er mulighet for

tilkobling til lysnettet, er dette en enkel montering. Hele vinterarbeidet med stikkrennen vil da begrense seg til å skru på strømbryteren når frosten setter inn.

10.2. Bekketunneler.

En bekketunnel er en liten vanntunnel som med fordel kan erstatte en stikkrenne der hvor det er solid fjell i grunnen og forholdene for øvrig er gunstige. Minste tverrsnitt for en bekketunnel er som regel 1,0 x 1,5 m (bredde x høyde) av hensyn til nødvendig arbeidsplass under utførelsen. For øvrig blir tverrsnittet tilpasset største vannføring i bekken.

En bekketunnel er praktisk talt vedlikeholdsfri, bortsett fra ett sted, nemlig ved innløpet. Dette bør ligge så dypt at eventuelt grunnvann kan avskjæres og ledes inn i bekketunnelen. Da innløpet som oftest ligger noe lenger oppe i bekkeløpet enn fyllingsfoten, må det sørges for at det ikke kan oppstå ansamling av vann mot fyllingen.

Nå er det så at innløpsgrøften til en vanntunnel ofte ligger i hellende jordterreng. Lekkasje i en slik grøft er særlig farlig, fordi lekkasjevannet kan ta seg vei gjennom eller under fyllingen og grave ut masse. Hvis det ikke gjøres noe for å tette lekkasjen, vil det med årene gå mere og mere vann under fyllingen, terrenget vil synke og vi får i beste fall en fylling som til stadighet er urolig. I drastiske tilfeller kan det gå så vidt som det er påvist et par steder, at terrenget synker så meget at innløpsgrøften er blitt liggende *lavere* enn innløpet til bekketunnelen.

Når innløpsgrøften til en bekketunnel ligger i jordterreng, bør den alltid være utført med betong, på lignende måte som beskrevet under linjegrøfter og illustrert ved fig. 41. Men selv hvor dette er gjort, må innløpet tilses jevnlig. For øvrig vil vedlikeholdet av en bekketunnel som oftest begrense seg til mulig rensk av oppøringer i tunnelen og til eventuelle forføyninger mot kjøyving.

11. ELVEFORBYGNINGER OG SIKRING MOT BØLGESLAG

Elve- og bekkeløp er utsatt for stadig erosjon fra rennende vann og kan undergå store forandringer hvis erosjonen får virke uhindret. Erosjonen er virksom selv i fjellgrunn, men det er bare i jordterreng at vi så å si kan følge utviklingen med øynene. Det er de finkornige jordarter som er mest utsatt for erosjon, fordi disse jordarter er minst motstandsdyktige mot sterk strøm. Utgravinger foregår hyppigst under flom, da strømhastigheten er størst. Erosjonen virker særlig sterkt på partier hvor jordlaget samtidig er utsatt for indre vanntrykk fra grunnvannet.

Det kan også oppstå erosjon i strandkanten ved innsjøer og langs kysten når strandkanten er utsatt for bølgeslag. Jo kraftigere bølgene er, desto større fare er det for erosjon.

I større vassdrag er det særlig elvebreddene som er sårbare for erosjon. Mest alminnelig har man forsøkt å hindre utvasking av elvebreddene ved å dekke de utsatte partier med en steinkledning. Denne steinkledning er hyppigst utført som en løst utfyllt steinfylling med stor løftestein, lagt direkte på elvebredden i en tykkelse av 0,5-1,0 m og uten underliggende filterlag. Ytterflaten bør være jevnet ut så strømmen får minst

mulig tak på steinkledningen. Et eksempel på en slik elveforbygning er vist i fig. 93.

Erfaringene viser at en forbygning med løftestein under vanlige strømforhold står bedre enn en forbygning utført med stor stein. Riktignok kan en og annen stein bli tatt av strømmen, men det hullet som oppstår er lite og blir snart etter fylt med annen stein som rauses ned. Man må bare sørge for nødvendig etterfylling før steinkledningen blir for tynn.

At det mangler filterlag i en stor del av de utførte forbygninger, er et avgjort minus. Dette har man nå anledning til å rette på ved anlegg av nye forbygninger eller ved fornyelse av eldre. Ved bruk av moderne sprengningsteknikk får man nemlig adskillig mere finknust masse ut av en sprengning enn man gjorde tidligere. Hvis man derfor sørger for å fylle ut en steinkledning med sams masse, i hvert fall innerst, skulle man kunne regne med å få filterlaget lagt ut automatisk. Ytterst vil de finkornige massene bli vasket vekk av strømmen, og man får en ytterflate av steinkledningen som bare består av stein. Men inne i steinkledningen vil man finne finere og finere korn jo dypere inn man kommer. Er bare steinkledningen lagt ut tykk nok fra begynnelsen av, vil man innerst inne få det filterlag man trenger for effektivt å beskytte finkornige masser i elvebredden mot å bli vasket ut.

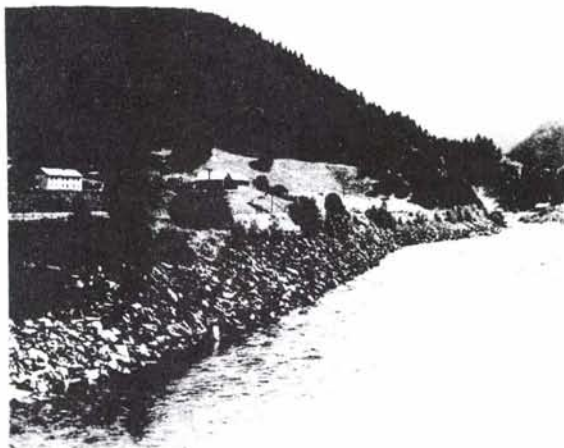


Fig. 93.
Elveforbygning med stein.

I de senere år har man i vassdrag med moderate strømforhold og langs innsjøer med moderate bølgeslag også brukt sterkt steinholdig grus som erosjonsbeskyttelse. Fig. 94 viser en slik forbygning. Nederst består ytterflaten av forbygningen av bare kuppelstein, idet grusen her er vasket vekk. Men innenfor vil man finne grus også her, så filteret er i orden.

Mens man under normale strømforhold anvender småfallen stein i forbygninger, må man øke steinstørrelsen ved forbygning i bekker og elver som går i stri strøm under flom. I slike løp kan man bli nødt til å beskytte både bunn og sider for å holde løpet intakt. Særlig gjelder dette for bekker og elver som krysser linjen. Her kan det i bunnen av løpet være nødvendig å bruke så stor stein som mulig, hver enkelt stein lagt omhyggelig med godt feste i bunnen. Det kan i ekstreme tilfeller også være nødvendig å bolte steinene sammen for å holde dem på plass. Man kan bremse på vannhastigheten ved å gjøre bunnen ujevn, men da blir også steinsettingen mere utsatt for å bli revet løs av strømmen. En forbygning med sikring av både elvebunn og elvebredder er vist i fig. 95.

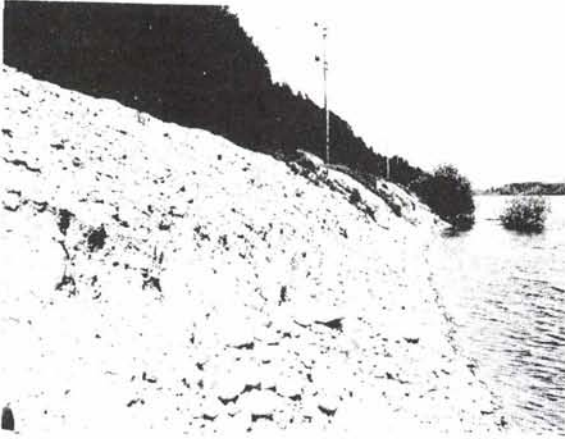


Fig. 94.
Elveforbygning med grov grus.

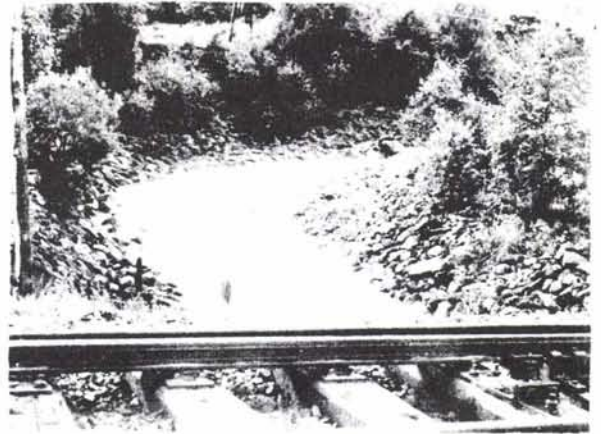


Fig. 95.
Forbygning i stri elv.

Jernbanen har vedlikeholdet av alle elveforbygninger som ligger på egen grunn. Dessuten er jernbanen ved overenskomst pålagt vedlikeholdet eller andel i dette for enkelte elveforbygninger som ligger utenfor jernbanens grunn. Linjepersonalet må føre nødvendig tilsyn med samtlige elveforbygninger som kan ha innflytelse på sikkerheten ved linjen, uansett hvem som er pålagt vedlikeholdet.

Hvor jernbanelinjen går langs sjøen, kan bølgehøyden ofte bli meget stor. Stein størrelsen i det ytre skikt av forbygningen må da økes og dimensjoneres etter forholdene. Dette må vanligvis skje på grunnlag av erfaring på stedet.

Erosjonsbeskyttelse kan også mange steder med fordel utføres ved steinfylte gabioner. Gabionene bindes sammen til store flak som sikrer at strømmen får tak til gradvis nedbrytning.

12. BRUER

Skal banen føres over et vassdrag eller et dalføre, eller den skal krysse en vei i et planskilt kryss, må det bygges en bru.

For enkelte brutyper bruker vi egne betegnelser, alt etter bruas karakter og formål.

En lengre bru over en dalsenkning kaller vi gjerne en *viadukt*. Den består som regel av mange, relativt korte spenn.

En bru som fører en vei over jernbanelinjen, kaller vi en *overgangsbru*. Føres veien under jernbanelinjen, kaller vi brua en *undergang*.

En murt eller støpt bru som ligger helt overdekket i en fylling, kaller vi en *kulvert*, hvis åpningen er minst 2 meter. Er åpningen mindre, kaller vi det en *stikkrenne*.

Landkar og piler med fundamenter betegner vi som bruas underbygning.

De ble tidligere som regel murt i granitt, i dag blir de nesten uten unntak støpt i betong.

Med bruas overbygning mener vi selve bruspenets bærende konstruksjon, brubanen m.v. Overbygningen kan utføres i stål, i armert betong eller i spennbetong. Tidligere ble også bygget hvelvbruer i granitt eller i uarmert betong, og mange av disse er fortsatt i bruk. Bruer av betong eller murverk kalles ofte med en fellesbetegnelse *massivbruer*.

I jernbanens tidligste år ble det bygget mange trebruer, men bortsett fra noen ganske få overgangsbruer, er nå alle borte.

Ved NSB er det i dag (1980) ca. 2 700 bruer med en samlet lengde 33 km.

I tillegg kommer over 600 overgangsbruer.

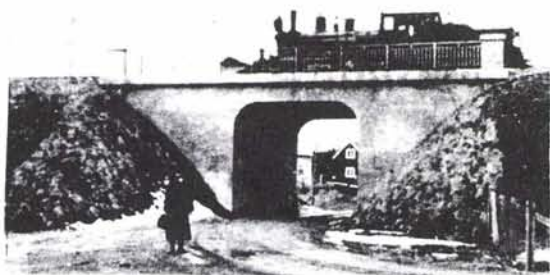


Fig. 96. Undergang.

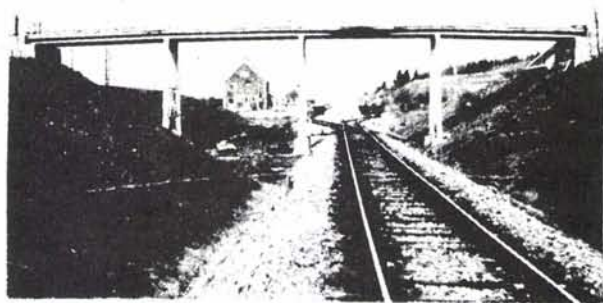


Fig. 97. Overgangsbru.

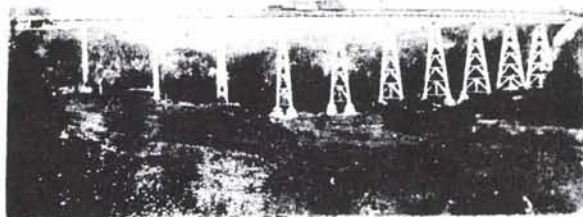


Fig. 98. Viadukt.



Fig. 99. Kulvert.

12.1. Bruas underbygning.

Har man god byggegrunn, kan landkar og pilarer fundamenteres direkte. Fundamentet er da gjerne en betongplate, som må føres så dypt at det ikke er fare for telehiving.

Er byggegrunnen dårlig, kan det være nødvendig å fundamenterer på peler. Pelene kan være spissbærende, dvs. at de rammes til fjell eller til et tilstrekkelig bæredyktig lag, eller de kan være såkalte svevende peler. Materialet i pelene kan være betong, stål eller tre. Trepeler må i sin helhet ligge under grunnvannstand.

Landkaret består som regel av en frontmur og to vingemurer, én på

hver side (fig. 100). Frontmuren er forsynt med en opplageravsats hvor bruspenet er opplagt, og fortsetter ovenfor opplageravsatsen med en bakmur som skal holde på fyllingen. Vingemurene avsluttes øverst med en kantstein eller gesims som holder ballasten på plass sideveis.

Bakmuren avsluttes med en landkarsville som danner opplegg for skinnene ved overgang fra landkar til bruspen (fig. 101). Landkarsvillen har samme dimensjon som brusvillene, 7" x 9" på høykant ved 35 kg skinner, 9" x 9" ved 49 kg skinner.

Istedenfor landkarsville kan man ha en støpt ballastkant som øverst avsluttes med en kantplanke (fig. 102). Skinnene skal ikke hvile på kantplanken, som derfor må legges ca. 2 cm under svilletopp.

Utførelsen med støpt ballastkant har den ulempe at det kan bli ganske stor avstand mellom siste sville på land og første sville på brua.

På bruer med gjennomgående ballast føres ikke bakmuren høyere opp enn at ballasten kan føres uavbrutt over. Brubaneplaten eller en spesiell overgangsplate føres inn over bakmuren og sørger for at ballastpukk ikke faller ned mellom bruspen og bakmur.

Ballasttykkelsen på brua og over bakmuren skal normalt være 50 cm som på linjen for øvrig, men den kan i mange tilfeller være mindre, i unntaksfall helt ned i 30 cm. Dette må man være oppmerksom på under svillepakking, så man ikke går så dypt ned med redskapene at man skader ballastkanten eller brubaneplaten.

På fyllingssiden skal landkarmuren være dekket med bakfyll i minst 0,5 m tykkelse. Som bakfyll benyttes enten bare filtergrus, eller kult som er mettet med sand eller filtergrus. Ved eldre bruer ble bakfyllen ofte lagt opp av bare kult. Hvis den da ikke ble dekket med et solid filterlag, f.eks. fibertorv, må man regne med at fin-kornige fyllmasser etter hvert kan ha trengt inn i bakfyllen så denne er blitt helt tett, og man kan risikere telehiving i bakfyllen. Dette har ført til at bakmuren på en rekke eldre bruer er trykket ut, og man har vært nødt til å mure den om.

Da fyllingen slår lenger ut til siden enn bredden på landkaret, må man sørge for en særskilt avslutning av fyllingsskråningene ved landkaret. Dette gjøres som oftest ved hjelp av en kjeglemur på hver side av landkaret. Kjeglemuren utføres vanligvis i tørrmur, med bakfyll på samme måte som for landkarmuren. Kjeglemuren kan ha avrundet tverrsnitt, eller utføres flat. Den kan også støpes i betong, og utføres da alltid flat. Fundamenteringen og opplegget av kjeglemurer har ofte vært mangelfull, og det har vært nødvendig å mure opp igjen mange av de eldre kjeglemurene.

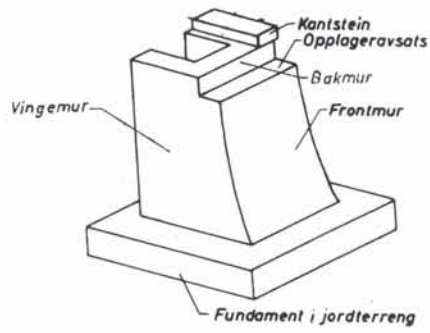


Fig. 100. Landkar.

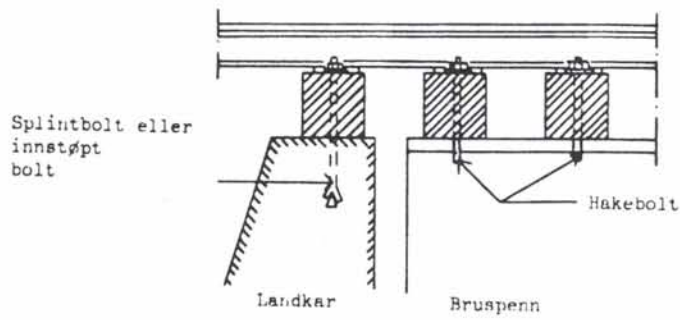


Fig. 101. Landkarsville.

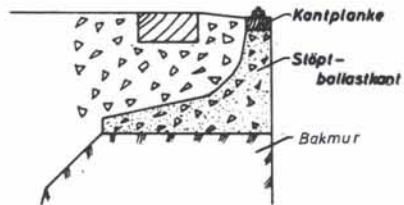


Fig. 102. Støpt ballastkant.

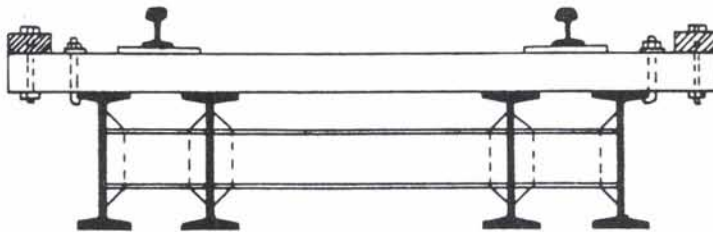


Fig. 103. Tvillingbærerbru.

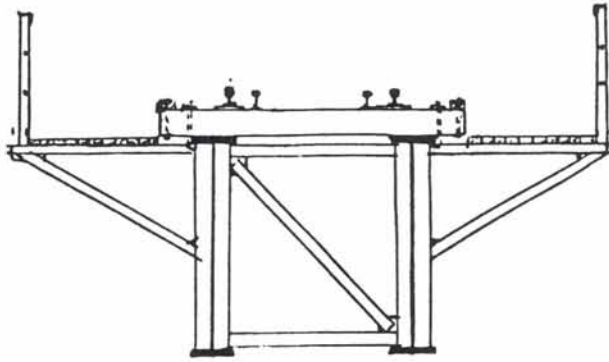


Fig. 104. Platebærer med mellomliggende brubane.

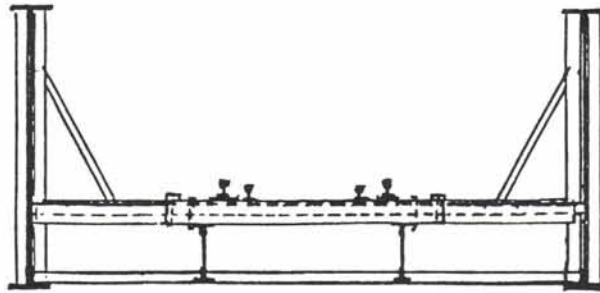


Fig. 105. Platebærer med overliggende brubane.

12.2. Stålbruer.

Ståloverbygningens utforming avhenger av spennvidden og forholdene på stedet.

Kortere bruer utføres vanligvis som bjelkebruer av helvalsede bjelker. De kan bestå av to bjelker forbundet med en tverravstivning, eller de kan bygges som tvillingbærere, med to bjelker under hver skinne, altså fire bjelker i alt (fig. 103).

Ved noe større spennvidder strekker de helvalsede bjelker ikke til, og man bygger da opp bjelketverrsnitt av plater og eventuelt vinkelstål til såkalte platebærere. Eldre platebærere er bygget opp av plater og vinkelstål, forbundet med klinkede nagler. Nyere platebærere er nesten alltid sveiset, og man kan da sløyfe vinkelstålene.

Hvis det er mulig, utføres platebærerne med overliggende brubane (fig. 104), men ved begrenset konstruksjonshøyde kan det være nødvendig å bygge dem med mellomliggende brubane (fig. 105).

Platebærere er ved NSB brukt ved spennvidder inntil 36 m.

Ved større spennvidder er det vanlig å utføre bruene som fagverksbruer. På fig. 106 er vist et eksempel på en fagverksbru med overliggende og en med mellomliggende brubane.

NSB har bjelkebruer i fagverkskonstruksjon med spennvidder inntil 67 meter.

Ved riktig store spenn kan en buebru komme på tale. I fig. 107 er vist to eksempler på buebruer. I det ene eksemplet er buen utført som platebærer, i det annet som fagverk.

Det lengste buespenn ved NSB er på 85 meter.

Sporet på bjelkebruer med tvillingbærere ligger som regel på vanlige sviller, svilleavstand 28 cm.

I noen tilfeller, hvor konstruksjonshøyden må være minst mulig, har man sløyfet svillene og lagt skinnene på spesielle underlagsplater direkte på ståkonstruksjonen. Disse må utføres slik at de to skinne-strenger er gjensidig elektrisk isolert.

På bruer med enkeltbjelker legges spesielle brusviller. Det brukes 7" x 9" brusviller lagt på høykant ved 35 kg skinner, 9" x 9" sviller ved 49 kg skinner. Brusvillene legges i senteravstand 45 cm og festes til brubjelkene med hakebolter.

De fleste nye bruer blir idag bygget med ballasttrau for å få et spor med gjennomgående ballast. Man kan da bruke sviller og skinnefeste som ellers i sporet.

Se for øvrig bokens del I, kap. 4.8, om skinnegangen på stålbruer.

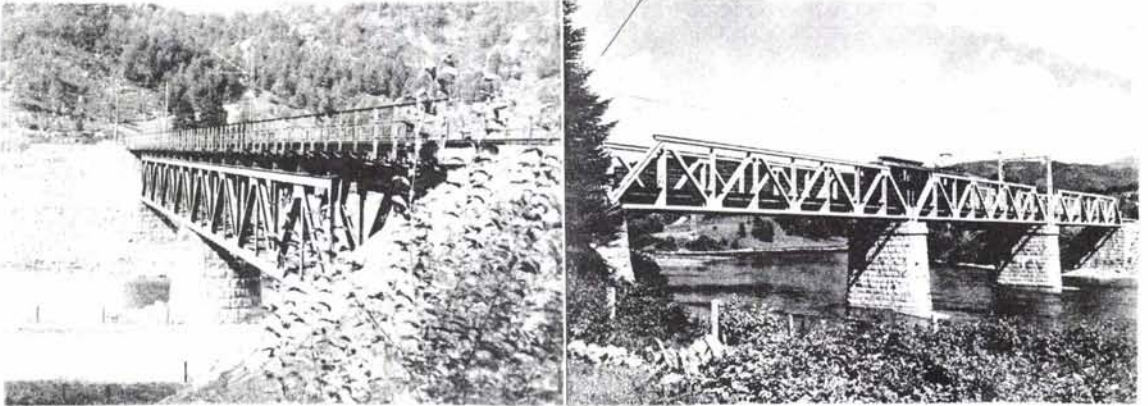


Fig. 106. Fagverksbruer.

Overliggende brubane (Bru over Store-Kvina, Sørlandsbanen) Mellomliggende brubane (Bru over Vosseelva, Voss-Granvin)

På landkar og pilarer hviler hovedbærerne i en stålbru på *opplagere*. For alle bruer, hvor stålverbygningen i brua er utført etter bjelkeprinsippet, skal lageranordningen være utformet slik at den holder bærerne på plass og samtidig gjør det mulig for dem å forandre lengde etter som temperaturen skifter. Det siste er nødvendig for å unngå ekstra påkjenninger såvel i stålverbygningen som i landkar og pilarer. Likeledes må lageranordningen tillate fri nedbøyning av bærerne på grunn av belastningen på brua.

Lengdeforandringen av en brubjelke av stål som er fritt opplagt, er den samme som for skinner, nemlig ca. 1,2 mm pr. 10 m og 10°C temperaturforskjell (se bokens del 1). Bevegelsen foregår helt og holdent i den ene ende av brua, hvor bruspenet hviler på *bevegelige lagere*. I den annen ende skal det da være innlagt *faste lagere*.

I fig. 108 er vist enkelte typer av opplagerkonstruksjoner for stålbruer, både faste og bevegelige. Den enkleste typen anvendes bare ved småbruer, mens de mere kompliserte konstruksjoner er beregnet på større bruer. Som det sees av figuren er lagrene anordnet med krumme kontaktflater så at bærerne skal ha anledning til å bøye seg ned under belastningen, uten å hvile på skarpe kanter i lageret.

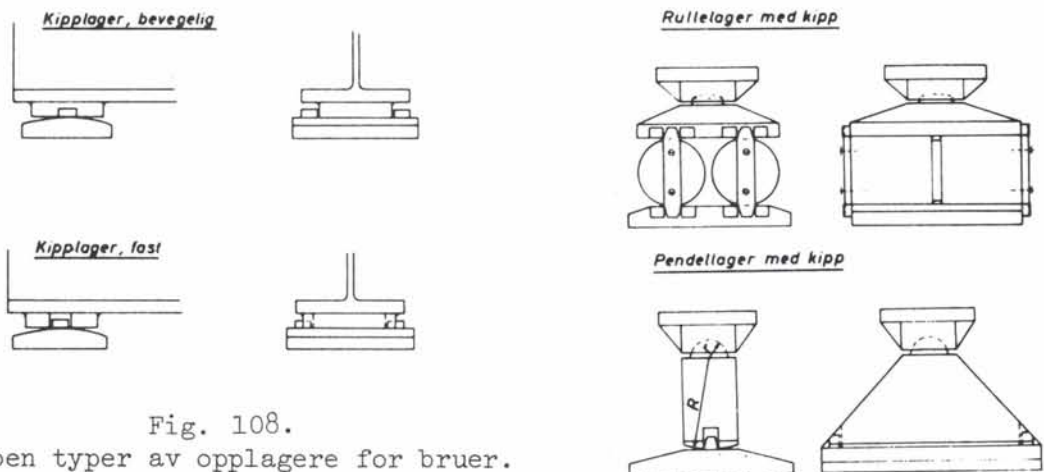


Fig. 108.
Noen typer av opplagere for bruer.

Avstanden mellom midte av lager i de to ender av bruspennet kalles spennets *teoretiske spennvidde*. Med den *fri spennvidde* eller *lysvidden* forstår man avstanden mellom forkanten av opplagerav-satsene. Dette er illustrert i fig. 109.

Bevegelige bruer legges inn på steder hvor det er skipsløp og det ikke er tilstrekkelig høyde for skipsfarten. Alt i alt finnes det ved NSB bare 3 bevegelige bruer i drift, hvorav 1 *svingbru* og 2 *klappebruer*. Et eksempel på en klappebru er vist i fig. 110.

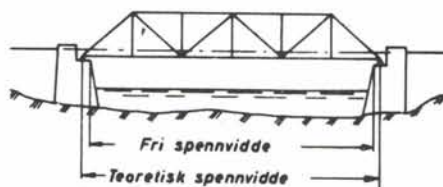


Fig. 109.



Fig. 107. Buebruer av stål.

(Bru over Belven ved Garv.)

(Bru over Gjerstadelva, Sørlandsbanen)



Fig. 110. Bevegelig bru.

Skansen klappebru i halvt oppreist stilling.

12.3. Massivbruer.

Massivbruer brukes gjerne som en felles betegnelse på bruer utført av stein eller betong. Ved massivbruer er det ofte ikke noe naturlig skille mellom bruens over- og underbygning, idet brua ofte er utført sammenhengende av et og samme materiale fra nederst til øverst.

Massivbruer av *stein* eller *uarmert betong* ble bygget som hvelvbruer. Slike hvelvbruer finnes ved NSB i alle størrelser, fra små kulverter til meget store hvelvbruer. Også underganger og overgangsbruer er bygget som hvelvbruer, men de er forholdsvis sjeldne. I fig. 111 er vist en hvelvbru av stein.

Det er hvelvet som utgjør den bærende konstruksjon ved disse bruer. Ovenpå hvelvet bygges *sidemurene* og mellom disse fylles det opp med filtergrus eller kult som er mettet med sand eller filtergrus. Kult alene kan bare brukes til oppfylling når kulten er betryggende sikret mot at finmasse trenger inn i den og gjør den telehivende. Mot fyllingen skal det være et lag bakfyll som legges opp slik som tidligere beskrevet.

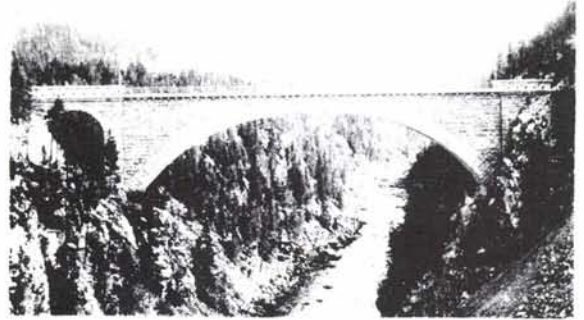


Fig. 111.
Orkla bru på Dovrebanen.

Før oppfyllingen skjer, må hvelv og sidemurer dekkes med et vanntett avdekkingsskikt, for at vannet ikke skal trenge inn i murverket eller betongen. Dette vanntette skiktet skal være ført opp langs innsiden av sidemuren og ut under kantsteinen på toppen av denne.

Når man anvender *armert betong* som byggemateriale, står man adskillig friere med hensyn til utformingen av de bærende konstruksjoner. I fig. 112 er vist to eksempler på bruer utført av armert betong.

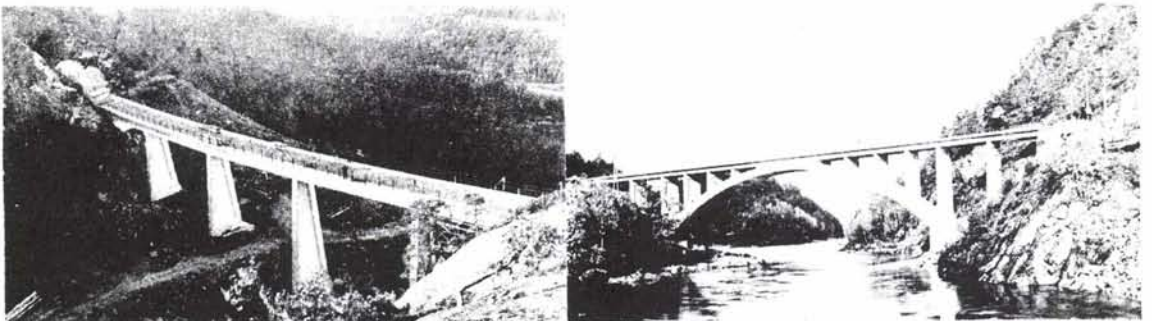


Fig. 112. Bruer av armert betong.
(Hunsdalen viadukt, Sørlandsbanen) (Bru over Mandalselva, Sørlandsbanen)

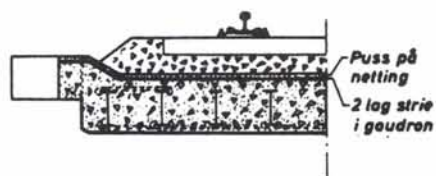


Fig. 113.
Betongbru med inn-
støpte stålbejelker.

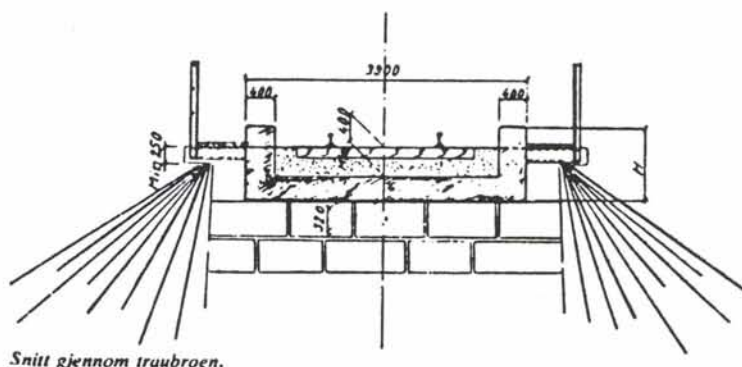


Fig. 114. Betongtrau.

Ved NSB er det bygget et stort antall småbruer og underganger med innstøpte stålbejelker (fig. 113).

Brutverrsnittet er formet som et traue for ballasten. Ballasttrauet er avdekket med et vanntett lag som skal hindre at vann trenger ned i betongen og forårsaker skade.

Et stort antall gamle småbruer og underganger med tvillingbærere i stål blir etter hvert erstattet med platebruer eller traubruer i armert betong (fig. 114).

Disse bruer blir levert ferdigstøpt og klare for innlegging på de gamle landkarene etter at det er foretatt de nødvendige endringer med opplageravsatsen og bakmuren. Når alle forberedende arbeider er utført på forhånd og man disponerer hensiktsmessig kranutstyr, kan man i allminnelighet regne med at arbeidet med selve utskiftingen kan utføres i en totpause.

På de aller fleste massivbruer er ballastlaget ført gjennomgående over brua, og man kan anvende sviller og skinnefeste som ellers i sporet. Ballasttykkelsen skal normalt være 50 cm, men unntaksvis forekommer mindre ballasttykkelse, helt ned til 30 cm. Det er nødvendig å ha dette for øye når man arbeider med sporet, så man ikke kommer så dypt ned med redskapene at man skader det vanntette avdekningslaget.

I noen få tilfeller ved massivbruer har man vært nødt til å sløyfe ballastlaget over brua og legge svillene direkte på betongen, fordi konstruksjonshøyden måtte begrenses til det minst mulige. Det er da anvendt vanlige sviller lagt på gummiplater på to langsgående betongribber og festet til disse med bolter, innstøpt i betongen.

Skinnefester m.v. på slike bruer utføres etter de samme regler som ved stålbruer uten ballast, se del I, kap. 4.8.

Det kreves nå at alle bruer skal ha gangbane og rekkverk på begge sider. Dette ble tidligere ikke gjort på småbruer under 10 m lengde (se f.eks. fig. 103 og 105, men også disse bruer blir nå etter hvert forsynt med gangbaner og rekkverk.

12.4. Tilsyn med bruer.

Det er foreskrevet at det hvert år skal foretas *årlig ettersyn* av alle bruer, så vel stålbruer som massivbruer. Hvert 6. år skal det foretas *hovedettersyn* hvor hele brua blir gjennomgått. Begge disse

ettersyn foretas av spesielt personale.

Det daglige tilsyn med bruer utføres av linjepersonalet i forbindelse med visitasjon og befaring og for øvrig når det måtte være behov for det. Ved stålbruer skal opplageravsetningene holdes rene for grus, løv og annet, så det ikke kommer smuss og unødig fuktighet inn i lagrene. Ståloverbygningen skal også holdes ren, idet ansamlinger av f.eks. grus vil føre til at brumalingen ødelegges hurtigere enn normalt og man får øket forrustning av ståldelene. Etter en massetransport av grus eller pukk bør man derfor alltid se til at nødvendig opprensning blir foretatt.

Man skal også holde øye med at de bevegelige lagre står i riktig stilling i forhold til temperaturen. En avvikelse kan tyde på at det har oppstått svikt i brufundamentene som har medført en forskyvning av landkarene. En slik svikt vil som oftest også merkes ved uregelmessigheter i sporets høydejustering. Videre skal man påse at det er tilstrekkelig avstand mot bakmuren ved de bevegelige lagre, så at ståloverbygningen kan forlenge seg fritt uten å butte inn i bakmuren. Sprekker i murverket er alltid et tegn på at noe galt er på ferde. Man skal holde øye med slike sprekker. Utvikler de seg, må dette meldes så forholdet kan bli undersøkt og eventuell utbedring foretatt.

Overgangen fra fylling til bru er et punkt som særlig må tilses ved alle stålbruer. Forholdet er jo det at man ved landkaret har en plutselig overgang i sporets elastiske understøttelse. Det er viktig at man til enhver tid holder skinnegangen godt oppakket utenfor begge ender av brua, så at overgangen blir så lite merkbar som mulig. Det er foreskrevet at sporet skal være ballastert med pukk i en lengde av 5-10 m utenfor landkarene på steder hvor sporet ellers ligger i grusbullast.

Vedlikeholdet for øvrig ved stålbruer blir som oftest utført av spesielle lag. Det er kampen mot rusten som utgjør den største del av vedlikeholdet. Med visse mellomrom må ståloverbygningen renses for rust og deretter males. Rensing for rust foregår som oftest ved sandblåsing, hvoretter malingen påføres etter bestemte forskrifter med grunnstrøk og dekkstrøk. Dette arbeid blir delvis utført av private firmaer på kontrakt.

Omhyggelig utførte massivbruer trenger lite vedlikehold. Det gjelder i første rekke å forhindre at det trenger vann inn i murfuger og betong. Det er derfor meget viktig at avdekningen er helt tett og ikke skades f.eks. under svillepakking. Kalkavsetninger utvendig på murverk eller betong er ofte et tegn på lekkasje i avdekningslaget. Men årsaken kan også være vedholdende slagregn eller vannsprut mot ytterflaten av muren, f.eks. fra en foss.

13. SIKRING AV LINJEN MOT SNØ OG IS

13.1. Snøfonner i linjen.

Et jevnt snøfall i stille vær kan lage vanskeligheter for driften. Men selv om det faller ganske mye snø, vil man som oftest klare å holde driften gående, hvis man har tilstrekkelig med godt snøryddingsmaterieell og bruker dette på en fornuftig måte. Man kan nok måtte regne med togforsinkelser, men det skal være meget ugunstige forhold til stede, hvis et jevnt snøfall skal føre til hel driftstans. De virkelig store vanskeligheter med snøen oppstår i forbindelse med fokksnø og på sine steder med snøskred. Da kan hele

driften bli blokkert i kortere eller lengre tid.

Snøfonner dannes når snøfokket møter ujevnheter i terrenget. Over disse ujevnheter vil vinden nær bakken ikke lenger ha jevn hastighet. På grunn av ujevnheten vil det oppstå virveldannelser med nedsatt vindhastighet og en del av fokksnøen vil legge seg til ro på bakken og danne en snøfonn.

Ligger linjen utsatt til for snøfokk og det legger seg opp store snøfonner i sporet, vil det som oftest være nytteløst å holde linjen åpen bare ved hjelp av snøryddingsredskap, så lenge snøfokket varer. Hvis driften under slike forhold skal kunne holdes gående uten avbrudd, må planeringen på utsatte steder enten være utført slik at sjenerende fonndannelser unngås eller planeringen må på en eller annen måte være beskyttet mot oppløp av snøfonner i sporet. Hyppigst er denne beskyttelse utført ved å sette opp *snøskjermer* og *snøoverbygg*.

Naturlig nok er det høyfjellstrekningene som er mest utsatt under snøfokk. Her er snømengden større samtidig som vinden er kraftigere enn i lavlandet, hvor linjen dessuten ofte ligger naturlig beskyttet i skog. På høyfjellet er det derfor nødvendig med en omfattende beskyttelse av linjen og storparten av snøskjermer og snøoverbygg finner vi da også her. På Bergensbanen ligger således linjen i snøoverbygg på lange strekninger (for tiden ca. 27 km).

I fritt lende i *lavlandet* er det de lave jordskjæringer, opp til en 2-3 m høyde, som er mest utsatt for å fyke igjen. Det vil nok dannes snøfonner også i høyere skjæringer, men er jordskjæringen så høy som en 4-5 m eller mer, vil snøfonna som oftest få tilstrekkelig plass i skjæringsskråningen, slik som vist i fig. 115. En utvidelse av jordskjæringen, med overvannsgrøft oppe i skråningen, vil gi enda bedre plass.

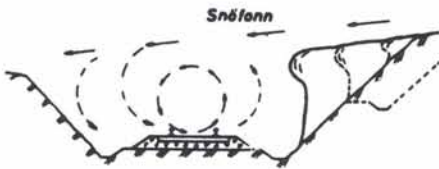


Fig. 115.
Fonndannelse i høy skjæring.

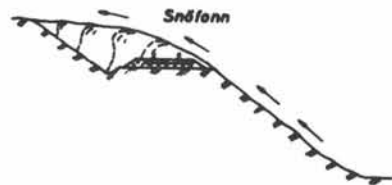


Fig. 116.
Skråskavler i halvskjæring.

I halvskjæringer kan det dannes skråskavler på den måte som er vist i fig. 116. Disse skråskavler kan være farlige hvis de er harde. Selv om de ikke er store, kan de føre til avsporing på grunn av ujevnt sidetrykk mot frontpløgen.

Fjellskjæringer i lavlandet er i alminnelighet ikke særlig utsatt for å fyke til. For det første har de som oftest en jordskråning på toppen og dernest ligger de gjerne i utmark med busker og trær som beskyttelse. Minst utsatt er fyllingene, men det kan dannes små skråskavler på høye fyllinger. Lave fyllinger holder seg som regel rene for snø. Dette forhold har man utnyttet på høyfjellstrekningene, der hvor terrenget er jevnt. Her er linjen på lange strekninger lagt på lave fyllinger, i en høyde litt over største normale snødybde på stedet, i alminnelighet ca. 1,5 m.

Man kan ofte ved enkle midler og relativt liten kostnad fjerne årsaken

til dannelsen av snøfonner i linjen. Et eksempel på dette er vist i fig. 117, hvor den gjenstående jordskalken på høyre side av skjæringen er fjernet. Utslaking av skråninger er også et effektivt middel mot fonndannelse. For helt å eliminere fonndannelser kan man imidlertid ikke ha brattere skråninger enn 1:4 og helst 1:6, så noen alminnelig løsning av problemet kan ikke dette bli, på grunn av kostnaden.

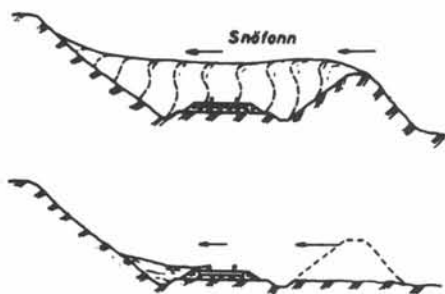


Fig. 117.
Fonndannelse kan unngås.



Fig. 118.
Fonndannelse ved bygninger
(Stødi).



Fig. 119.
Fonndannelse ved snøskjermer.

Skog danner som nevnt en naturlig beskyttelse mot fonndannelser. Det samme kan man oppnå ved en riktig utført beplantning med trær eller hekker. På den annen side kan tilfeldige treklynger i nærheten av linjen bevirke ekstra fonndannelser som kan være sjenerende. Slike treklynger må da fjernes. Bygninger nær linjen kan også gi årsak til fonndannelser, når de står ugunstig plassert. Man skal være oppmerksom på dette ved oppsetting av hvilebuer, lagerskur og lignende.

I fig. 118 er vist en slik ekstra fonndannelse over linjen ved en stasjon på Nordlandsbanen (Stødi).

Høye brøytekanter øker faren for at linjen på utsatte steder kan fyke igjen. Det er derfor viktig at man har snøryddingsredskap som kaster snøen godt til siden og ikke unødig forhøyer brøytekanter.

13.2. Snøskjermer.

Når snøfokket støter på en snøskjerm, vil det oppstå virveldannelser i vinden langs bakken, og det legges opp en snøfonn på hver side av skjermen. Snøskjermer bygges enten som *samleskjermer* eller som *ledeskjermer*. En samleskjerm skal stå mest mulig på tvers av vindretningen og skal samle fokksnøen omkring skjermen. En ledeskjerm settes opp i spiss vinkel med vindretningen og skal lede fokksnøen ut mot enden av skjermen, hvor det meste av avlagringen foregår. Hensikten med begge typer snøskjermer er å lagre fokksnøen på en slik måte at den ikke er sjenerende for linjen. Eksempler på fonndannelser ved snøskjermer er vist i fig. 119.

Virkingen av en oppsatt snøskjerm er altså avhengig av vindretningen. Oppstår det snøfokk bare ved en bestemt vindretning, da er det forholdsvis enkelt å be-

stemme plasseringen av skjermene. Verre blir det hvis linjen er utsatt for snøfokk fra to eller kanskje tre kanter. Likevel vil man under slike forhold ofte kunne dekke linjen med et system av skjermer. Men er stedet utsatt for snøfokk fra alle verdenshjørner, nytter det ikke med skjerming. Da må strekningen overdekkes med et snøoverbygg. Det er derfor meget viktig at man på forhånd først og fremst skaffer seg godt kjennskap til vindforholdene på de steder som må skjermes og på vanskelige partier dessuten foretar prøveoppsetting av skjermer. Større arbeider med skjerming bør helst planlegges på grunnlag av forsøk over flere år.

I lavlandet er det som oftest bare en bestemt vindretning som gir årsak til sjenerende fonndannelser i linjen. På høyfjellet er forholdene langt vanskeligere og meget ofte er snøoverbygg den eneste mulighet man har for å holde linjen farbar under snøfokk.

Snøskjermer ved NSB har hittil hovedsakelig vært bygget av uimpregnerte trematerialer med horisontalt lagt bordkledning. De kan være utført som *faste skjermer* som er permanent oppsatt, eller de kan være *løsskjermer* som er flyttbare.

Ved de *faste snøskjermer* er bordkledningen festet til bukker av rundtømmer. Lave skjermer utføres med vertikal vegg mens høye skjermer som oftest utføres som vist i fig. 120, med den øverste delen av veggene hellende på skrå mot vindretningen. Til bordkledningen anvendes 1" tykke bord og rundtømmeret bør ha en dimensjon av minst 5" topp.

En fast snøskjerm må være godt forankret og solid avstivet, så den tåler vindtrykket. Bukkene må i jordterreng stå minst 80 cm dypt i bakken og skal være godt pakket med kult i jordhullet. Hvor grunnen består av fjell eller stor stein, brukes fester med fotbolt som må stå minst 10 cm ned i fjellet eller steinen. På meget værharde steder kan man til ytterligere sikring belaste bunnstokkene med stor stein.

Det er meget viktig at en fast snøskjerm er tilstrekkelig høy, så den ikke forsvinner i snømassene rundt skjermen. Gjør den det, er den satt ut av spillet for resten av vinteren. Man kan ikke regne seg frem til den nødvendige høyde, den må fastsettes for hvert enkelt sted på grunnlag av erfaringer og mulige forsøk. Ved NSB finner man faste skjermer med høyde fra 3,0 til 6,5 m.

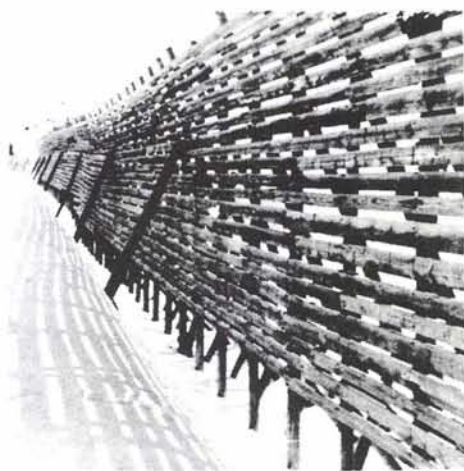


Fig. 120. Snøskjerm.

Samleskjermer har vært utført både med tett og med åpen bordkledning. Nå brukes mest åpen bordkledning, da legger ikke snøen seg så tett inn til skjermen, samtidig som man sparer materialer. Erfaringene synes å vise at den avlagrede snømengde blir størst omkring en samle-skjerm når veggbordene legges med omtrent en bordbreddes avstand. Vi sier da at *yllingsgraden* er ca. 50%, fordi den samlede flate av veggbordene fyller ca. 50% av veggflaten på skjermen.

Utførte forsøk synes å vise at en samleskjerm har best effekt når bordkledningen er utført med smale bord og tilsvarende smale åpninger mellom bordene. Av hensyn

til påkjeningene på skjermen bør man dog under våre forhold ikke bruke veggbord som er mindre enn 1" x 4". Dette gjelder altså for åpen bordkledning. Ved tett bordkledning kan man bruke bredere bord om det passer.

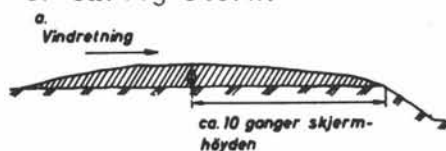
Bordkledningen på samleskjermer skal *ikke føres helt ned til bakken*, under snøfokk skal det være en åpen bunnspalte mellom bordkledningen og det faste snødekket. Da vil snøfokket til en viss grad feie under skjermen og bidra til å holde selve skjermen fri for snø.

På Bergensbanens høyfjell legges underste bord i en høyde av ca. 1,0 m over bakken, med 1,5 m som maksimum i lokale forsenkninger. Nå er det ikke høyden over bakken som teller, det er høyden over det faste snødekket under snøfokk. Utførelsen på Bergensbanen synes å passe bra for snøforholdene der, men dette er ingen garanti for at utførelsen vil vise seg like gunstig under andre forhold. Man må derfor prøve seg frem med bunnsfaltens høyde når samleskjermer settes opp på nye steder.

Som et holdepunkt kan nevnes at bunnsfaltens har riktig høyde over det faste snødekket på bakken, når avlagringen av fokksnø begynner noenlunde samtidig på begge sider av skjermen og med foten tett inn til denne. Er bunnsfaltens for høy, vil avlagringen begynne i en viss avstand fra skjermen, og er den for lav, risikerer man at skjermen fylles ned etter hvert som avlagringen vokser. Skal man nevne et tall for den gunstigste høyde av bunnsfaltens, er det med sterkt forbehold, men det ser ut som det dreier seg om en størrelse på ca. 20 cm.

Samleskjermer må settes opp i tilstrekkelig stor avstand fra linjen så snøfonna på lénsiden ikke når frem til sporet. Lengden av denne snøfonna er først og fremst avhengig av skjermhøyden. Så må man ta hensyn til utførelsen av bordkledningen, idet en åpen bordkledning gir større lengde av fonna enn en tett bordkledning. Videre spiller vindstyrken en viss rolle. Ved sterk vind blir nemlig snøfonna på lénsiden lavere og lengre enn ved svakere vind.

For en samleskjerm med *tett* bordkledning bør man normalt regne med en avstand fra planeringen på minst 10 ganger skjermhøyden. Ved *åpen* bordkledning med normal utførelse (fyllingsgrad ca. 50%) bør skjermen ikke settes nærmere enn ca. 15 ganger skjermhøyden. Dette er illustrert i fig. 121. Disse avstander bør økes noe på steder hvor vinden er særlig sterk.



a. Fonndannelse ved en samleskjerm med tett bordkledning.

b. Fonndannelse ved en samleskjerm med åpen bordkledning. (fyllingsgrad 50%)

Fig. 121.

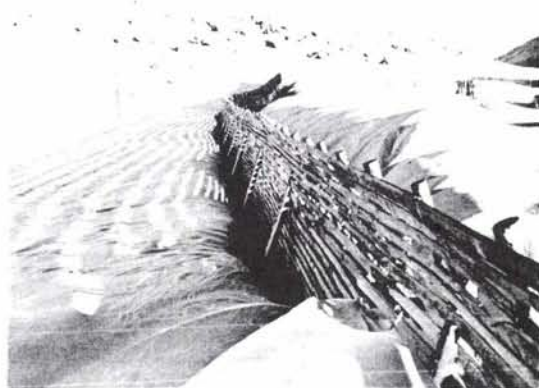


Fig. 122. Parallellskjerm.

Lagring av snø ved samleskjermer. Litt av linjen sees øverst til høyre.

På steder som er utsatt for sterkt og vedholdende snøfokk, kan det være nødvendig å sette opp samleskjermer i to rekker for å oppnå tilstrekkelig beskyttelse av linjen.

Hvor snøfokket kan komme fra forskjellige retninger, og det er ofte det vanlige, setter man gjerne opp en *parallellskjerm*, noenlunde parallelt med linjen som vist i fig. 122. En parallellskjerm må settes opp i god avstand fra linjen, da den kan virke både som samleskjerm og ledeskjerm. Parallellskjermer kan bli ganske lange. For å øke stabiliteten bør man gi de ytterste felter av skjermen en lett avbøyning *mot* vinden.

Ledeskjermer har best virkning når de står i en vinkel omkring 1:2 med den fremherskende vindretning (25-30°).

Mens ledeskjermer tidligere var ganske hyppig anvendt, er de nå mere og mere gått ut av bruk. Ved en forandring av vindretningen kan de nemlig lett komme til å virke tvert imot sin hensikt, nemlig ved å samle snøen i linjen i stedet for å beskytte linjen mot snø. Rene ledeskjermer brukes nå vesentlig til å lede snøen vekk fra tunnel-innslag og munninger for snøoverbygg, på den måte som er vist i fig. 123.



Fig. 123. Ledeskjermer.
(Gammelt bilde fra Ofotbanen)

Løsskjermer er små skjermer som enklest spikres sammen av bare bord, som oftest 3/4" for at skjermene ikke skal bli for tunge å handtere. De bør alltid utføres med åpen bordkledning, gjerne med åpningene lik bordbredden (fyllingsgrad 50%) eller der omkring. Ved løsskjermer bør det også være en åpen bunnspalte under snøfokk. En løsskjerm er vist i fig. 125.

Løsskjermer anvendes mest på lavlandet, i stedet for faste skjermer. De settes da opp om høsten og avstives godt. Om våren tas de ned igjen. Det må ikke settes opp løsskjermer på annen manns grunn uten tillatelse fra eieren.

Trematerialer er forgjengelige og vedlikeholdet av snøskjermer av tre er kostbart. Det har vært foretatt forsøk med snøskjermer av aluminium. I fig. 124 er vist et bilde av en oppsatt prøveskjerm. Det vil ta noen tid før man har fått tilstrekkelige erfaringer om lønnsomheten ved denne typen av snøskjermer.

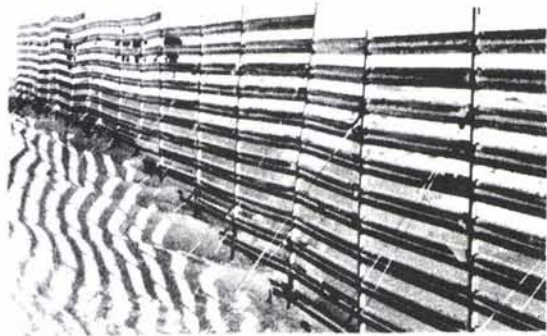


Fig. 124.
Snøskjerm av aluminium.

Hvis en løsskjerm blir for lav, kan den forhøyes med en rytter, som vist i fig. 125. Eller man kan sette opp en ny løsskjerm i snøfonna. Dette er som oftest enklere enn å trekke opp en løsskjerm som er føket ned. Man bør derfor alltid ha en del løsskjermer i reserve.

På mange steder hender det at det vokser opp busker og trær i lé av de faste snøskjermer. Disse må man ta vare på, idet det kan være begynnelsen til en større trebestand som kan gjøre skjermene overflødige.

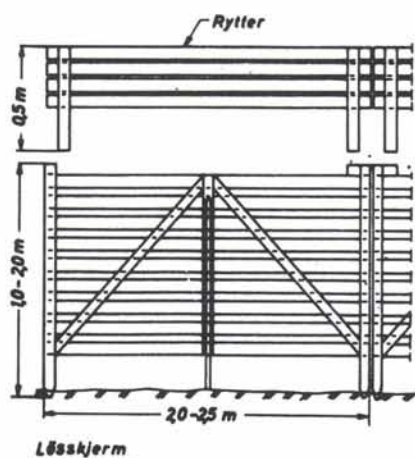


Fig. 125. Løsskjerm.

13.3. Snøoverbygg.

Av snøoverbygg finnes det flere forskjellige typer i bruk ved NSB. I fig. 126 er vist et foto av et snøoverbygg av en eldre type som ennå finnes på Bergensbanen. Det er en trekonstruksjon med spisstak og er sterkt utsatt for snøtrykk. Typen vil forsvinne etter hvert som de gamle byggene må fornyes.



Fig. 126.
Snøoverbygg med spisstak.

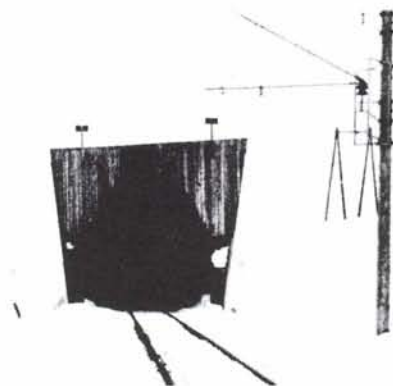


Fig. 127.
Snøoverbygg med flatt tak.

En nyere type av snøoverbygg er vist i fig. 127. Typen har flatt tak og kalles populært for "Ofofbanebygg", fordi den her i landet først ble bygget på Ofofbanen. Men typen er opprinnelig svensk. Grunnformen er meget enkel, den har utoverhellende vegger 8:1 og takhelling 1:12. Bygg av denne typen er mindre utsatt for snøbelastning enn den eldre typen er. Taket blåser som oftest rent for snø og fokksnøen holder seg i alminnelighet godt unna frittstående vegger. Men ved store snømengder i bratt lende kan man nok også ved disse snøoverbygg få ansamlinger av fokksnø med stor snøbelastning på byggene.

Fundamentet blir nå som oftest ført ned til frostfri dybde og utføres som sokler som enten er støpt og fundamentert separat eller støpt på toppen av en sammenhengende fundamentmur. Overkant av sokler ligger i høyde med svilleoverkant mens toppen av murfundamentet mellom soklene bør være ca. 20 cm lavere, for å lette arbeidet med svillebyttingen.

Trematerialet for bukkene leveres som oftest ferdigkappet på byggestedet. Bukkene utføres av tømmer, bjelker og plank og boltes fast til fundamentet. Tak og vegger utførtes tidligere som en bordkledning. Dette har den ulempe at byggene blir sterkt utsatt for fuktighet både ut- og innvendig, og levealderen for byggene var forholdsvis kort. Nå er man mer og mer gått over til å bruke værfaste materialer i tak og vegger, og man burde da kunne regne med at byggene vil stå en god del lengre enn tidligere.

Man begynte først med bølgeblikk, men i de senere år har man så å si utelukkende brukt plater av asbest-sement ("Eternit") til vegger og tak og da mest som bølgeplater. Disse plater er riktignok ikke så sterke som plater av bølgeblikk, men til gjengjeld er de praktisk talt vedlikeholdsfrie, så lenge de ikke blir utsatt for større påkjenninger. Platene bør alltid avsluttes kant i kant med underliggende treverk, for ikke å brette. Vegger som kan bli utsatt for stort snøtrykk, blir kledd med 5/4" bord. Her vil ikke plater av asbest-sement egne seg. Det samme gjelder snøsprut fra frontplog og sporrenser ved byggmunningene. Det er ingenting i veien for å arbeide på et tak som er tekket med plater av asbest-sement, når man farer frem med forsiktighet og helst går på løse bord som er lagt på taket.

I siste halvdel av 1960-årene gikk man i gang med videre forsøk for å komme frem til enda bedre og mere holdbare typer av snøoverbygg. Felles for disse nye typer er at de er kledd med bølgeplater av aluminium.

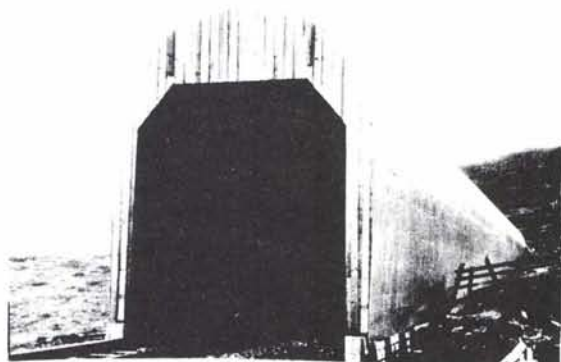


Fig. 128. Snøoverbygg med buetak og aluminiumkledning.

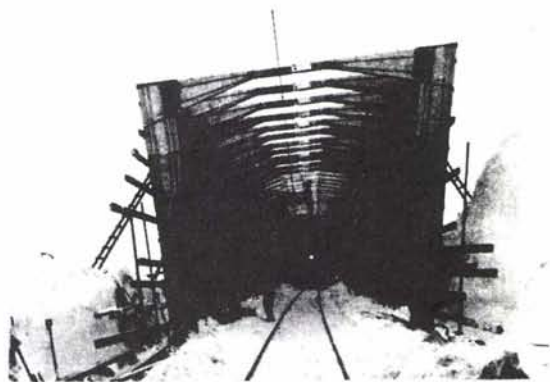


Fig. 129. Snøoverbygg med flatt tak og aluminiumkledning.

I fig. 128 er vist en type med buetak. Bygget er oppsatt på ferdig fremstilte bukker av laminert tre. Det synes som formen ikke er avgjort heldig, idet buetaket har en viss tendens til å samle på snøen. I den henseende er bygg av flattakstypen langt bedre og i fig. 129 er vist et forsøksbygg av denne type. Det er oppsatt på ferdig fremstilte bukker, dels av stål og dels av aluminium. Forsøk vil også bli gjort med bukker av laminert tre. I byggmunningene må aluminiumsvegger beskyttes mot direkte snøsprut fra frontplog og sporrenser. Dette gjøres ved å sette opp en innvendig trevegg i omkring 1,5 m høyde. Fundamenteringen av byggene er den samme som foran beskrevet.

I snøoverbygg av noen lengde utstyrer man gjerne byggene med luker langs den ene siden. Disse lukene holdes åpne om sommeren for å skaffe lys og luft inn i byggene, samtidig som de reisende beholder i alle fall en del av utsikten. Man kan se lukene på fig. 130. Bygget er et aluminiumbygg.

I tidligere år med overveiende dampdrift hendte det ofte at snøoverbygg tok fyr og brant ned. Svært ofte startet brannen i et fuglerede oppe under taket. På Ofotbanen hadde man også diverse branner, men der var årsaken en annen, nemlig glødende spon fra bremseklossene. Etter at det ble satt opp en skjerm av bølgeblekk i ca. 1 meters høyde på innsiden av byggene, ble det slutt på disse brannene. Man har hatt lignende ulemper på Bergensbanen.

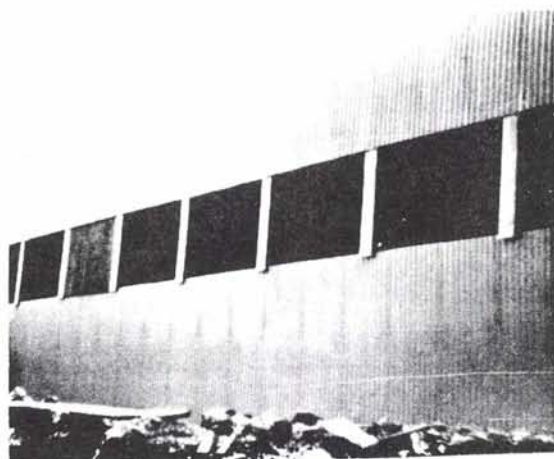


Fig. 130.
Luker i aluminiumbygg.

13.4. Sikring mot snøskred.

Snøskred kan opptre både i løs snø og i snø som er fast pakket, når den indre sammenheng i snølaget ikke lenger er stor nok til å holde snølaget på plass i bratte skråninger. Det er to hovedtyper av snøskred, nemlig *løs-snøskred* og *flakskred*.

Løs-snøskred opptrer både i tørr og i våt løssnø. Skredene går bare under eller like etter et større snøfall eller i forbindelse med temperaturstigning som minsker sammenhengen i snømassen, noe som gjerne forekommer ut på ettervinteren eller våren. Løs-snøskred går sjelden i skråninger som er slakere enn 1:1,75 (ca. 30°). Går et slikt snøskred i særlig bratte skråninger, kan skredet utvikle en særdeles kraftig skredvind som kan anrette stor skade.

Flakskred går i snø som er fast og hard, slik som vi finner den blant annet i vindpakket snø. Snøen glir ut i flak, oftest på et underlag av løs snø som danner glideskikt for flakene. Flakskred fører gjerne med seg større snømasser enn løs-snøskred, og de kan også opptre i skråninger som er slakere enn for løs-snøskred, helt ned i 1:2,75 (ca. 20°). Det skal ofte lite til for å utløse et flakskred, vekten av en skiløper kan være nok. Svært ofte løsner et flakskred ved at deler av hengeskavler faller ned. I skråninger som er brattere enn 55° vil ikke snøen avlagres, og det er da heller ikke fare for snøskred under så bratte skråninger.

Det er svære krefter som settes i sving når det går en snøskred. Er skredet først løsnet for alvor, er det lite eller ingen ting man kan gjøre for å stanse det før det er kommet helt ned og har mistet det meste av farten. Hvis terrengforholdene er gunstige, kan man da nederst i skredbanen legge opp en voll som beskytter linjen mot skredet, men det er sjelden at dette er mulig. Man har da igjen tre muligheter for å beskytte linjen mot store skadevirkninger fra snøskred: Man kan hindre skredet i å løsne, man kan forandre på skredretningen eller man kan legge linjen i en sikker overdekning. En av disse muligheter vil alltid stå åpen, men det er sjelden man har anledning til å velge mellom alle tre.

Er det en god bestand av høytvoksende busker og trær i det område hvor et snøskred kan løsne, så gir dette god beskyttelse ved å binde snøen. Men hvis snøskredet løsner ovenfor skoggrensen, vil selv stor skog være av liten eller ingen virkning som beskyttelse. Skred-

løp markerer seg derfor hyppig ved et belte av nedslått skog. Man har mange eksempler på at for hard beskatning av skogen i skredfarlig terreng har ført til at det er oppstått nye snøskred på steder som før var sikre. Småtrær og lave busker som snør helt ned, gir ingen sikring. Tvertimot gjør de ofte forholdene verre ved at det dannes glideskikt i snøen rundt den lave vegetasjonen.

I åpent terreng kan man hindre snølaget i å gli ut som et snøskred ved å sette opp tversgående forbygninger av et eller annet slag, enten som mur eller som *snøggjerde* i avlagringsområdet for snøen. Av snøggjerder finnes det mange forskjellige utførelser. Et eksempel fra NSB er vist i fig. 131.

På mange steder oppstår det snøskred på grunn av fokksnø som legger seg opp som snøfonner i bratte skråninger eller som hengeskavler på toppen av skråningen. Hvis man kan hindre denne ansamlingen av fokksnø i skråningene, vil faren for snøskred bli betydelig mindre. Hvor forholdene ligger gunstig an for oppsetting av samleskjermer på plataet foran skråningen, kan dette være løsningen, slik som illustrert ved fig. 132. Da må skjermen stå i en avstand av minst 10-15 ganger skjermhøyden innenfor kanten av skråningen, som tidligere omtalt.

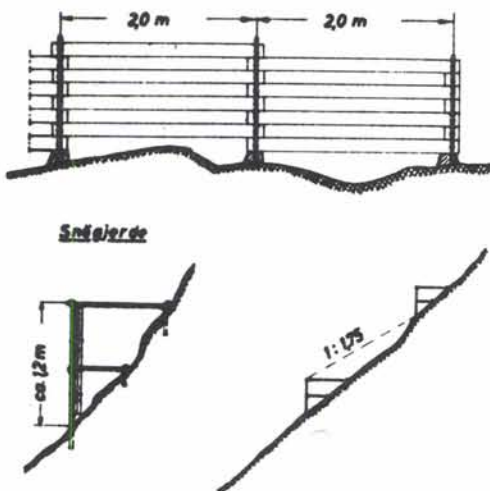


Fig. 131. Snøggjerde.

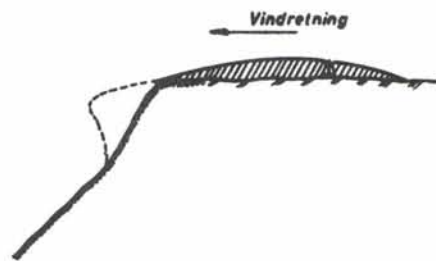


Fig. 132. Samleskjerm som hindrer dannelse av hengeskavl.

Et snøskred som er løstet kan vanskelig stanses, men man kan gjøre visse ting for å forandre retningen av skredet, så det gjør minst mulig skade. Man kan f.eks. sette opp en *ledemur*, eller legge opp en fylling

for å tvinge skredet til siden. Disse byggverk må være tilstrekkelig høye og må være satt opp i spiss vinkel med den opprinnelige skredretning for å være effektive, ellers vil skredet kunne gå over. Ved NSB har man bare få eksempler på sikringstiltak av denne art.

Hvor det har vært rimelig anledning, er linjen i stor utstrekning lagt i tunnel forbi skredfarlige partier. Men dette har ikke latt seg gjøre over alt. Hvis det heller ikke har vært mulig å oppnå tilstrekkelig sikring etter en av de metoder som nettopp er nevnt og det dreier seg om store og farlige skred, da kan man bli nødt til å sette opp et *skredoverbygg*.

Et eksempel på skredoverbygg er vist i fig. 133. Det er som oftest en meget kostbar affære.

13.5. Snø- og isrydding.

Til snø- og isrydding anvendes forskjellige typer mekanisk utstyr, både skinnegående og ikke skinnegående. Det viktigste skinnegående utstyr for snørydding på linjen er *frontplog*, *sporrensere*, *roterende snøplog* og *snøskrape*.

Frontploget og sporrenseren er hurtiggående redskap, mens de to andre er langsgående. Hver enkelt av dem har sin bestemte oppgave under arbeidet med å holde linjen ryddig for snø, så togene kommer frem mest mulig rutemessig. Frontploget, montert på toglokomotiv, skal sikre togenes gang selv om det er noe snø i sporet. Hvis det er fare for at snøtyngden skal bli sjenerende for driften, må sporrenseren tas i bruk. Roterende snøplog og snøskrape er nødvendige redskaper bare på strekninger som er meget snøtunge. I særlig grad gjelder dette våre høyfjellsstrekninger.

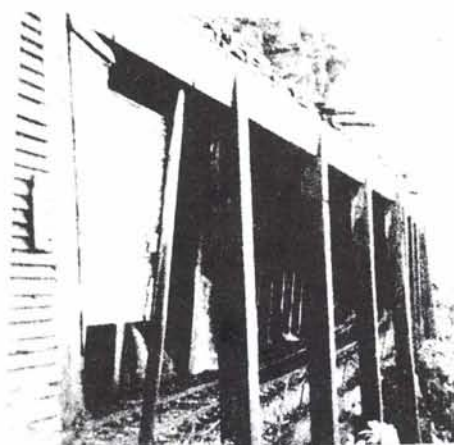


Fig. 133. Skredoverbygg.

Snøtyngden er ikke bare avhengig av snødybden, men også av snøens egenvekt. Det er en velkjent sak at snøen kan ha høyst forskjellig egenvekt, og den varierer med snøens art, dens pakningsgrad og innhold av fuktighet. Tallene i nedenstående tabell angir noen middelerverdier for snø som ligger uforstyrret i snødekket.

Nysnø, tørr,	egenvekt	10 - 60	kg pr. m ³
" , våt,	"	100 - 300	" " "
Fokksnø, svakt pakket,	"	60 - 100	" " "
" , hardt pakket,	"	100 - 300	" " "
Kornsnø, tørr,	"	200 - 400	" " "
" , våt,	"	400 - 550	" " "

Snø som har fulgt med i et snøskred eller har vært behandlet med redskap, vil bli fastere sammenpakket og egenvekten vil øke. Det er målt en egenvekt av 650 kg pr. m³ for våt snø som er skjøvet sammen ved hjelp av dozer, uten at man dermed tør si om dette er toppen.

Det finnes to hovedtyper av frontploget, nemlig *stor frontplog* og *underhengt frontplog*. De er vist i fig. 134.

Stor frontplog er konstruert for vanskelige høyfjellsforhold og kaster snøen godt og høyt til side. Montert på et løsløkomotiv er den et effektivt redskap for en rask og foreløpig rydding av linjen, for å få togene frem. Under vanskelige forhold brukes to sammenkoblede lokomotiver, med stor frontplog i hver ende for å sikre retretten.

Et lokomotiv med stor frontplog kan bare kobles i den ene enden og må snus når det skal skifte kjøreretning. Denne ulempe unngår man ved bruk av underhengt frontplog. Denne er mindre effektiv enn den store frontploget på grunn av formen, men den har vist seg fullt brukbar for rimelige snøforhold. I tung og dyp snø er den ikke så bra.

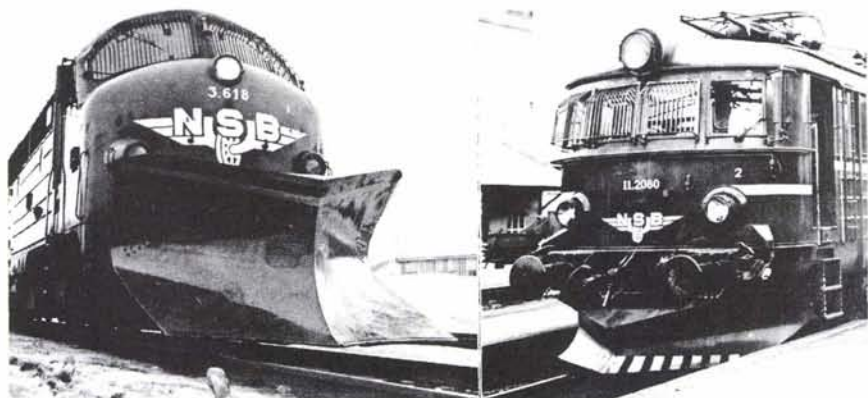


Fig. 134. Frontploger.

Stor frontplog til venstre, underhengt til høyre.

Stor frontplog rydder linjen i en bredde av 2,54 m (eldre typer 2,74 m). Den kaster snøen over brøytekanter på inntil 2,0 m høyde. Ubelastet plog ligger 60-100 mm over skinnetopp. Ved full snølast ligger plogen an mot skinnene.

Underhengt frontplog rydder i en bredde av 2,30 m og ligger i ubelastet tilstand inntil 130 mm over skinnetopp. Plogens høyde i fronten er 600 mm og den kaster snøen over brøytekanter på inntil 1,0 m.

Selv om linjen er ryddet med sporrensere eller med løsløkomotiv, vil det under sterkt snøfall ikke være til å unngå at det legger seg snø i linjen igjen, bak sporrenseren eller løsløkomotivet. Under snøfokk på fjellet kan dette skje meget raskt. En god frontplog, montert på toglokomotiv, er derfor et redskap som under våre klimatiske forhold ikke kan unnværes, hvis man skal ha håp om å holde togene noenlunde regelmessig i gang på vinters tid. Man må for all del søke å unngå at et tog kjører seg fast i snøen. Er det uvær, kan det da ta lang tid før toget er kommet løs og linjen er ryddet.

En *sporrensere* er en skinnegående snøplog som - med et enkelt unntak nevnt nedenfor - må kjøres i eget arbeidstog når den går virksom. Ved NSB er det i bruk to hovedtyper av sporrenserer, nemlig *underhengte* og *etterhengte* sporrenserer. En underhengt sporrensere er montert under sporrenservognen, mens en etterhengt sporrensere er montert på eget understell og trekkes bak sporrenservognen.

Begge hovedtyper er vist i fig. 135. Under arbeid foregår manøvreringen av sporrenserer som regel ved hjelp av trykkluft. De styres fra sporrenservognen.

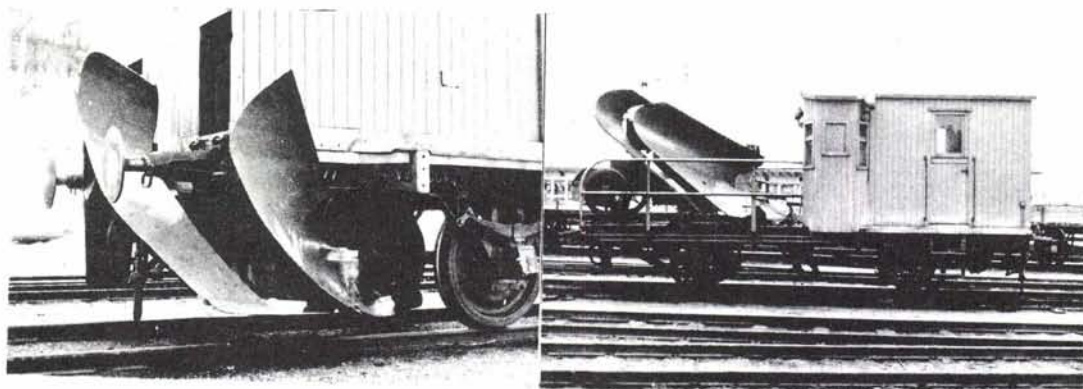


Fig. 135. Sporrensere, underhengt sporrenser til venstre, etterhengt til høyre. Den etterhengte sporrenser er en lavlandssporrenser, trukket opp på sporrenservognen.

Av *underhengte sporrensere* finnes det igjen to typer, en type for enkeltspor vist i fig. 135 og en for dobbeltspor vist i fig. 136

Dessuten finnes det en spesiell type som utelukkende er anvendt i Narvik distrikt. Den har to korte plogvinger i hver ende av vognen, som rydder omkring hver sin skinnestreng. Den tillates kjørt virksom som bakerste vogn i malmtog.

Vi skal først ta for oss den ordinære underhengte typen for enkeltspor. Den har "neseplag" med tillegg av et sett utslagbare vinger, som kan slås ut når man vil rydde i større bredde. Plogen kaster ikke snøen særlig godt, og det vil neppe bli bygget flere sporrensere av denne type.

Med innslåtte plogvinger er brøytebredden 2,60 m. Med plogvingene i bruk økes brøytebredden til 3,50 m. Brøytekanten må ikke være høyere enn ca. 0,7 m hvis sporrenseren skal kunne kaste snøen til side. Da må den kjøres med henimot største tillatte kjørehastighet.

Ved den ordinære utførelse av underhengt sporrenser for enkeltspor er bufferne i bakre ende av sporrenservognen festet ved en spesiell anordning. De kan svinges opp og inn i sporrenservognen. Når sporrenseren går virksom, må bufferne alltid ligge i innslått stilling. Etter endt kjøring skal sporrenseren låses i løftet stilling. Dessuten skal plogvingene slås inn og bufferne skal igjen festes i normalstilling. Glemmer man det, kan sporrenseren og sporrenservognen bli skadet, hvis vognen butter med bakenden mot andre vogner. Og det som verre er, det har hendt at personale er blitt skadet under forsøk på kobling.

Sporrensere av denne type tillates kjørt uvirksomme i godstog etter bestemmelser i trykk nr. 402, § 30.

Av underhengte sporrensere for dobbeltspor finnes det et par forskjellige utførelser. En av dem er vist i fig. 136. Den har to skråttliggende plogvinger, en for hver kjøreretning, og legger all snøen ut til høyre for linjen i kjøreretningen.

Brøytebredden er 2,40 m, og det brøytes i en dybde av 70 mm under skinneplanet, både mellom og utenfor skinnene.

Av de *etterhengte sporrensere* finnes det likeledes to typer. Den ene av disse er beregnet for vanlige snøforhold og kalles *lavlandsporrensere*. Den annen er en mere robust type, spesielt beregnet for høfjellsforhold og kalles *høfjellsporrensere*.

Lavlandssporrensere er vist i fig. 135. Understellet for sporrensere har bare en hjulgang. Selve sporrensere består av en nesepløg samt to bevegelige vinger som manøvreres fra sporrenservognen. For denne manøvrering er det montert et sett trykkluft-sylindre på understellet, forbundet med sporrenservognen med en trykkluftledning. Blir presset på vingene for stort, f.eks. fra tung og våt snø, vil de bli trykket inn og er da ikke virksomme under rydding. Når sporrensere skal gå uvirksom i transport, trekkes den opp på sporrenservognen over en skinnerampe, som vist i fig. 135. Den kan da kjøres i ordinære godstog uten særskilte restriksjoner.

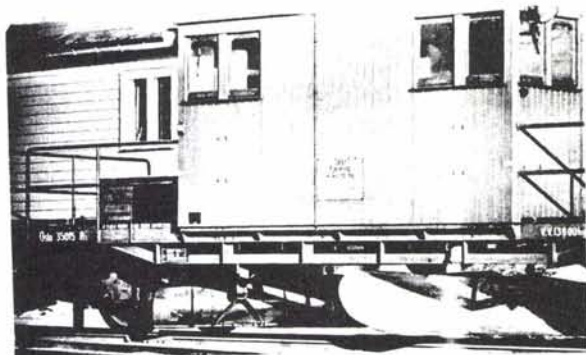


Fig. 136.
Sporrensere for dobbeltspor.

Vanlig brøytebredde uten vinger er 2,85 m. Med utslåtte vinger er brøytebredden 3,5 m. Sporrensere kaster snøen til side over en brøytekanthøyde på maks. 1,5 m høyde ved største tillatte kjørehastighet.

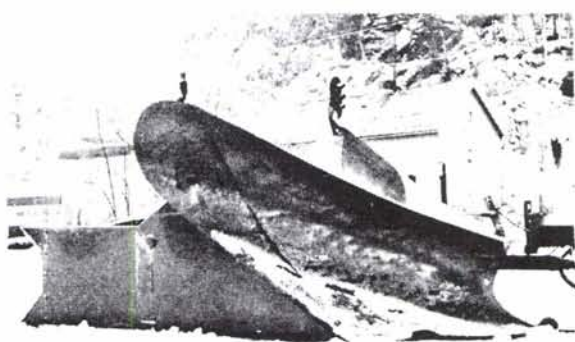


Fig. 137. Høfjellsporrensere.

Høfjellssporrensere er vist i fig. 137. Denne er montert på et 2-akslet understell med akselavstand 2,0 m og tillates ikke kjørt i ordinære tog. Den kan nemlig ikke trekkes opp på sporrenservognen. Selve sporrensere er montert i forreste ende av understellet og er ikke utstyrt med bevegelige pløgvinger. I bakre ende av understellet er montert en bakpløg som skal gjøre det mulig å bakke sporrensere inn på et snøfylt sidespor. Understellet er lastet ned med ca. 5 tonn ballast.

Brøytebredden for sporrensere og bakpløg er 2,8 m. Bakpløgen er fast montert i en høyde av 60 mm over skinnetopp. Sporrensere kaster snøen over brøytekanter som er ca. 2,5 m høye når den kjøres med største tillatte kjørehastighet.

Etterhengte sporrensere er forbundet med sporrenservognen ved en bolteforbindelse. Bolten er det svake ledd i forbindelsen, og den skal rykke først hvis sporrensere skulle tørne mot noe i sporet. Dermed

er forbindelsen med sporrenservognen brutt og sporrenseren blir liggende alene igjen i sporet.

Det er gjort slik for å hindre at større skader oppstår. Det må bare anvendes spesialbolter i forbindelsen og reservebolter må finnes i sporrenservognen. Når forbindelsen med sporrenservognen brytes, vil koblingen for trykkluftledningen også bli brutt. Dette skal skje på en slik måte at ingenting blir ødelagt.

Under snørydding ligger en sporrenser an mot skinnene, der den glir på to *glidesko* av hardt stål. Glideskoene skal holde sporrenseren i riktig stilling både høydeveis og sideveis. Av hensyn til flensrommet er det ønskelig å holde sporet rent for snø og is, ikke bare ned til skinnene, men også til en viss dybde mellom skinnene. Følgen av det er at sporrenseren må arbeide under den nedre begrensning for minste tverrsnitt, som ligger i plan med skinnetopp (bortsett fra flensrommet).

Sporrensere konstrueres normalt for en brøytedybde mellom skinnene på 80 mm under skinneplanet. På utsiden av skinnene varierer brøytedybden noe for de forskjellige typer, med maksimum 80 mm under skinneplanet. For skinnevekter på 35 kg og mindre kan det bli nødvendig å brenne ut en litt større åpning omkring glideskoen, for å få sikker klaring mot skinnefestet. Det samme kan man bli nødt til å gjøre når sporrenseren skal gå på strekninger hvor det er innlagt isolasjonslasker av tre i sporet ("Permali"-lasker).

Glideskoene er utsatt for slitasje og jo mere de slites, desto dypere går sporrenseren. Slitte glidesko må fornyes før sporrenseren går så dypt ned at den støter mot skinnefestet.

I "gamle dager" kjørte man alltid en "plogmal" over sporet når høstens arbeid på skinnegangen var slutt. Plogmalen var rett og slett en planke som var formet etter brøyteprofilen for sporrenseren. Man bør gjøre det samme i dag og benytte f.eks. ballastfordeler eller lastetraktor til kontrollen eller kjøre sporrenseren på bar mark med sakte fart. Da ville man være trygg for at ballastpukk og andre ting ikke lå høyere i sporet enn de skulle, både mellom og utenfor skinnene, og man hadde mindre risiko for skade på sporrensere akkurat når det var mest bruk for dem.

Da en sporrenser går lavere enn til skinneplanet, må den løftes over sporveksler, planoverganger og andre konstruksjoner som ligger i sporet.

Den kjøres også i løftet stilling gjennom tunneler, av hensyn til mulige iskuler i sporet. Løftingen skjer ved hjelp av trykkluftutstyr som er tilkoblet bremsledningen fra lokomotivet. Manøvreringen av plogvingene skjer også ved trykkluft. Alle betjeningsventiler er montert i sporrenservognen. For sikkerhets skyld blir det lagt inn *oppkjørsplanker* i sporet foran alle konstruksjoner hvor sporrensere må løftes. Oppkjørsplanker er vist i fig. 147 under omtalen av planoverganger.

Sporrenservognen bemannes i alminnelighet med to mann, en på hver side av vognen for å holde utkikk og betjene ventilene på trykkluftledningen for manøvrering av sporrenseren. Begge to kan fra sin plass løfte og senke sporrenseren, men hver av dem kan bare manøvrere plog-

vingene på den siden av vognen hvor de sitter. Sambandet med lokomotivet ordnes sikrest ved avtalte signaler med en trykkluftfløyte. Sporrenservognen bør være utstyrt med nødbrems.

Det finnes ennå i bruk mange eldre sporrensere for enkeltspor som er annerledes bygget enn de typer som her er beskrevet. Flere av dem blir fremdeles manøvrert ved håndkraft.

De steder hvor sporrenseren skal løftes og senkes, må merkes ved oppsatte anvisere. Disse anvisere hadde tidligere et mere eller mindre tilfeldig utseende, men skal nå utføres etter ensartede regler. Anvisernes form og plassering fremgår av fig. 138. De settes opp på stolper i en høyde av 3,0 m over skinnetopp og i en avstand av ca. 3,0 m fra spormidtd. Anviserne, som males gule mot kjøreretningen, skal peke mot sporet. En anviser med spissen opp betyr "løft", og med spissen ned "senk". Anviserne bør settes i 4-5 m avstand foran det sted hvor sporrenseren skal løftes.

Anviserne er også benyttet til å markere de punkter i linjen hvor plogvingene må slås inn. Anviserne er da satt på "høykant" med spissen vendt inn mot eller ut fra sporet. En anviser med spissen inn betyr at her må plogvingen være slått inn. Med spissen ut, betegner anviseren at på dette sted kan plogvingen slås ut igjen.

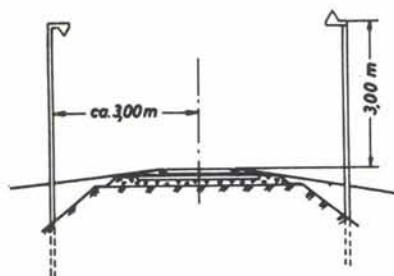
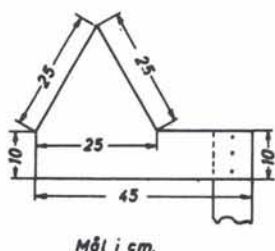


Fig. 138. Anvisere for sporrenserkjøring.

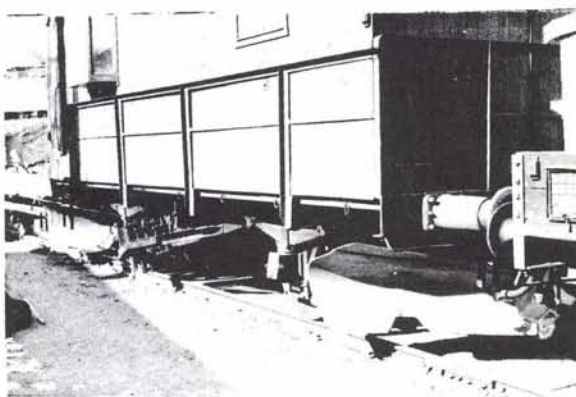


Fig. 139. Isharv.

En *isharv* - eller ishøvel - er vist i fig. 139. Foruten selve isskjæret har den to underhengte sporrensere, den ene for eventuell snø, den annen for løs is. Manøvreringen av de forskjellige isharrower av denne type foregår dels ved trykkluft og dels for hånd. Vognen må være godt nedlesset med ballast for ikke å bli løftet av sporet under isrydding. Da må også fjærene på vognen være blokkert.

Isharvens arbeidsbredde er 2,40 m og den arbeider ned til en dybde av inntil 90 mm under skinnetopp.

Roterende snøploger - populært kalt "rotere" - er store skinnegående aggregater. I fronten har de ett - eller to - roterende skovlhjul, innrammet av et skjold som skal lede snøen inn mot skovlhjulet - eller hjulene - som drives av et eget maskinaggregat, samler snøen og kaster den til siden av sporet gjennom en utkaståpning på toppen av skjoldet. Utkaståpningen kan innstilles for utkast til den

side man ønsker, høyt eller lavt.

De fleste roterende snøploger ved NSB har diesel-hydraulisk drift.

Et par typer er vist i fig. 140. Under arbeid må de være tilkoblet lokomotiv. Det må de også være når de går uvirksomme i transport.

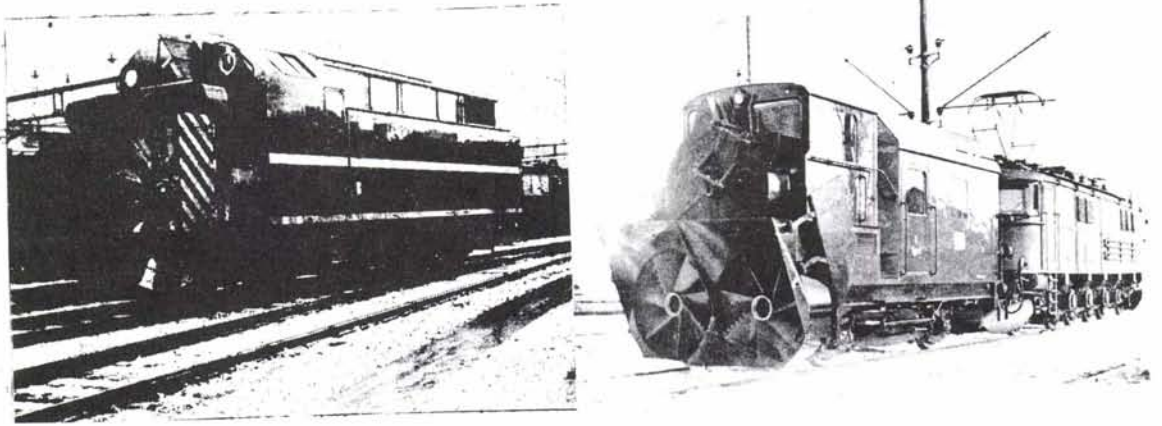


Fig. 140. Roterende snøploger, til venstre med diesel-hydraulisk drift, til høyre med elektrisk drift.

De dieseldrevne typene går for egen maskin også under arbeid. For transport i tog gjelder bestemmelsene i trykk nr. 402, § 30.

Kjørehastigheten under rydding bestemmes av snømengden, snøens konsistens og av maskinkraften på skovlhjulet. I løs og lett snø kan en roterende snøplog oppnå en hastighet av inntil 20 km pr. time, mens hastigheten i tung og fast snø kan gå ned i mindre enn én kilometer i timen.

På skjoldet er montert et sett utslagbare vinger, men de kan bare brukes i lett snø for utvidelse av brøytebredden. Undre kant av skjoldet ligger godt over skinnetopp (minst 80 mm). På alle roterende snøploger er det derfor montert en underhengt sporrensers, hvis primære oppgave er å rydde skinnene og flensrommet for snø.

Den ordinære brøytebredde for en roterende snøplog ligger omkring 3,0 m. Med helt utslåtte vinger økes bredden til ca. 3,3 m.

Det er skjoldets form som bestemmer det ordinære brøyteprofilen etter en roterende snøplog. Da bredden av skjoldet må holdes innenfor de samme grenser som bestemt for rullende materiell i sin alminnelighet (se bokens del 3 om "minste tverrsnitt"), vil brøyteprofilen bare såvidt være tilstrekkelig til at tog kommer frem. Så snart som mulig må man derfor sørge for at profilet blir utvidet til forsvarlig bredde. Dette gjøres ved å kjøre en snøskrape.

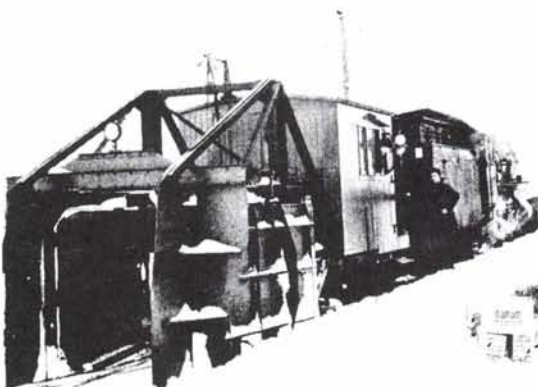


Fig. 141. Snøskrape.

En snøskrape er vist i fig. 141.

Den virker omtrent som en plog som kjøres baklengs, idet den samler snøen inn i sporet ved hjelp av to stillbare vinger. Vingene innstilles ved hjelp av trykkluft og betjenes fra førerhytten på snøskrapen.

Vingene kan slås ut inntil 2,75 m til hver side for midtlinjen. Nødvendig kontroll må være utført på forhånd, så man har rede på hvor langt man kan slå ut vingene på de forskjellige partier av linjen, uten å støte på hindringer. Enten må man ha en oppgave over dette på snøskrapen eller begrensningen av utslagene må markeres ved oppsatte stolper.

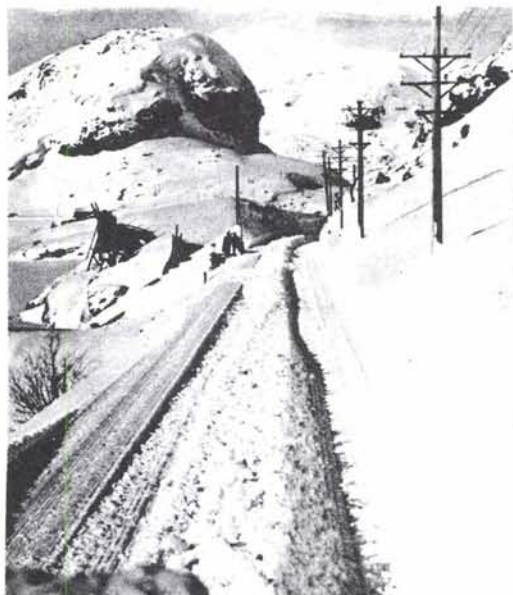


Fig. 142.
Snøskrape er kjørt.
(Ved Kleivevatn på Bergensbanen)

Bak snøskrapen vil sporet ligge fullt av snø. Denne fjernes ved hjelp av roterende snøplog eller ved hjelp av løskomotiv med stor frontplog, hvis ikke snømengden er for stor. Som avsluttende operasjon kjøres sporrensere over strekningen.

På lange blokkstrekninger vil det ta urimelig lang tid å rydde sporet med skrape og roterende, når bare en ad gangen kan arbeide på blokkstrekningen. I slike tilfeller kan distriktsjefen gi tillatelse til å opprette midlertidige togmeldingsstasjoner ved telefonposter. Begge maskiner kan da arbeide samtidig på blokkstrekningen.

Snøskrape kan kjøres uvirksom i ordinære tog etter bestemmelser i trykk nr. 402, § 30.

En snøfreser er en snøryddingsmaskin, utstyrt med roterende kniver som skjærer seg inn i snøen, samler den og kaster den ut i en samlet stråle. Knivene kan være montert enten som vifte eller som trommel. En roterende snøplog er en snøfreser i meget stort format.

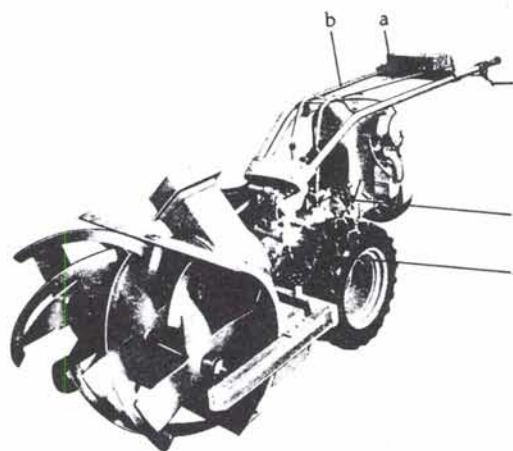


Fig. 143.
Liten, handstyrt snøfreser.

Snøfresere finnes i mange forskjellige utførelser, fra små maskiner som styres fra bakken til store aggregater, montert på traktor eller på skinnegående kjøretøy.

I fig. 143 er vist en av de mindre snøfresere ved NSB. Disse har egen fremdrift og ryddebredden er fra 0,8 til 1,5 m. De brukes mest for mindre arbeider og er som oftest fast stasjonert.

De større snøfresere er hyppigst montert på en vanlig industritraktor og har en ryddebredde som varierer med maskintypen fra 1,8 til 2,4 m. Kastelengden er forskjellig, avhengig av både motorstørrelsen og snøens konsistens. Under gunstige forhold kan de største snøfresere kaste snøen opp til 20 m vekk.

Et par modeller av snøfresere montert på traktor, er vist i fig. 144. Snøfresere har størst effekt når de går helt fulle av snø.

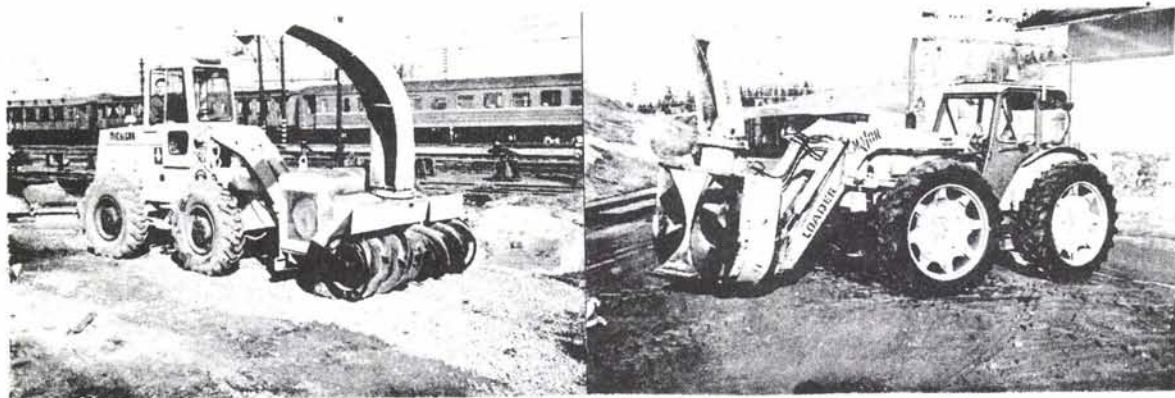


Fig. 144. Traktormonterte snøfresere. Til venstre er vist en trommelfreser, til høyre en viftefreser.

Alle fresertyper er utstyrt med et svakt ledd som er det første som ryker om freseren under arbeidet skulle støte mot noe hardt. Det svake leddet er satt inn for å forhindre at det oppstår større skader på freseren og er lett å fornye, men det må bare erstattes med en del av samme slag, ellers kan det gå galt. Til tross for det svake leddet, skal man ikke friste skjebnen for meget, men så vidt mulig sørge for at det ikke ligger igjen nedsnødde saker og ting som kan skade snøfresere. Dette oppryddingsarbeidet må foretas om høsten.

Snøfresere skal bare betjenes av personale som er spesielt godkjent for arbeidet. Når vinteren er slutt, demonteres snøryddingsutstyret og annet utstyr monteres istedet. Ved de mest avanserte typer av traktor og utstyr tar dette arbeid bare noen få minutter. På denne måte blir traktorene helårsmaskiner.

På linjen blir den ordinære snørydding hovedsakelig utført ved hjelp av sporrenser og på snøtunge partier også ved hjelp av roterende snøplog og snøskrape.

Hvor man bare disponerer sporrenser, kan det etter hvert bli så stor ansamling av snø i trange og høye fjellskjæringer at verken frontplog eller sporrenser får kastet snøen til side. Da må skjæringene ryddes og dette gjøres enklest ved en traktormontert snøfreser. Arbeidet utføres helst i rolige perioder mellom to snøfall. På forhånd bør linjegrøftene være dekket med f.eks. gamle sviller, så traktoren har et noenlunde plant underlag å kjøre på. Hvis fjellskjæringen er så høy at snøfreseren ikke klarer å kaste snøen over kanten av skjæringen, blåser man snøen på langs av sporet, inntil man kommer til et sted i skjæringen hvor snøen kan kastes ut. Denne bruk av snøfresere har i stor utstrekning redusert behovet for uttrykking med snøskrape og roterende snøplog, der hvor slikt utstyr finnes. På snøtunge partier er planeringsprofilen i vanskelige fjellskjæringer ofte utvidet med ca. 1,0 m i bredden på hver side av linjen, for å skaffe større lagringsplass for snøen.

For baner med elektrisk drift er det i trykk nr. 373.3 gitt forskrifter om at snø skal fjernes ved telefonapparater og telefonkontakter langs linjen og ved master med avspenningslodd og brytere m.v. Det er særlig viktig å holde adgangen fri til de telefonapparater eller kontakter

som er anbrakt ved hovedsignaler, så det kan bli gitt melding om et tog skulle bli stående foran et signal som viser stopp.

Snørydding i spor på stasjoner blir i første omgang utført ved hjelp av det samme skinnegående materiell som anvendes på linjen, altså hyppigst ved hjelp av sporrensere. Etter at sporene er ryddet på denne måte, ligger snøen i ranker mellom sporene. Denne snøen må også fjernes, og det gjøres helst ved hjelp av store traktormonterte snøfresere.

Det enkleste er å blåse snøen vekk fra sporområdet eller samle den på ledige plasser innen området. Under dette arbeid kan det bli nødvendig å ta igjen snøen både to og flere ganger, før man blir endelig kvitt den. Likevel er dette som regel lønnsomt, fremfor å laste opp snøen på vogner og kjøre den vekk. Å laste en vogn med snø går lett når man bruker snøfreser. Verre er det å få tømt en vogn, hvis dette må foregå som håndarbeid, idet snøen pakker seg under opplastingen. Da blir arbeidet både dyrt og sent. Løsningen må bli tippvogner. Av disse finnes det allerede en del, men antallet er ennå for lite til å dekke hele behovet. En lastet snøvogn må helst ikke bli stående lastet natten over. Da kan det hende at hele lastet fryser til en fast masse.

Ved snørydding med traktormontert snøryddingsutstyr på stasjoner må det vises aktsomhet, så man ikke unødig skader utstyr i overbygningen og de elektriske anlegg. Traktorer må ikke kjøres over stangsystemet for spor-vekseltungene. Blir stengene bøyet, vil ikke en sporveksel funksjonere som den skal og er den dessuten sentralstillet, vil det også ha innvirkning på stasjonens signaler. Det kan føre til at et signal lar seg stille på "grønt" selv om sporvekselen ikke er kjørbær. Det må heller ikke kjøres over stangsystemet for spersperrer.

Ved sentralstilte sporveksler og spersperrer må man også holde seg unna kassene for drivmaskiner. Disse vil ta skade hvis en traktor kjører over kassene og det som verre er, drivmaskineriet og kontrollsystemet kan bli satt ut av funksjon. Videre må man være oppmerksom på at lave signaler kan være dekket av snø under snørydding, så som sporveksel- og spersperresignaler, dvergsignaler m.v. Hvis ikke vedkommende maskinkjører er lommekjent på stasjonen, må han få nødvendig veiledning av en tjenestemann fra elektropersonalet om beliggenheten av de forskjellige elektriske anlegg som vil være i faresonen.



Så skal sporvekslene holdes rene for snø og is. I de viktigste sporveksler blir det nå etter hvert innlagt varmekabler for elektrisk oppvarming av tungepartiene. Virkningen under snøfall er vist i fig. 145. Selve anordningen er vist i fig. Ballastfordelere gjør god nytte for seg i arbeidet med snørydding i spor og i sporveksler på stasjoner, når de er påmontert hensiktsmessig utstyr. Disse ballastfordelere er da om vinteren stasjonert ved enkelte større stasjoner.

Fig. 145.

Oppvarmede sporveksler.

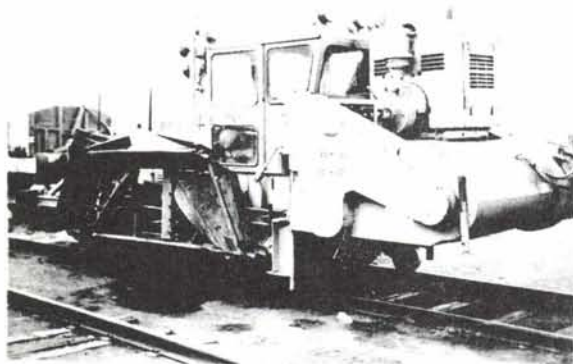


Fig. 146. Ballastfordeler, påsatt utstyr for snørydding.

I fig. 146 er vist en ballastfordeler, hvor det originale utstyret er fjernet og erstattet med utstyr for snørydding. Foran er det montert en snøfreser, drevet med egen motor og beregnet på snørydding i spor. I bakre ende er montert en roterende børste som også er drevet med egen motor. Børstens oppgave er å feie sporveksler rene for snø og den er utstyrt med en anordning for samlet utkast av snøen.

Når våren kommer, fjernes snøryddingsutstyret og ballastfordeleren føres tilbake til sitt opprinnelige utseende. Børste med utkast-anordning kan også monteres på en industritraktor, men man må da huske på det som er sagt foran om bruk av traktor over sporveksler.

Ellers må man nok fremdeles en tid for det meste anvende håndarbeid for å holde sporvekslene rene for snø og is. Og sporvekselkost, snøskuffe og ishakke er da uunnværlige redskaper. Arbeidet med å fjerne is kan lettes betydelig ved å strø ut et salt som heter *Urea*. Dette er egentlig et gjødningsmiddel, men det har også vist seg utmerket egnet til å løse opp og endog smelte is. *Urea* er ikke rustdannende og er heller ikke elektrisk ledende. Det har best virkning ved temperaturer ned til 8 minusgrader. Ved lavere temperaturer avtar virkningen gradvis og ved 20 minusgrader er virkningen nærmest lik null. *Koksalt må ikke brukes i sporveksler.* Om avledning av smeltevann, se avsnitt 7.2, side 46.

Snøen må også fjernes fra plattformer, lastegater og andre områder for trafikantene. En traktor med ekstra stor lasteskuffe for snø kan her være et tjenlig hjelpemiddel, dels for å skyve snøen sammen og dels for å laste den opp på bil.

Etter et større snøfall vil det ikke være mulig på en og samme dag å gå løs på en fullstendig snørydding på alle stasjoner hvor dette er nødvendig. Det har man ikke nok materiell til. Og det vil heller ikke være rasjonelt å anskaffe det som mangler, for til enhver tid å kunne mestre en situasjon med toppbelastning. Man må selvsagt snarest mulig rydde det som er absolutt nødvendig av hensyn til drift og trafikk, så får man ta en fullstendig rydding senere. Det bør være oppsatt en fullstendig plan for dette arbeid, de viktigste stedene tas først og deretter kommer de andre i tur og orden. Snøryddingsmateriellet må da transporteres fra den ene stasjon til den neste på den måte som er mest hensiktsmessig.

Snøryddingen omfatter også rydding av tak for å unngå at de bryter sammen under snølasten. Etter gjeldende bygningslov skal et tak tåle en snølast på minst 150 kg pr. m² horisontal flate. Mange tak tåler imidlertid langt større belastning, de nye snøoverbygg er således bygget for en snølast på 800 kg pr. m². Er man i tvil om hva et tak tåler, får man gå ut fra at det ikke tåler mere enn det som bygningsloven krever. Med de egenvekter for snø som finnes angitt foran i dette avsnitt, tilsvarer dette en største snødybde av ca. 75 cm for meget våt nysnø ned til ca. 30 cm for våt og tung kornsnø.

14. PLANOVERGANGER, GJERDER OG STENGLER

14.1. Planoverganger.

Med en *planovergang* forstås en kryssing i plan mellom jernbane og vei. Forskrifter for planoverganger m.v. finnes i trykk nr. 426. Alminnelige bestemmelser for sikring av ferdselen over planoverganger er gitt i trykk nr. 401 (Sir.) § 73. Her finnes blant annet bestemmelse om at planoverganger skal være forsynt med grunder, bommer eller annet tilfredsstillende stengsel som kan holde veifa- rende tilbake når tog passerer. Likeledes finnes det her bestem- melser om godkjennelse av signalanlegg som stengsel.

Det skjelnes mellom *private* og *offentlige* planoverganger, det vil si planoverganger for henholdsvis privat og offentlig vei eller gate. Det er imidlertid ingen forskjell når det gjelder vedlike- holdet av planovergangene, idet dette er pålagt jernbanen for begge grupper. Forskjellen ligger i ansvarsforholdet med hensyn til stengslene. Ved de private planoverganger er det de bruksberet- tige som har plikt til å holde grindene lukket når planovergangen ikke brukes. Ved de offentlige planoverganger er det fri ferdsel over planovergangen når det ikke er tog i vente. Det er jernbanen som er ansvarlig for at stengslene stopper veitrafikken foran plan- overgangen når tog kommer.

Pr. 1.1.1980 var det i alt innlagt 6 866 planoverganger ved NSB, hvorav 449 var for offentlig vei og resten var private planoverganger.

I en planovergang må det anlegges dekke for veitrafikken over sporet. Dekket kan utføres av forskjellige materialer, enten av tre, av be- tong eller som asfaltdekke.

I dekket må det anordnes *sporrenner* etter gjeldende bestemmelser med bredde minst 70 mm, og større når sporbredden er større enn 1445 mm (del 3, s. 138). Ved begge ender skal sporrennene utvides ca. 30 mm, for å hindre at hjul med slitte hjulflenser skal klatre opp på dekket. Sporrennene bør ikke være bredere enn nødvendig. Selv med de fore- skrevne minstemål kan de være et farepunkt for veitrafikken, blant annet har sykler lett for å skrense når de passerer spor- rennene i skrå vinkel. Spor- rennene skal være minst 43 mm dype (se del 3), men dybden bør helst være større, så man slipper å renske dem hver gang det samler seg litt lort i sporrennene.

Enklest utføres dekket ved innlegging av *planovergangs- lemmer* av tre, og dette har hittil vært det mest alminne- lige ved NSB. Planovergangs- lemmene består av en *midtlem* og to *sidelemmer* og utføres i alminnelighet av 2½" eller 3" plank. De kan være *faste lemmer* som spikres fast til

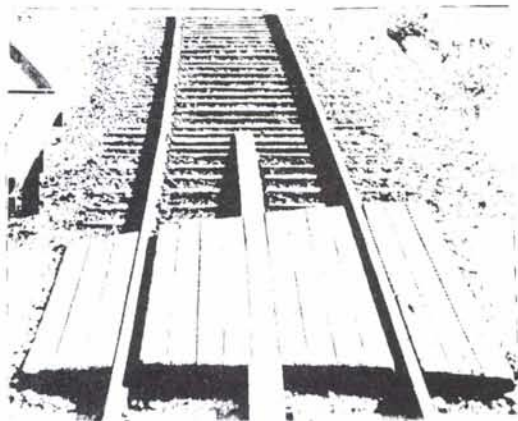


Fig. 147.
Planovergang med faste lemmer.

labanker fastgjort til svillene (fig.147) eller de kan utføres som *løse lemmes* som ligger løst opplagt på lignende labanker (fig. 148). Middlemmen må da utføres i to halvdelar, delt etter spormidten.

Løse planovergangslemmer kan altså tas ut av sporet uten at lemmen brytes i stykker. Lemmene må utføres meget nøyaktig hvis de skal ligge i ro under veitrafikken. De må ikke kunne forskyve seg, verken lengdeveis eller sideveis. Særlig er det viktig at sporrennene holder stabil bredde.

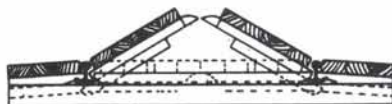


Fig. 148.

Ved planovergangslemmer av tre går sidelemmen ikke stort lenger ut enn til svilleenden. Veien vil da på et kort stykke bli liggende på ballasten, og denne vil bli fort uren. For å unngå dette, kan man skjøte på sidelemmen med en løs lem av f.eks. et par brukte, men

gode sviller som legges direkte på ballasten. Det må ikke fylles urene veimasser direkte inn mot ballasten.

Belastningen på planovergangene har øket sterkt i de senere år, dels på grunn av den økende biltrafikk og dels på grunn av mekaniseringen av landbruk og byggevirksomhet. Resultatet har vært stor slitasje og hyppig utskifting av trelemmer på sterkt trafikerte planoverganger. På slike overganger kan dekket legges med betong eller asfalt.

Et dekke av betong er vist i fig. 149. Det er sammensatt av firkantede betongelementer, 645 x 650 mm, som på undersiden er U-formet. De er opplagt på ballasten og er vist i detalj i fig. 150. Betongelementene har et hull i midten som det kan stikkes en krok gjennom, når de skal håndteres. De veier ca. 170 kg hver.

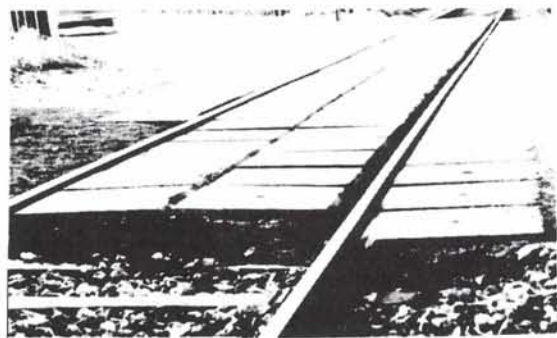


Fig. 149.
Planovergang med betongdekke.

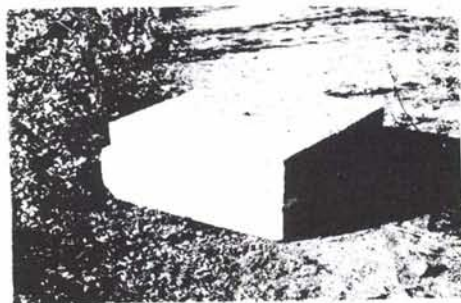


Fig. 150.
Betongelement.

Betongelementene måler 650 mm i sporets lengderetning. Dette medfører at svilleavstanden i planovergangen også må være den samme. Sporet må være fritt for skadelig telehiving, det må ha god pukkbullast og et solid skinnefeste av typen Hey-Back eller likeverdig skinnefeste. Før leggingen må sporet være grundig pakket og justert. Pukkunderlaget for betongelementene må avrettes helt jevnt og må være godt stampet. Betongdekket kan legges inn i kurver ned til $R = 300$.

Det har imidlertid vist seg vanskelig å få disse elementene til å

ligge i ro etter en tids trafikk.

Vi har derfor lagt inn en annen type betongelementer, vist på fig. 151. Denne planovergangstypen har fabrikknavnet **BODAN**, og innerelementene spenner fra skinne til skinne. De hviler på gummiklosser på skinnefoten og er derfor elektrisk isolert. Ytterplatene hviler i den ene enden på gummiklosser på skinnefoten og i den andre enden på spesielle fundamentsteiner. Erfaringene viser at denne overgangen gir en behagelig kjøring både på vei og bane, og justeringen står godt.

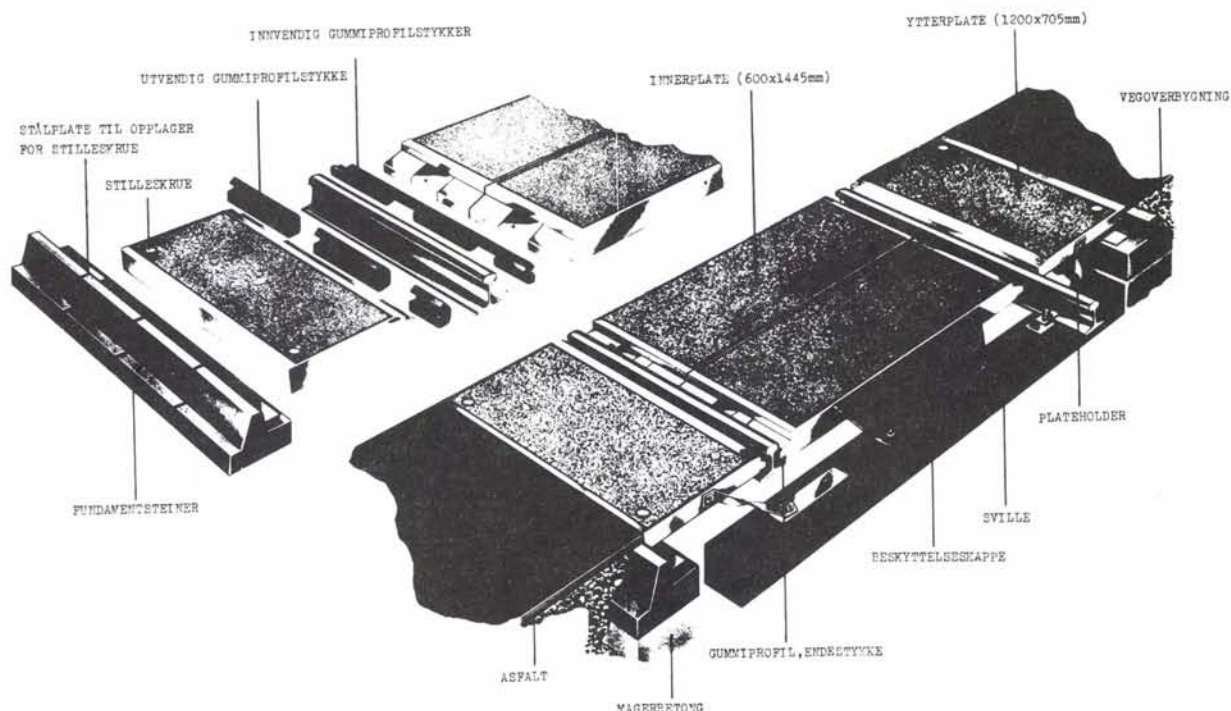


Fig. 151.
BODAN planovergang.

En planovergang med asfaltdekke er vist i fig. 152. Selve dekket er utført etter de vanlige prinsipper for veidekker med asfalt, slik som kort beskrevet i Del 4, avsnitt 2.4, side 149.

Som det sees, er det i planovergangen lagt inn to "kontraskinner" ved hver skinnestreng. De to på innsiden i sporet danner begrensningen for flensrommet. For øvrig har kontraskinnene som oppgave å hindre at asfaltdekket kommer i berøring med kjøreskinnene og blir direkte utsatt for de rystelser som oppstår når tog passerer. Asfaltdekker tåler ikke så meget av den slags rystelser før det begynner å smuldre opp. Kjøreskinnen og de to kontra-

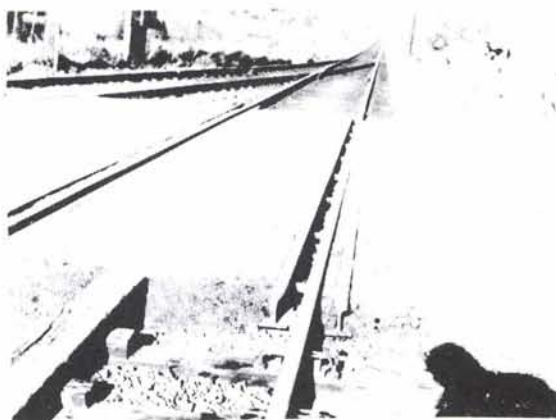


Fig. 152.
Planovergang med asfaltdekke.

skinner ved hver skinnestreng må legges opp på særskilte underlagsplater som kan tilskjæres og sammensveises av vanlige underlagsplater.

I sidespor er det gjort forsøkt med innlegging av rilleskinner i planoverganger i forbindelse med asfaltdekke. Asfaltdekket ligger da i direkte kontakt med kjøreskinnene, men til gjengjeld er sporene relativt svakt trafikkert. Da rilleskinner ikke holder de foreskrevne mål for flensrommet, må de bare brukes i sidespor og bare etter særskilt tillatelse.

Sporet må være i prima stand og må være grundig gjennomarbeidet før asfaltdekket legges. Det må ha et solid skinnefeste og svillavstanden i planovergangen bør ikke være over 60 cm. Sporet bør holde justeringen i minst 6-8 år. Når det blir nødvendig å fornye justeringen, må asfaltdekket brytes opp og nytt asfaltdekke må legges når justeringen er avsluttet.

Det vil nå (1980) bli gjort forsøkt med planoverganger av gummi, hvor gummien legges på svillene og ballasten.

Sporrennene er de mest utsatte deler av en planovergang. Om sommeren må de holdes rene for grus og jord som følger med veitrafikken og om vinteren for snø og is. Særlig utsatt er planoverganger med trafikk til og fra byggefelt og landbruksarealer. Der kan sporrennene raskt bli fylt igjen av jord som faller av hjul og belter på motorkjøretøyer. Man har eksempel på at det er blitt presset så meget jord ned i sporrennene og under midtlemmen, at denne rett og slett er blitt trykket i været. Samtidig med dette er jo også ballasten blitt uren. Man kan unngå noen av disse ulemper ved å legge bunn i sporrennene, f.eks. med smale bord. Det finnes også spesielle gummiinnlegg fremstillet av vantett cellegummi eller hult gummiprofil som er formstøpt. Det fyller ut hele flensrommet, men gir etter for trykket fra hjulflensene. Mot is i sporrennene benyttes Urea. Det er samme salt som benyttes i sporveksler, se avsnitt 13.5, side 114.

Hvor det ligger betongsviller i sporet, blir labankene bandasjert fast til svillene og planovergangslemmer av tre blir lagt på labankene på vanlig måte.

Når en planovergang ligger på en elektrifisert bane eller i et isolert sporfelt for sikringsanlegg, skal *midtlemmen* ligge minst 5 og høyst 20 mm over sporplanet. Grunnen er at man vil forhindre at det skal oppstå ledende elektrisk forbindelse mellom de to skinnestrenger i planovergangen. Dette kan f.eks. skje ved at meiene på en sparkstøtting berører begge skinnestrengene samtidig, og da vil det oppstå forstyrrelser i det elektriske anlegget. Det er ikke nok med en kuv på midten av lemmen, hele midtlemmen skal ligge over sporplanet av hensyn til beltegående kjøretøyer. Det må føres stadig tilsyn med at ikke noen del av midtlemmen ligger lavere enn foreskrevet.

Videre er det foreskrevet at når planoverganger på elektrifiserte baner ligger i en avstand av 500 m eller mindre fra en sugetransformator, da skal det legges veidekke av tre eller asfalt utenfor sidelemmen, inntil en avstand av 2,75 m fra nærmeste skinne. Anordningen er vist i fig. 153.

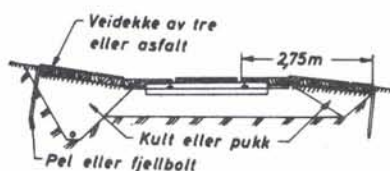


Fig. 153.

Dekke på planovergang som ligger i nærheten av en sugetransformator.

På elektrifiserte baner virker skinnene som ledning for returstrømmen fra kontaktledningen. Forskjellen i spenning mellom skinner og jord er størst like ved en sugetransformator og avtar etter hvert som man fjerner seg fra denne. Innen en avstand av ca. 500 m er spenningsforskjellen så vidt høy, at f.eks. hester reagerer når de står med forbena på en skinne og med bakbena på jord. De får et strømstøt som imidlertid er helt ufarlig. Ved å legge et isolerende dekke av tre eller asfalt som omtalt, vil dyrene som regel ikke merke noe usedvanlig.

Ved *private* planoverganger er i alminnelighet grindene satt opp så langt fra planovergangen at det er plass til et kjøretøy mellom grind og planovergang. Den del av veien som ligger på jernbanens grunn, skal vedlikeholdes av jernbanen. Når veien ligger i fall inn mot planovergangen, må det sørges for at veibanen har god kuv på midten, så vannet følger veigrøftene - eller i alle fall veikantene - og renner ned i linjegrøften. Ellers vil vann og søle havne i planovergangen. For linjegrøftene må det være lagt nødvendige rørrenner gjennom veifyllingen.

Ved planoverganger skal det være satt opp bestemte varselkilt og varselmerker. De grunnleggende bestemmelser om dette finnes i trykk nr. 401, § 73. Detaljerte bestemmelser er gitt i trykk nr. 426.

Ved alle *ubevoktede* planoverganger skal det på begge sider av planovergangen være satt opp varselkilt med tekst

VARSAM - TOG

STENG GRINDA

Varselskiltet settes opp på egen stolpe eller på låsstolpen for grinda og skal være godt synlig for de veifarende.

Ved *alle* planoverganger på elektrifiserte baner skal det på samme måte være satt opp varselkilt med tekst

HØGSPENNING

LIVSFARE

Det er jernbanens sak å sette opp og holde vedlike disse to varselkilt. Øvrig skilting med veitrafikkskilt besørgeres av vedkommende veimyndighet.

Ved alle planoverganger skal det være anordnet *oppkjørsplanker* av hensyn til sporrensere og nedhengende kobbel. Oppkjørsplanken bør ha en lengde av minst 2,5 m utenfor enden av midtlemmen. Den består av en 3" x 6" plank som festes såvel til svillene som til midtlemmen, se fig. 147. Lignende oppkjørsplanker anordnes foran sporveksler, bruer i linjen, faste skinnesmøreapparater og andre steder, hvor sporrensere må løftes for å passere.

Mange private planoverganger brukes bare en viss tid av året, f.eks.

under onnearbeid om sommeren eller for tømmerkjøring om vinteren. Man kan ta ut lemmene av sporet i en slik planovergang, i den tiden den ikke er i bruk, forutsatt at den eller de som har bruksretten samtykker i det.

14.2. Gjerder.

Alminnelige bestemmelser om inngjerding av jernbanens eiendom finnes i trykk nr. 401 (Sir), § 66. Her er gjerdehøyden for grensegjerder fastsatt til minst 1,10 m.

I henhold til gjerdeloven (Lov om jords fredning av 1860) er et gjerde "lovlig" når det er 1,10 m høyt og så sterkt og tett at det freder for hest, storfe og sau. Levende hegn er jevngodt med gjerde når det oppfyller de samme betingelser. I henhold til loven kan de enkelte kommunestyre bestemme at et gjerde er lovlig innen kommunen, selv om det ikke holder tilbake sau. Denne bestemmelse er imidlertid gjort gjeldende bare for relativt få kommuner. For de aller fleste kommuner i landet gjelder den alminnelige bestemmelse for lovlig gjerde.

I sin alminnelighet er det jernbanen som har gjerdeplikten, hvor inngjerding av jernbanens eiendom er påbudt. Det finnes imidlertid unntak, der kommunen har gjerdeplikten i stedet for jernbanen. Kommer det et dyr inn på linjen gjennom et gjerde som ikke er i lovlig stand og dyret blir påkjørt, er det den som har gjerdeplikten som må betale erstatning, altså som oftest jernbanen. I et slikt tilfelle vil det alltid bli spørsmål om gjerdets tilstand. Hvis dyret skulle være kommet inn på linjen gjennom en grind, vil man måtte gjøre rede for om grinden og lukkeinnretningen var i orden.

For bruk av piggtråd som gjerdemateriale gjelder særskilte forskrifter. Piggtråd må derfor ikke brukes i jernbanens grensegjerder uten at det først er brakt på det rene i hvilken utstrekning dette er tillatt.

Ved NSB anvendes i hovedsaken to gjerdetyper, nemlig *trådgjerde* og *dukgjerde*.

Trådgjerde er det mest alminnelige. Det har 6 gjerdetråder, festet på stolper av tre eller stål, og har en høyde av 1,10 m målt til øverste gjerdetråd. Gjerdetråden kan enten være spunnet eller heltrukket tråd. Nå bruker man bare heltrukket tråd som er bølget ("korrugert"). Mellom stolpene er gjerdetråden festet til *gjerdelekter* av tre eller stål og som oftest også forbundet med *bindtråd*.

Den eldste type av trådgjerde med gjerdestolper av stål er vist i fig. 154. Gjerdestolpene har U-formet profil og var i jordterreng opprinnelig boret ned i en stein eller innstøpt i en betongkloss. Nå slår man i stedet stolpene godt ned i jord, det er enklere, men stolpelengden må da være større. Fjellstolper må smis til i enden før de slås ned. Stolpeavstanden er 3,0 m. Mellom stolpene festes gjerdetråden til en gjerdelekte av stål med T-formet profil.

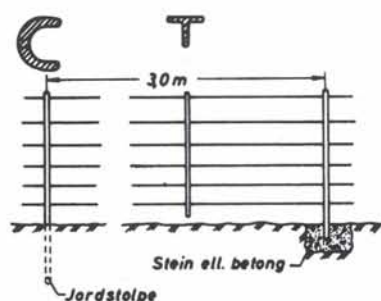


Fig. 154.
Trådgjærde på stålstoelper.

Det er foreskrevet at gjærdeetrådene etter tur skal ha et kast rundt hver sjettede stoelpe, for at ikke hele gjærde skal rakne om det ryker en tråd. Denne operasjon er ikke så lett å få til på stoelper av stål, hvor man ikke kan få satt gjærdeetråden ordentlig fast. Det hjelper noe om man bendsler gjærdeetråden til stoelpen, men tross dette har gjærdeetråden i et slikt gjærde lett for å bli slakk. Vinkelstoelper og endestoelper må barduneres eller avstives godt. Strevere og barduner må ikke plasseres på fremmed grunn uten eierens tillatelse.

I fig. 155 er vist et trådgjærde på trestoelper. Stoelpeavstanden er vanligvis 4,0 m med 2 gjærdelekker av tre og 3 stykker bindtråd i hvert stoelpefelt. Som gjærdeetråd brukes bølget tråd som festes med gjærdekramper.

Til stoelper og lekter anvendes helst impregnert virke, eller einer hvis dette er å få. I jordterreng skovles huller for stoelpene ved hjelp av skovlbor, og stoelpene pakkes med kult eller grus. Stoelper i fjell festes til 2 eller 3 fjellbolter.

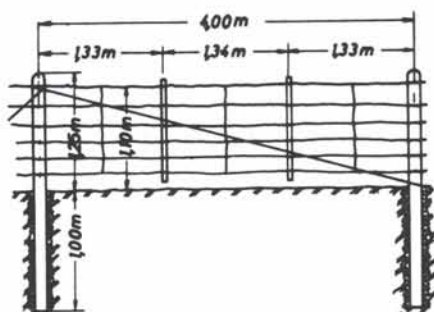


Fig. 155.
Trådgjærde på trestoelper.

Ingen av de to gjærdeetyper som hittil er nevnt, hegner for sau. Det gjør et gjærde som er vist i fig. 156. Dette er et dukgjærde med nettingduk ("sauegjærde"), oppsatt på stoelper av tre eller stål. Gjærdehøyden er 1,10 m.

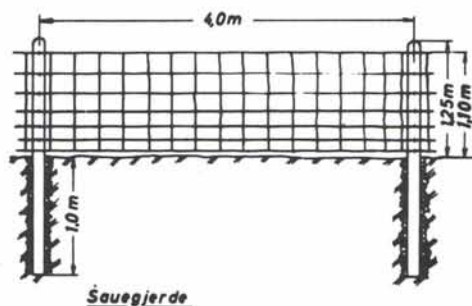


Fig. 156.
Gjærde av nettingduk.

Gjærdestoelper av tre skal ha en tykkelse av 80-120 mm (3" - 5"). Lengden av jordstoelper av tre er 2,25 m og av stål 2,40 m. Fjellstoelpene er 1,3 m lange og gjærdelektene 1,0 m.

I tettbygde strøk og på steder for øvrig hvor det er om å gjøre å holde folk utenfor jernbanens område, bruker man flettverksgjærde, se fig. 157. Et flettverksgjærde settes som oftest opp på gjærdestoelper av stål, med

vinkelstål som endestolper og stivere og T-stål som mellomstolper. Stolper og stivere leveres normalt forsinket, mens den delen som skal være under bakken også er dyppet i asfalmaling. Det kan også brukes stolper av gamle skinner med lite profil (f.eks. 25 kg/m).

I over- og underkant av gjerdet festes duken til en spenntråd av bølget tråd. I stedet for spenntråd kan flettverksgjerdet avsluttes oventil med et kantjern (også kalt overkantstål).

Som nevnt foran gjelder det spesielle forskrifter for anvendelse av piggråd i grensegjerder. Hvor det er tillatt, kan det settes piggråd på toppen av et flettverksgjerde, når det anses særlig nødvendig for å sikre jernbanens eiendom. Som oftest anvender man 3 rader piggråd. Toppen av stolpene skal da være bøyet *innover* mot jernbanens grunn, som vist i fig. 157.

Piggråd bør helst ikke brukes i strøk hvor det ferdes elg. Ved NSB er det kodifisert flettverksduk i høyder f.o.m. 0,5 m t.o.m. 2,0 m. De vanligste høyder er 1,10 m og 1,70 m.

For stramming av gjerdestråd og gjerdeduk anvendes *gjerdestrammere*. Det finnes forskjellige modeller av disse på markedet. Bølget tråd må ikke strammes så sterkt at man trekker ut bølgene. Ved stramming av gjerdeduk festes duken til en plankeende før den strammes.

Hvis det ikke er satt opp gjerde i grensen for jernbanens eiendom, skal grensen være tydelig oppmerket. I fjellterreng merkes grensen best ved hjelp av innslåtte bolter og i jordterreng ved skinnekapp som må være slått godt ned.

14.3. Grinder, bommer og veisignalanlegg.

Ved NSB er det mest anvendt grinder som veistengsel. De er hyppigst utført av impregnerte trematerialer og et par typer er vist i fig. 158.

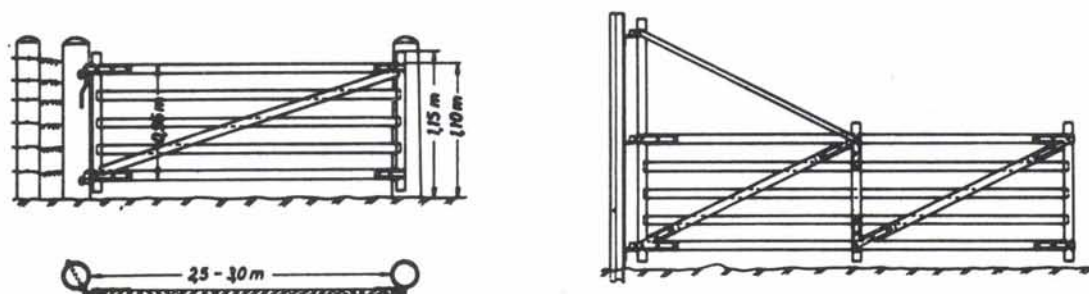


Fig. 158. Grinder.

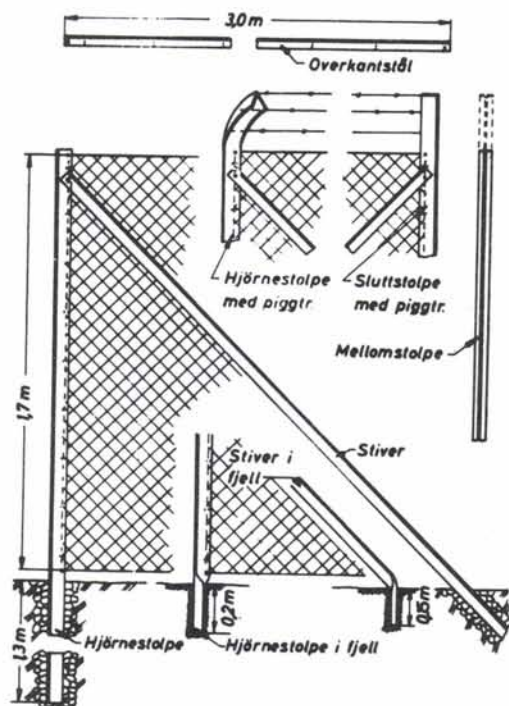
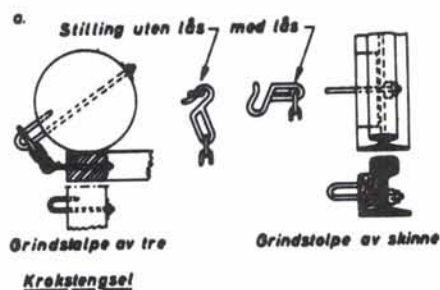


Fig. 157.
Flettverksgjerde.

Stasjonsgrinder males hvite, de øvrige grinder settes som regel opp umalt.

Grindstolper for planovergangsgrinder skal være 2,6 m lange og stå 1,3 m ned i bakken i jordterreng. Som grindstolper kan brukes gamle skinner med påsatte beslag eller impregnerte trestolper som måler minst 200 mm (8"). En grindstolpe skal aldri tjene som endestolpe for gjerdet. Gjerdet inn mot grinden skal avsluttes ved en egen endestolpe og forbindelsen mellom denne og grindstolpen skal utføres som vist i fig. 158.

Grindene skal kunne stenges og låses, men låsing av planovergangsgrinder er ikke påbudt. I fig. 159 er vist to typer av grindstengsler, *krokstengsel* og *vippe-stengsel*.



Krokstengsel er vanlig grindstengsel ved private planoverganger mens vippestengslet helst brukes ved større grinder, som stasjonsgrinder og grinder for offentlig vei.

En *båsgrind* for fotgjengere er vist i fig. 160. De anvendes først og fremst ved planoverganger med bare gangtrafikk, men finnes også

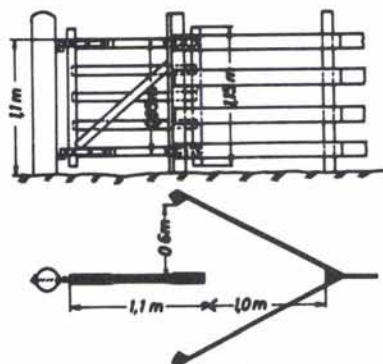
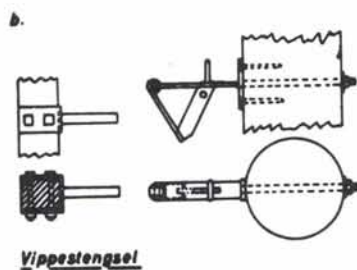


Fig. 159.
Grindstengsler.

Fig. 160.
Båsgrind.

ofte ved siden av ordinære grinder ved vanlige planoverganger hvor det er relativt stor gangtrafikk, f.eks. ved plattformholdeplasser. En båsgrind er ikke utstyrt med grindstengsel.

Hvor det foregår - eller har foregått - skogstrafikk over linjen eller inn på jernbanens grunn, kan det være anordnet *tømmerlê* i stedet for grinder. Et tømmerlê består av en gjerdeseksjon uten gjerdestolper og kan tas ut av gjerdet uten at gjerdet for øvrig forstyrres. Når trafikken gjennom et tømmerlê er avsluttet, settes gjerdeseksjonen på plass igjen, surres fast, og gjerdet er helt. Et tømmerlê kan ikke erstattes med grind uten at dette er bestemt av distriktsjefen.

Planovergangsgrinder kan fjernes midlertidig, etter bestemmelser i trykk nr. 401, § 73.

En *veibom* er vist i fig. 161 og et *veisignalanlegg* i fig. 162. Bestemmelser om linjepersonalets tilsyn og kontroll med bevoktede planoverganger og med veibom- og veisignalanlegg er gitt i trykk nr. 426. For offentlige veier installeres nå ingen veisignalanlegg

uten bommer.

For bomanlegg skiller vi mellom *helbommer* og *halvbommer*. En helbom dekker hele veibredden, mens en halvbom dekker halve bredden. Kjøretøyer vil da ikke bli "innelåst" på en planovergang.

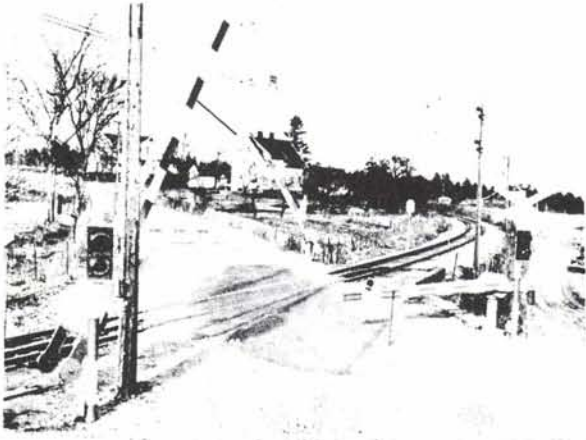


Fig. 161. Veibommer.

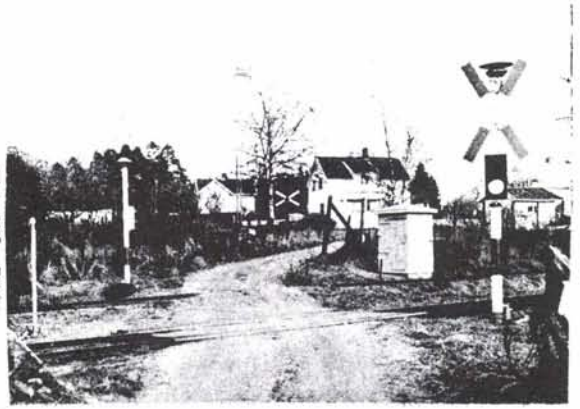


Fig. 162. Veisignalanlegg.

15. Andre arbeider med underbygningen.

15.1. *Ras og rassikring.*

Det er foran i boken omtalt skader som kan oppstå i underbygningen på grunn av vannets arbeid i finkornige jordmasser. Det er også nevnt at man ofte får et varsel om dette ved at sporet er urolig. Hvis det ikke blir gjort noe for å stanse utviklingen av slike skader, kan det oppstå ras i jordmassen. Eller vi kan få en *glidning*, det vil si at massen bare løsner, men ikke raser. Sprekker i massen markerer da bruddstedet. Ved *utvasking* blir massen revet løs og skyllet bort av rennende vann eller bølgeslag (erosjon).

På norsk betegner *ras* og *skred* en og samme prosess, nemlig at en masse av et eller annet materiale (jord, stein eller snø) glir ut og legger seg opp på et nytt sted. Til tross for at det er en viss forskjell i betydning mellom *ras* og *skred*, en forskjell som riktignok ikke er strengt definert, er betegnelsene *ras* og *skred* brukt om hverandre i denne boken, uten hensyn til den rent språklige forskjell mellom ordene.

Er det foregått et ras eller en glidning i en finkornig jordmasse, skyldes dette at jordmassen har mistet sin stabilitet, fordi vannet i massen ikke har hatt godt nok avløp. Fyller man opp rasgropen med masse av samme slaget, må man være forberedt på å få hele elendigheten gjentatt. Det går ikke stort bedre om man bruker bare stein til gjenfyllingen. En rasgrop i underbygningen skal fylles *med en god filtermasse* og da helst med god grus som gir betryggende avløp for vannet samtidig som finkornige partikler holdes tilbake. Stein kan bare brukes til gjenfyllingen, når den fylles utenpå et solid lag filtergrus.

Er det skjedd en glidning i jordmassen, må det for hvert enkelt tilfelle avgjøres hva man skal foreta seg. Det minste som må gjøres er å sørge for kontrollerte avløp for vannet, f.eks. ved hjelp av grusfylte drengrofter. Det må i den forbindelse pekes på at grus er et av de kosteligste materialer vi har for vedlikeholdet av linjen. Selv om man mer og mer er gått over til å erstatte grusballasten med pukballast, er det likevel nødvendig å opprettholde de gamle grustakene av hensyn til det alminnelige vedlikehold.

Når det skjer uhell av det slaget som nevnt foran, vil det som oftest være nødvendig å søke assistanse ved Geoteknisk kontor, forutsatt at det ikke dreier seg om rene bagateller som er ufarlige og som kan rettes i en fart.

Ved alle uhell på linjen som forårsaker driftsstans, gjelder det å få driften i gang igjen med minst mulig avbrudd. Tar det lang tid å få utbedret skaden etter et ras eller en glidning, løser man enklest problemet med driften hvis det er anledning til å bakse sporet midlertidig inn på sikker grunn forbi bruddstedet. Da kan man også foreta gjenoppbyggingen mest mulig uhindret.

Er det vasket bort en del av en fylling, f.eks. ved at vannet er flommet over fyllingen på grunn av en tett stikkrenne, kan det være mulig å bygge opp sporet provisorisk på opplagte sviller eller ved å anordne en provisorisk bru, begge deler under forutsetning av at forholdene ligger til rette for det. Man må bare ikke stille seg slik at man senere får store vanskeligheter, når den endelige utbedring skal foretas.

I alle tilfeller når linjen er blitt ufarbar på grunn av et uhell, vil det straks bli spørsmål om når driften kan ventes gjenopptatt. Hvis ikke tidspunktet kan oppgis med en gang fordi arbeidet vil vare en tid, kan det være praktisk å opprette telefonsamband med bruddstedet, eventuelt ved felt-telefon. Da kan distriktsjefen bli holdt underrettet om arbeidets gang så ofte han finner det nødvendig.

15.2. Vegetasjonskontroll.

Generelt.

De store grunnarealer som NSB disponerer, må til enhver tid holdes i orden slik at de ikke berettiger til kritikk fra reisende, naboer eller institusjoner som arbeider med det formål å verne naturmiljøet. Jernbanen er ført frem gjennom et rikt og variert naturmiljø i landet, og bl.a. av den grunn er det lagt stor vekt på å etablere rene gresskledde skråninger langs alle jernbanelinjer. Både av sikkerhetsmessige og estetiske hensyn er det nødvendig å ha oppmerksomheten rettet mot våre arbeider i og langs linjene, bl.a. fordi flere av våre hovedlinjer er turistbaner.

NSB har i alt et samlet grunnareal på ca. 200 000 da., hvorav ca. 35 000 da. er spor- og stasjonsarealer og ca. 43 000 da. er skråningsarealer langs jernbanelinjene. De øvrige tilstøtende arealer er bl.a. sikringsarealer og arealer med skog.

NSB's spornett er på 5 470 km, og ved stasjoner og anlegg er det i alt opparbeidet 486 stk. grøntanlegg.

Beplantninger.

Jernbanens stasjonshager har stort sett alltid vært preget av en enkel utforming, og grøntanleggene på stasjonene i dag har i stor grad beholdt dette enkle preg. Beplantningene skal ha som hovedoppgave å skape en tiltalende ramme omkring stasjonsbebyggelsen og trafikksentret, slik at de forskjellige bygninger og plasser sammen med trær og hage utgjør en samlet enhet.

Gressetablering.

Gressetablering skjer i dag ved hjelp av spesialbygde gress-såingsmaskiner som er bygget opp på en lastebil. Vanligvis settes disse arbeidene bort på entrepriser. NSB sår hvert år til 25-50 da. nytt opparbeidet terreng ved hjelp av denne metode. Gressfrøblandingen består av lavtvoksende sorter av kvein, rødsvingel og fåresvingel som blandes opp i vann med tilsetning av gjødsel og cellulose, og det anvendes ca. 15 kg gressfrø pr. da.



Fig. 163.
Moderne gress-såingsmaskin i arbeid.

Bekjempelse av uønsket vegetasjon.

Når våren og sommeren kommer, spirer og gror det såvel på jernbanens områder som andre steder. Ikke all vegetasjon er ønskelig på jernbanens arealer, og arbeidet med å hindre uønsket vegetasjon i å vokse og bre seg, må utføres etter bestemte krav som de øvrige vedlikeholdsarbeider i linjen. I spor og på stasjonsarealer skal all vegetasjon fjernes, mens sideterrenget langs linjen bør ha gressvegetasjon som er mest mulig ren for ugress, kratt og trær. Får uønsket vegetasjon spre seg, kan den snart bli helt dominerende, og det er krav om at ugress ikke må spre seg til jordbruksområder i

naboskapet.

Høytvoksende ugress er den mest brannfarlige del av det tørre gresset som finnes i sideterrenget langs linjen om våren. Brannfaren er eliminert etter at damplokomotivenes tid er forbi og ordningen med grøft eller felt som skulle hindre at brann spredte seg til skogsområde, er opphørt. Imidlertid kan glødende spon fra bremseklosser, sigarettstumper og annet brennende som kastes ut fra tog være årsak til antennelse. Det skjer heldigvis sjelden. Det stilles store sikkerhetsmessige krav til fremføring av togene, og et er at ugress, kratt og trær som kan hindre fri sikt til signaler, kryssende trafikk og sideterreng må holdes under kontroll i et belte på 8,0 m ut til siden fra hver skinnestreng.

I uvær kan større trevegetasjon forårsake driftsforstyrrelser og skader på linjen, kontaktledningene og telefonlinjene. Mange steder kan også trær som står på nabogrunn representere en sikkerhetsmessig fare og forårsake driftsforstyrrelser, hvis de står slik til at de på grunn av snøtyngde, vindkast e.l. kan falle inn over jernbanens grunn og blokkere linjen eller skade kontaktledningen. NSB har imidlertid ikke hjemlet adgang til uten videre å fjerne trær på nabogrunn selv om disse kan representere en fare for jernbane-driften, men må i hvert enkelt tilfelle innhente naboens tillatelse. Lykkes det ikke å få til en avtale om hugst av slike trær, kan det bli nødvendig å gå rettens vei for å oppnå fellingstillatelse.

Bruk av ugressmidler.

Bekjempelse av uønsket vegetasjon skjer hovedsakelig ved hjelp av kjemiske ugressmidler. Det finnes en rekke ugressmidler, og alle disse har forskjellig virkning på den vegetasjon de skal utrydde. Noen av dem er *selektive*, dvs. at de angriper noen bestemte vekster, mens andre vekster, bl.a. gress, tar liten eller ingen skade av midlet. Andre midler utrydder all vegetasjon de kommer i berøring med.

Det stilles ufravikelig krav om at de ugressmidler som skal anvendes på NSB's arealer må være ufarlige for mennesker og dyr. De midler som er farlige for bier, må ikke anvendes på felter med åpne blomster i den tiden biene besøker blomstene. Og dertil stilles det krav om at midlene ikke må være elektrisk strømførende eller rustdannende. Det er videre et ufravikelig krav at alle sprøytedyser skal stenges når man kjører langs stillestående eller rinnende drikkevannskilder, på bruer over vassdrag eller ved brønner og brønninntak. Det må heller ikke utføres sprøytearbeid under ugunstige klimatiske forhold slik at f.eks. ville bær utenfor det areal som sprøytes blir forurenset.

Til selektiv vegetasjonskontroll av sideterrenget langs linjen bruker NSB fenoksyren MCPA, og det sprøytes 6,0 m ut til siden fra hver skinnestreng. På gran og furu og hardvedtreslagene ask, eik og alm er effekten av dette middel ikke god nok, og derfor utfører NSB, i samarbeid med Statens Plantevern, forsøk med ureaforbindelsene Erbotan og Hyvar X. fosforsyreforbindelsen Glyphosat og fenoksyren Triklorpyr (GARLON). Midlene brukes i en dosering på 0,25 g til 0,5 g pr. m² grunnareal.

Sprøytetoget skal under sprøyting kjøre med 10 km/time.

Til *total* vegetasjonskontroll i spor og på stasjonsarealer bruker

NSB triazinformidlene Atrazin og Velpar. Der hvor linjen går gjennom jordbruksland eller åpent terreng, er sprøytebredden 3,0 m til hver side regnet fra spormidt og gjennom skogsterreng er sprøytebredden 5,0 m til hver side regnet fra spormidt. Midlene brukes i en dosering på 0,25 g til 0,5 g pr. m² grunnareal.

Sprøytetoget skal under sprøyting kjøre med 20 km/time.

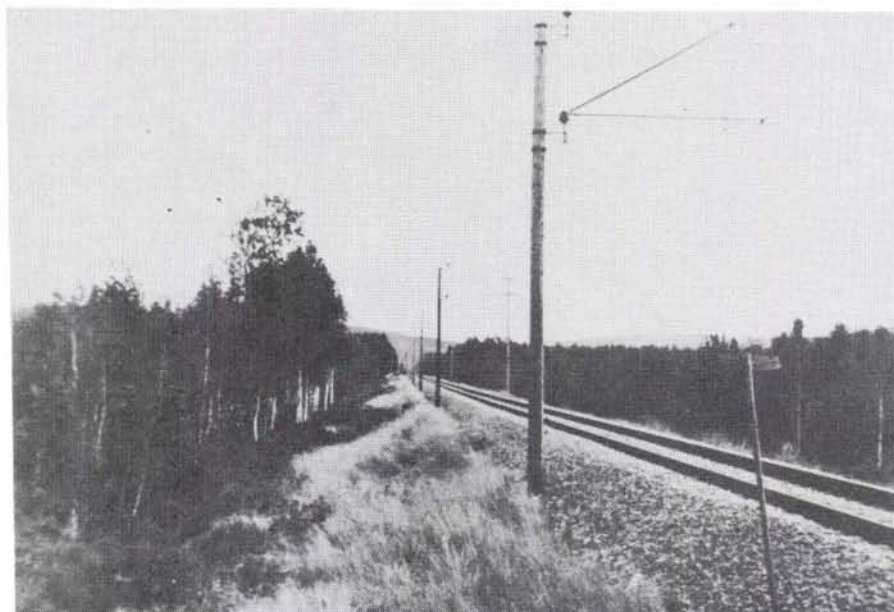


Fig. 164.

Resultat av vegetasjonskontroll på spor og sideterreng.

Trevegetasjon som er høyere enn 2 m, ryddes med manuell arbeidskraft.

Ugressmidlenes virkning på vegetasjonen.

Ugressmidlene tas opp av plantene gjennom bladene eller røttene. I plantene virker de forstyrrende på plantenes normale vekst og medfører at plantene visner og dør. Etter at ugressmidlene har gjort sin virkning, blir de nedbrutt ved hjelp av sollys, luft, vann og jordens mikroorganismer, til enkle og ufarlige komponenter.

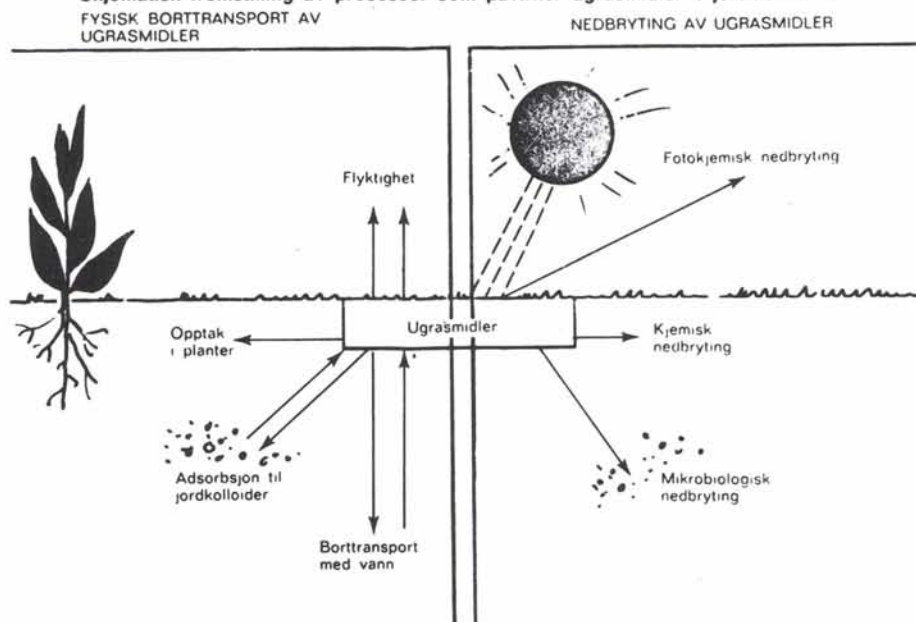
Statlig kontroll med ugressmidler.

Den statlige kontroll med bl.a. ugressmidler i Norge er meget streng.

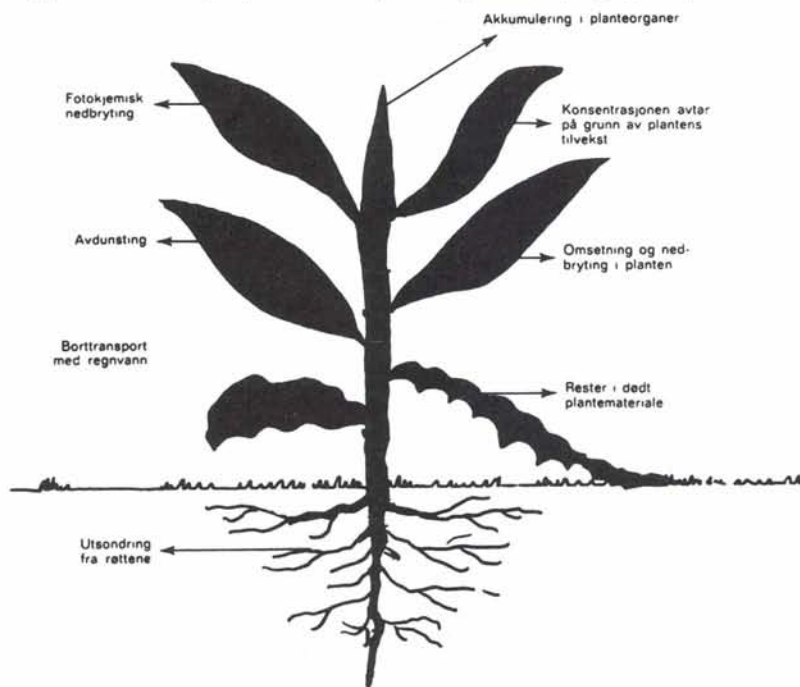
Statens Plantevern, Ugrasbiologisk avdeling, er ansvarlig for den biologiske utprøvingen av ugressmidler til vegetasjonskontroll.

Landbruksdepartementets giftnemnd bestemmer og gir regler for hvilke ugressmidler som er tillatt å bruke og i samråd med Ugrasbiologisk avdeling, hvorledes disse skal brukes.

Skjematisk fremstilling av prosesser som påvirker ugrasmidler i jordmonnet.



Skjematisk fremstilling av prosesser som påvirker ugrasmidler på og opptatt i planter.



Når ugressmidler håndteres, må man iakttå og følge de forsiktighetsregler og bruksanvisninger som er påført alle etiketter og som lov og forskrifter påbyr.

Vegetasjonskontroll under betryggende forhold.

Kjemisk vegetasjonskontroll er effektiv og betryggende. Sprøytemannskapet som arbeider med disse midler er pålagt å utføre arbeidet etter fastlagte, godkjente arbeids- og vernemetoder. Disse gir sikkerhet for dem selv, for de som arbeider i og langs linjen, for tra-

fikanter og for NSB's naboer.

Spesialbygget sprøyteutstyr.

Sprøytearbeidet skjer fra eget sprøytetog. Preparatene blandes ut (fordeles) i vann fra tankvogn i doseringer fra 0,25 g - 0,5 g pr. m² grunnareal. Det er meget viktig at sprøytevæsken blir sprøytet ut i så store dråper at risikoen for avdrift til naboeiendommer blir borte. Det benyttes derfor dyser med stor åpning og 1,5 - 2,0 atm.f. trykk på sprøytevæsken under sprøytearbeidet. Sprøytetoget kjører med en fart på 10-20 km pr. time når sprøytearbeidet utføres, og det sprøytes bare i relativt stille oppholdsvær.

Et firma som har spesialisert seg på vegetasjonskontroll, utfører selve sprøytearbeidet som entreprenør under NSB's kontroll.

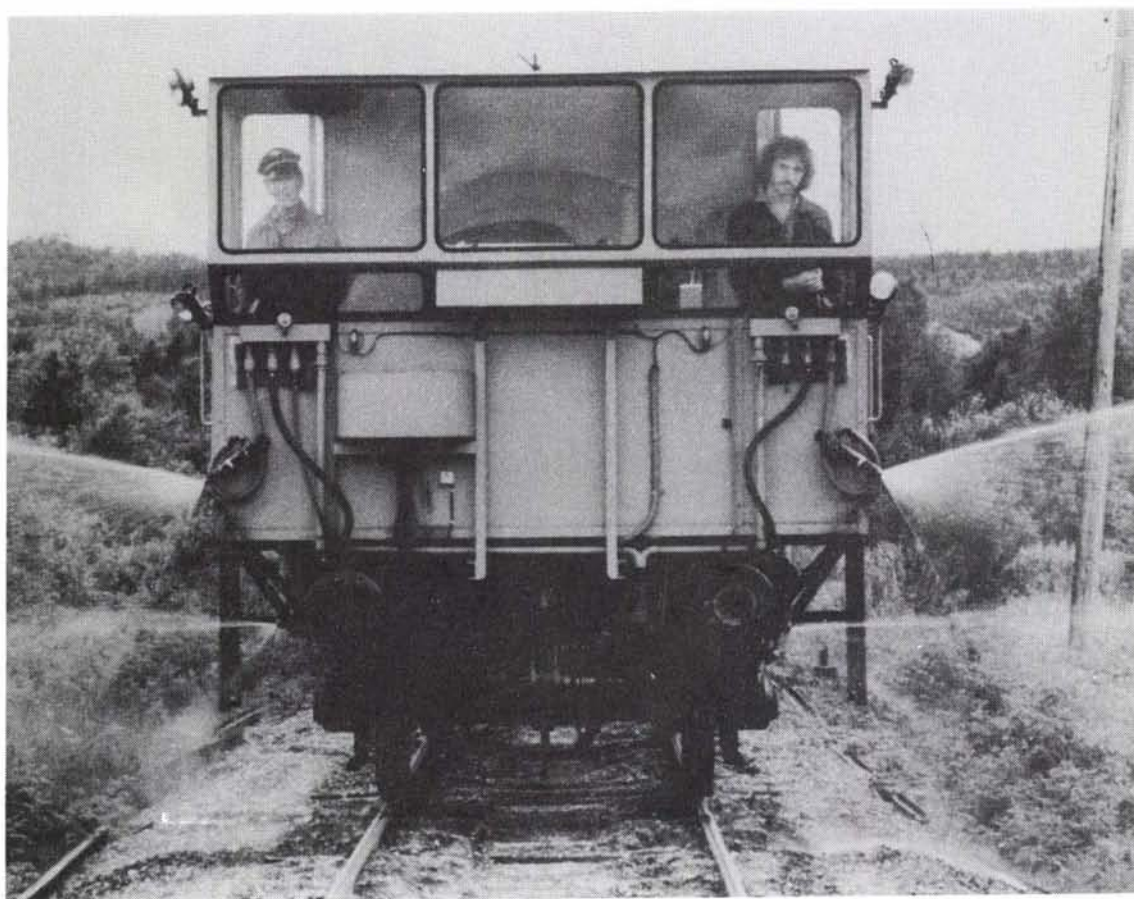


Fig. 165.
Sprøytetoget i arbeid på linjen.

Arbeidsplaner for vegetasjonskontroll.

Planene for vegetasjonskontroll på NSB's arealer utarbeides ved Hovedadministrasjonen på grunnlag av oppgaver fra distriktene. Sjefen for Bane- og Elektroavdelingen i hvert distrikt har ansvaret for at vegetasjonskontrollen utføres i samsvar med godkjente planer, og at foreskrevne og godkjente arbeidsinstrukser og verneregler følges.

Instruks for leder og mannskap på sprøytetoget.

Det er utarbeidet instruks som gir nøyaktig arbeidsbeskrivelse av hvorledes vegetasjonskontroll skal utføres i jernbaneskråningene og i spor og på stasjonsarealene. Den gir videre regler om andre arbeidsforhold som det må tas hensyn til, bl.a. klimatiske og topografiske forhold langs linjen og hvilke hensyn og forholdsregler som må iakttas for å hindre sprøyteskade på naboeiendommer. Instruksene gir ellers retningslinjer om generelle ansvarsforhold og om at alt utført sprøytearbeid skal kontrolleres.

Alle arbeider som har tilknytning til vegetasjonskontroll, det gjelder

- vedlikehold av beplantninger på stasjoner og anlegg,
- tilsåing og etablering av ny vegetasjon på nytt opparbeidet terreng
- bekjempelse av uønsket vegetasjon i spor og på stasjonsarealer og i terrenget langs linjen,

må betraktes som et ledd i arbeidet med å holde NSB's grunnarealer i god orden.

15.3. Kryss med vann- og kloakkledninger.

Vann- og kloakkledninger skal helst krysse linjen på en slik måte at det kan foretas vedlikehold av ledningene uten at det er nødvendig å grave i selve linjen. Vannledninger skal alltid legges i varerør gjennom banelegemet, og dette er også en fordel når det gjelder kloakkledninger. Varerøret legges mellom to kummer, som må være lagt i tilstrekkelig avstand utenfor sporet på hver sin side av linjen. Krysset skal være mest mulig vinkelrett. Et vannledningskryss med kummer er vist i fig. 166.

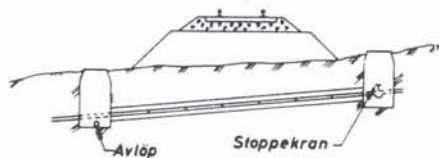


Fig. 166.
Vannledningskryss.

Ved små ledninger består varerøret i alminnelighet av et 300 mm mufferør av betong. Varerøret må ligge i frostfri dybde og bør være helt omhyllt av filtergrus. Store ledninger, f.eks. kommunale ledninger, blir som oftest ført gjennom linjen i spesielt utførte løp, i stedet for i varerør.

Kummene må ha nødvendig bredde i bunnen for det arbeid som må utføres med vedlikehold av ledningene.

I den lavest liggende kummen må det være anordnet avløp for spillvann. Vannledninger må være utstyrt med stoppekran i kummen på trykksiden for vannet. Hvis en vannledning ikke kan trekkes ut av varerøret i hel tilstand, må den sammensettes av rørlengder på høyst 1,0 m som kan kobles sammen i kummen.

Ved private vann- og kloakkledninger som ligger på jernbanens grunn, er det eieren som må bekoste vedlikeholdet av ledningen. Det eneste unntak gjelder gravearbeidet i selve krysset med linjen, når ledningene på forhånd ikke er lagt i varerør og må graves opp. Dette

gravearbeidet skal vederlagsfritt utføres av jernbanen. Man bør da samtidig benytte anledningen til å legge varerør og bygge kummer, så man for fremtiden slipper mer oppgraving av linjen. Dette arbeid må også bekostes av jernbanen. Graving for øvrig på jernbanens grunn skal bekostes av eieren og må bare utføres etter tillatelse av distriktsjefen og under tilsyn av linjepersonale. For å unngå enhver misforståelse gjentas, at vedlikeholdet av selve ledningen er eierens sak, også i krysset med linjen.

Rørkryssinger utføres i dag svært ofte ved gjennompressing. Det kan benyttes betongrør eller stålrør som presses gjennom fyllingen ved hjelp av kraftige donkrefter. Et nøye vakthold er nødvendig når slike arbeider utføres. Hvis det oppstår ras foran røret, kan det være risiko for uberegnelige setninger i sporet. Det vil bli vurdert i hvert tilfelle, avhengig av grunnforholdene om det skal forlanges innlagt skinnebro.

Ved anlegg av nye kryss med vann- og kloakkledninger, må krysnings-tillatelse innhentes ved utfylling og innsendelse av eget skjema som inneholder en erklæring om ledningseierens forpliktelser. Alt arbeid med krysset skal belastes eieren, selv om arbeidet med selve krysset utføres av jernbanen.

15.4. Elektriske anlegg.

Den tekniske utvikling har blant annet ført til at elektriske anlegg blir anvendt i stadig større utstrekning som hjelpemidler ved driften av jernbaner. Det er særlig anlegg for elektrisk drift av togene, anlegg for elektrisk lys og kraft, telefonanlegg og elektriske sikringsanlegg som anvendes, alle med sitt spesielle utstyr og sine spesielle ledninger. Blir noen av disse anlegg gjort uvirksomme på grunn av skade på utstyr eller ledninger, vil dette alltid medføre ulemper for driften. I alvorlige tilfeller kan det resultere i store og langvarige driftsforstyrrelser. Ved siden av det må man være oppmerksom på at uforsiktig omgang med elektriske anlegg kan føre til tap av liv.

Trykk nr. 411.1 inneholder "Alminnelige sikkerhetsbestemmelser for høyspenningsanlegg". Disse bestemmelser skal kjennes av alt personale som tjenestgjør fast eller midlertidig på strekninger eller steder med elektrisk banedrift. Det vises til dette trykk.

Ordinært skal elektriske anlegg vedlikeholdes av elektropersonalet, men linjepersonalet er i en viss utstrekning pålagt tilsyn og mindre arbeider. Bestemmelser om dette finnes i trykk nr. 373.3, som også trekker opp retningslinjene for det samarbeid som må finne sted mellom linjepersonale og elektropersonale av hensyn til de elektriske anlegg. Det vises også til dette trykk.

Luftledninger behøver man i alminnelighet ikke å ofre særlig oppmerksomhet under linjevedlikeholdet, bortsett fra høyspent-linjer og kontaktledningen på elektrifiserte baner. Her må man, foruten å følge sikkerhetsbestemmelsene i trykk nr. 411.1, være klar over at kontaktledningen skal ligge i et bestemt forhold til sporet, både høydeveis og sideveis. Det må derfor ikke settes i gang større arbeider med løfting og baksing av sporet uten at elektropersonalet er varslet på forhånd. Men foruten luftledninger finnes det kabler som er nedlagt i grunnen, og det finnes forskjellige elektriske ledninger i selve sporet, både synlige og usynlige. Disse ledninger er i høy grad i faresonen under linjearbeidet. Vi skal begynne med kablene.

Kabler finnes nedlagt i grunnen på en rekke steder innen jernbanens område, også *over* enkelte tunneler. De fleste er jernbanens egne, men det finnes også private kabler, både langs linjen og i kryss med linjen. Det er absolutt nødvendig at man kjenner til beliggenheten av eventuelle kabler før man går i gang med et gravearbeid, så man ikke uforvarende skader en kabel. Særlig er dette fort gjort når det arbeides med gravemaskin. Det er bestemt i trykk nr. 411.1 (art. 114) at arbeid med gravemaskin ikke må settes i gang uten etter ordre eller tillatelse fra banemester. Han skal på forhånd bringe på det rene hvor det måtte være nedlagt kabler innen graveområdet. Er det tvil om den nøyaktige beliggenhet av kabler, må gravemaskin ikke benyttes.

Beliggenheten av enkelte kabler er angitt ved hjelp av kabelmerker. Et kabelmerke er vanligvis festet til en nedslått pel og ligger i flukt med terrenget. Det består av et støpt metallskilt som viser en K. Kabelmerker for kabler som krysser sporet, er festet til skinnefoten. Det er imidlertid bare få kabler som er merket på denne måten, de fleste er ikke oppmerket og må påvises av elektropersonale etter en kabelplan eller ved hjelp av kabelsøker.

Nå må man aldri regne med at en kabel ligger absolutt snorrett mellom de enkelte påviste punkter. De kan gjøre det, men de kan også ligge i slangebuktinger. Man skal derfor alltid grave med stor forsiktighet når man nærmer seg den oppgitte beliggenhet for en kabel. Nærmest kabelen bør det helst brukes håndredskap. Det er livsfarlig å bryte en høyspent kabel.

Kabler ligger nedlagt i grunnen i forskjellig dybde for de forskjellige typer kabler, ordinært fra 50 cm og opp til 1,2 meter. Men i tunneler og på fjellgrunn kan man finne kabler som ikke ligger dypere enn 20-30 cm og kanskje også enda grunnere. På den annen side må kabler ikke bli liggende så dypt at det oppstår vanskeligheter med å grave dem frem for reparasjon. Derfor må det også samarbeides med elektropersonalet når det skal foretas en oppfylling. Visse kabler blir overdekket med heller, murstein, impregnerte bord eller lignende, andre kabler har ingen slik overdekning. Kabler som krysser linjen skal være lagt i rør. Som oftest anvendes betongelementer med plass for flere kabler.

En kabel skal helst ligge på et jevnt og solid underlag. Hvis en kabel blir frilagt, f.eks. under arbeid med en lukket grøft eller under masseskifting, må man ikke fylle igjen grøften eller trauet uten først å sørge for en forsvarlig understøttelse av kabelen. Gjør man ikke det, kan kabelen ta skade i overgangen mellom fast og løs masse, når løsmassen setter seg. I trauet bør man forsøke å få lagt kabelen på en utgravd hylle i trauveggen, så kabelen blir liggende på fast grunn i hele sin lengde. Er ikke dette mulig, må man følge den alminnelige regel for understøttelse av kabler, som er blitt liggende fri ved at det er gravd under dem. Hver enkelt kabel skal da legges i et kanaljern (NP 10), med minst 1,0 m opplegg på fast grunn i hver ende.

Elektriske ledninger i sporet og langs sporet finnes særlig på strekninger med elektrisk banedrift og med utstyr for fjernstyring av sikringsanlegg (CTC). Her har vi for det første kabler som er lagt på utsiden av sporet og ofte så nært at de delvis er til ulempe for det maskinelle linjevedlikehold. Dessuten finnes



det en rekke ledninger innlagt i selve sporet. Samtidig er skinnene tatt i bruk som ledning for elektrisk strøm, dels for returstrøm fra kontaktledningen og dels for signalstrøm. I tillegg til alt dette finnes det også montert elektrisk utstyr i sporet med særskilte tilførselsledninger. Uansett om arbeidet i sporet gjelder underbygning eller overbygning, kan man komme i kontakt med elektriske ledninger.

Master og åk for kontaktledningen, signalmaster, vannstendere, overgangsbruer og flere andre konstruksjoner er satt i forbindelse med jord for å forhindre at de ved et uhell skal bli spenningsførende og derved bli farlige. Jordingen utføres i alminnelighet ved å forbinde vedkommende konstruksjon med skinnene ved hjelp av en jordledning. Fra masten eller åket, eller hva det måtte være, er disse jordledninger lagt i ballasten frem til nærmeste sville i sporet. Ved svilleenden er de ført opp på svillen og siden festet til vannkanten av denne.

Hvor skinnene er strømførende, skal det være påsatt skinneforbindere i alle ordinære skjøter for å sikre den elektriske forbindelse over skjøtene.



Fig. 167.
Sugetransformator.

Hvis skinnegangen må brytes, f.eks. under skinnebytting, skal det alltid brukes forbikoblingskabel, se trykk nr. 373.3. På enkelte steder i sporet er skinnestrømmen brutt ved innlegging av isolerte skjøter og isolerte sporfelter. Her er skinnestrømmen ført forbi det isolerte felt gjennom egen, strømførende ledning. Dette er bl.a. tilfelle ved de *sugetransformatorer* (fig. 167) som er anlagt langs linjen i en innbyrdes avstand av ca. 3 km. I fig. 169 er vist ledningsforbindelser ved en sugetransformator.

Hvis festet til svillene skulle være løsnet, kan det hende at kabler og jordledninger ligger i ballasten mellom svillene. De er da lett utsatt for å bli ødelagt under svillepaking med skinnegående pakkmaskin og ved bruk av ballastfordeler. Før svillepakingen starter, bør derfor sporet være gått over og løse kabler og jord-

ledninger være festet. Skinneforbindere kan også bli skadet under arbeid i sporet, hvis de ikke er festet på en eller annen måte. Ved Hey-Back skinnefeste gjør man dette enklest ved å tre dem inn i klemfjærene.

Så har vi kabler som fører frem til forskjellige elektriske installasjoner i sporet, bl.a. til drivmaskiner for sporveksler og til utstyr for sporvekseloppvarming (fig. 168).

Oppvarmingen er begrenset til tungpartiet og besørget av en varmekabel som på eldre anlegg er montert på skinnesteget på utsiden av stokkskinnen. På de nyere anlegg ligger den på innsiden. Varmekabelen er tilkoblet en koblingsboks, festet til skinnesteget utenfor sporvekselen.

Ved bruk av baksemaskin som trykker mot skinnesteget, må man holde seg unna både koblingsbokser og varmekabler, for ikke å ødelegge dem.

Om skade på elektrisk utstyr under snørydding på stasjoner vises til avsnitt

Det er klart at hensynet til de elektriske anlegg medfører at visse arbeider under det vanlige linjevedlikehold blir besværligere å utføre enn om anleggene ikke hadde eksistert. Men de elektriske anleggene er nå en gang kommet for å bli og alle plikter å ta hensyn til dem så unødige skader kan unngås.

Feil eller skade på elektriske ledninger eller på elektrisk utstyr må meldes omgående. Og til slutt, glem ikke at det kan være farlig å komme nær elektriske ledninger og utstyr som ikke er forskriftsmessig montert, se bestemmelsene i trykk nr. 411.1 og trykk nr. 373.3.

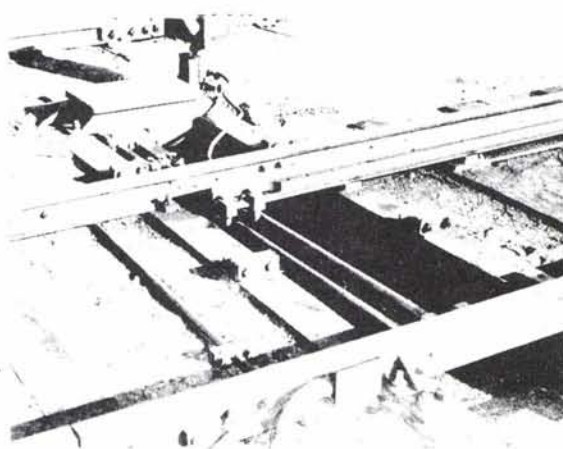


Fig. 168.
Sporvekseloppvarming.

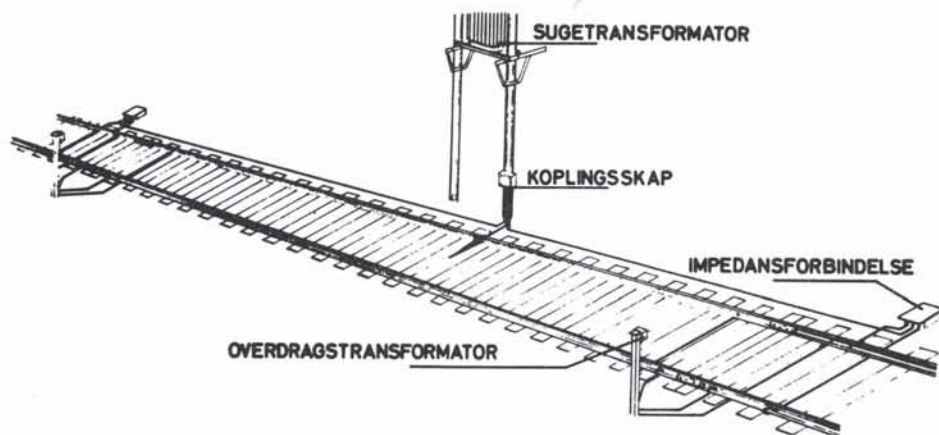


Fig. 169. Ledningsforbindelser ved en sugetransformator. Impedansforbindelser og overgangstransformatorer er utstyr for signalstrømmen. De viste skinneskjøter er isolerte skjøter.

DEL 3

MINSTE TVERRSNITT

Det er mange krav som stilles til linjen for at togene skal kunne kjøre trygt og sikkert. Et av disse krav går ut på at sporet skal være fritt for hindringer innenfor et visst minsterom. Dette minsterom skal gi tilstrekkelig klaring for togene både til siden av sporet, over sporet og mellom skinnene. Tverrsnittet av dette kalles *minste tverrsnitt*. Regler for minste tverrsnitt er gitt i trykk 302 og 305.

På grunn av forskjell i byggemåte kan det ennå ikke anvendes samme norm for minste tverrsnitt ved alle våre baner. Ved NSB er det således for tiden 4 forskjellige normer for minste tverrsnitt, hvorav *minste tverrsnitt A* er gjeldende for de aller fleste banestrekninger. Det er vist i fig. 170 og gjelder for tiden *ikke* for følgende banestrekninger:

Sirnes - Flekkefjord
Hønefoss - Tunestveit og
Arendal - Nelaug.

Opplysninger om gjeldende minste tverrsnitt for disse banestrekninger finnes i trykk 302.

Minste tverrsnitt har forskjellig form for fri linje og for stasjoner, bl.a. av hensyn til plattformer og ramper. Minste tverrsnitt A gjeldende for fri linje er i fig. 170 tegnet til høyre og for stasjoner til venstre i figuren. Som det sees er det bare den nedre delen som er forskjellig. Det er imidlertid en forutsetning at det finnes minst én togvei over hvert stasjonsområde hvor minste tverrsnitt har de samme mål som for fri linje, dette for å muliggjøre fremføring av bestemte ekstra-ordinære transporter.

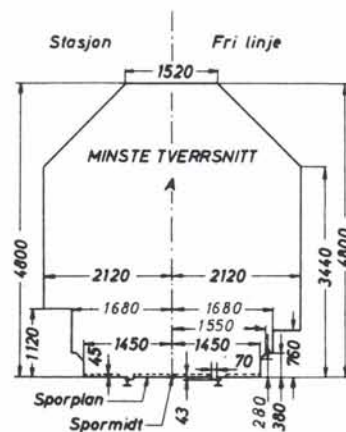


Fig. 170. Minste tverrsnitt A.

Inntil 1980 var breddemålene for den nedre delen av minste tverrsnitt litt mindre. De gamle målene ga ikke tilstrekkelig klaringer, tatt hensyn til de mulige sidebevegelser av det rullende materiell og til den mulige nøyaktighet av sporets beliggenhet.

I dag er man i en overgangsperiode. På steder hvor sporet ligger mot plattformer eller ramper, må man forsøke å oppnå målene som er angitt i fig. 170 ved å bakse sporet. Selvfølgelig gjelder disse mål også når det foretas ombygging av eksisterende anlegg. Men ved kon-

troll av minste tverrsnitt ved hjelp av profilvognen - som vi skal komme tilbake til - gjelder inntil videre de gamle mål.

Med henblikk på ekstraordinære transporter med stor høyde, f.eks. lastebiler på vogner, overveies en utvidelse av minste tverrsnitt A i området ovenfor 3,44 over sporplan, for bestemte strekninger.

På baner med elektrisk drift må minste tverrsnitt ha en utvidelse oppad for å gi plass for kontaktledningen og dens fester. Denne utvidelse er gitt betegnelsen *minste tverrsnitt E*. Man skal her ikke komme inn på detaljer om dette profil, idet det alltid må konfereres med ledningsmester før det settes i verk større arbeider med løfting og baksing av sporet på baner med elektrisk drift. Bestemmelser om minste tverrsnitt E finnes for tiden i trykk 305.

Lasteprofilet angir den ytre begrensning i høyden og til sidene av last på godsvogner ved NSB. I fig. 171 er vist det *normale lasteprofil*. Det gjelder for samtlige norske baner, unntatt banestrekningen Sirnes-Flekkefjord som har sitt eget lasteprofil. Last som stikker utenfor lasteprofilet, kan bare kjøres etter særskilt tillatelse fra distrikt-sjefen. Trykk 402 inneholder også bestemmelser om største lengde av lasten.

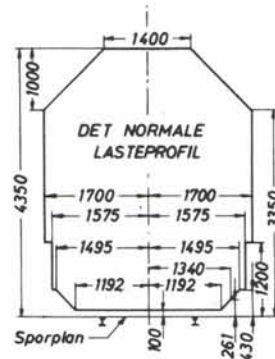


Fig. 171.
Det normale lasteprofil.

Lasteprofilet er bare gjeldende på norske og svenske baner. Vogner som skal gå i internasjonal trafikk, må lastes etter et internasjonalt lasteprofil som er smalere enn det tilsvarende norske profil. Vogner som kan brukes i internasjonal trafikk, er merket RIV.

For å ta hensyn til det større plassbehov når lange vogner befinner seg i kurver, får alle breddemål for minste tverrsnitt et tillegg i sirkelkurver, overgangskurver og i overgangen mellom kurver og rettlinje. Størrelsen av disse tillegg - de såkalte kurveutslagene - bestemmes på grunnlag av en (teoretisk) vogn med lengde 24 m og akselavstand 18 m.

Kurveutslaget i en sirkelkurve er illustrert i fig. 172, hvor de skraverte felter angir kurveutslagene på indre og ytre side av kurven. I en sirkelkurve vil kurveutslaget være helt jevnt, så lenge hele vognen befinner seg i sirkelkurven og kurven er riktig justert. Det er ikke fullt så enkelt lenger når man kommer bort i overgangen til annen kurvatur i sporet, f.eks. når den ene vognakselen står i sirkelkurve og den annen i overgangskurve eller rettlinje.

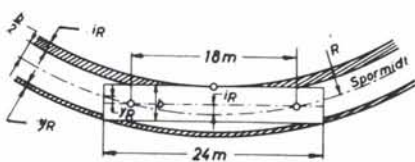
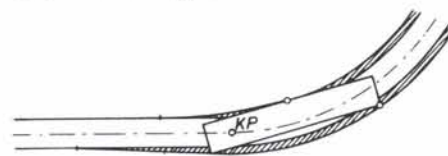


Fig. 172.
Kurveutslag i en sirkelkurve.



Skraverte felter betegner kurveutslag

Fig. 173.
Kurveutslag ved overgang til rettlinje.

For å illustrere forholdet er valgt en sirkelkurve som går direkte over i rettlinje, slik som vist i fig. 173. Altså et tilfelle som vi har ved sporveksler. Det vil fremgå av figuren at vi får varierende kurveutslag gjennom den ytterste del av kurven og likeledes et stykke inn i rettlinjen.

Overhøyden i kurver bevirker et særskilt utslag for minste tverrsnitt, slik som vist i fig. 174. Som det sees, får man dette utslaget ved at minste tverrsnitt innstiller seg etter hellingen av sporplanet og blir derved liggende på skrå innad i kurven. Utslaget er størst for den øvre del av minste tverrsnitt. Se også fig. 178.

Kurveutslagene og utslagene på grunn av overhøyde i kurver har blant annet betydning for planeringsprofilen i tunneler. Hvis man skal få tilstrekkelig klaring på innsiden av en kurve, kan man ikke legge sporet etter tunnelaksen, men må forskyve det et visst mål mot utsiden av kurven. Sporet blir da liggende eksentrisk i forhold til tunnelaksen, som nevnt i avsnitt 8.3, side 68.

På innsiden av hver skinne skal det holdes åpen en sporrenne med de mål som er angitt i fig. 175. Sporrennen skal minst være 43 mm dyp og 70 mm bred. Bredden skal økes når sporbredden er større enn 1445 mm, jfr. trykk 202.

Bortsett fra sporrennene, som ligger under sporplanet, skal den nedre begrensnings for minste tverrsnitt normalt følge sporplanet.

Det foreligger 3 unntak fra bestemmelsene om sporrenner og den nedre begrensnings for minste tverrsnitt:

1. Den normale bredde av sporrennen er innskrenket i sporveksler (se del 1).
2. Høye ledeskinner i kryssveksler skal stikke opp inntil 45 mm over sporplanet for en nylagt kryssveksel (se del 1) og inntil 60 mm for en kryssveksel med stor skinneslitasje.
3. Lemmer i planoverganger som ligger i et felt med elektrisk sporisolasjon, skal ligge minst 5 og høyst 20 mm over sporplanet (se avsnitt 14.1, side 115).

Tegner man lasteprofilen inn i rammen for minste tverrsnitt, slik som vist i fig. 176,

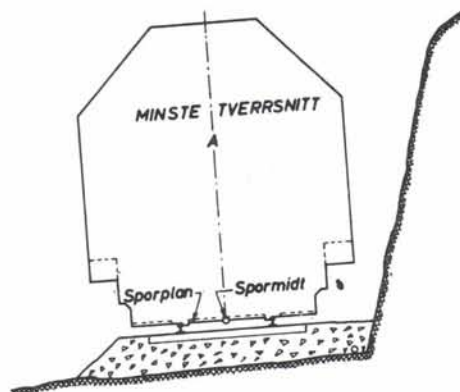


Fig. 174.
Utslag på grunn av overhøyde.

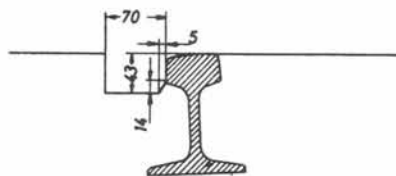


Fig. 175. Sporrenne.

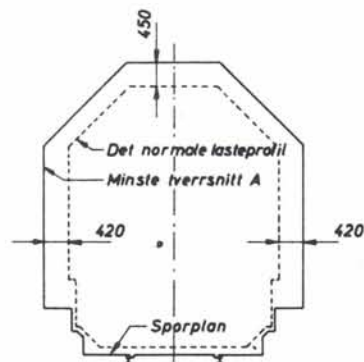


Fig. 176.

vil man få inntrykk av at det er forholdsvis rikelig klaring mellom de to profiler. For en vogn som fyller ut lasteprofilet, har man imidlertid den viste klaringen bare når vognen står i ro på et spor uten overhøyde. Under fart kan klaringen bli vesentlig redusert.

Dette har sin vesentligste årsak i vognkonstruksjonen som gir anledning til en del ekstra utslag som ikke blir målt under kontroll av minste tverrsnitt. For det første kan hjulsatsene på vognen bevege seg litt til siden i sporet, fordi flensavstanden alltid skal være mindre enn sporvidden. Mulighetene for denne sidebevegelse er størst når det er stor flensslitasje og samtidig stor sporvidde. Videre er det en viss mulighet for sidebevegelse i vognkassens opplagring på understellet, altså på hjulsatsene eller boggiene. Dessuten vil vognkassen kunne krenge sideveis på grunn av fjærsystemet. På toppen av alt dette kan vi få øket sideutslag ved vognendene på grunn av spissgang.

Selv om disse ekstra utslag hver for seg ikke er så store, kan de sammenlagt bevirke ganske store innskrenkninger i klaringen mot minste tverrsnitt. Under ugunstige forhold kan klaringen mot den nedre del av minste tverrsnitt nærme seg sterkt mot null.

For en rask kontroll av minste tverrsnitt over lengre strekninger, anvender man ved NSB en *profilvogn* som til daglig kalles *malvognen*. Malvognen er en boggivogn med 24 m lengde av overstellet og 18 m avstand mellom boggisentrene. Målene er i overensstemmelse med vognen som er grunnlaget for bestemmelsen av kurveutslagene. Et par bilder av malvognen er vist i fig. 177 og 178.

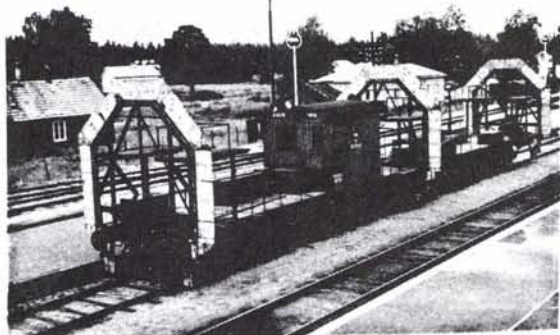


Fig. 177. Malvogn.

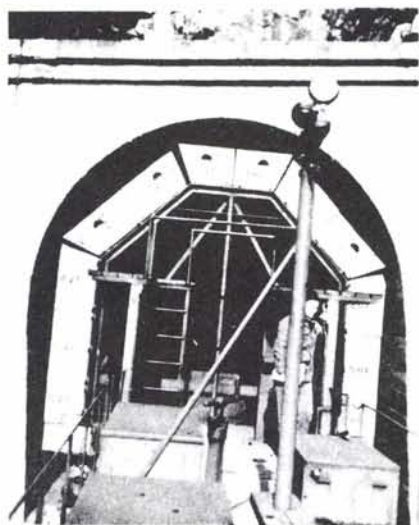
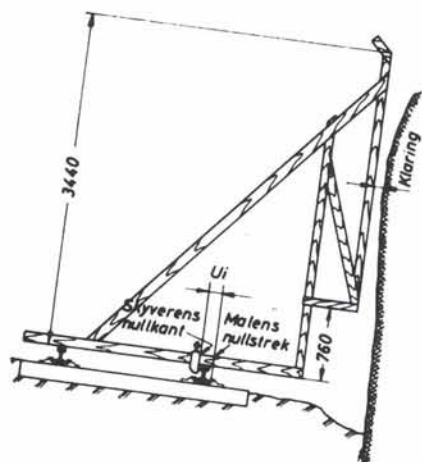


Fig. 178. Malvognen i overhøyde.

Malvognen har tre maler for minste tverrsnitt, en mal anbrakt på midten og de to andre ved hver sin ende av vognen. Malene er utstyrt med et antall bevegelige vinger som danner minste tverrsnitt når de står i utslått stilling. Hver gang man får et anslag mot en av vingene, klapper vingen inn. Anslaget markeres så ved en malingfleck og beliggenheten noteres. Etter endt malvognkjøring må man fjerne årsaken til anslagene, så vidt dette er mulig. Under selve kjøringen skal fjærene på malvognen være blokkert.

Ofte kan det være nødvendig å foreta lokal kontroll av minste tverrsnitt, f.eks. hvis sporet skal løftes eller bakes i ny stilling og profilet er snaut. En nøyaktig kontroll av minste tverrsnitt, utført for hånd, kan bare foretas av personale som er vel inne i bestemmelsene og har nødvendig erfaring i måling og utsetting.

Når man skal foreta slik lokal kontroll, må man kjenne kurveutslagene for de punkter i linjen hvor kontrollen skal utføres. Når disse er kjent, er det enkelt å foreta kontrollen ved hjelp av en mal som legges i sporet og som innstilles for det bestemte kurveutslag. Et par slike maler er vist i fig. 179. Jo høyere malen er, desto tyngre er den å håndtere. Hvis man bare skal kontrollere en viss del av minste tverrsnitt, lønner det seg derfor å bruke en mal som bare dekker denne delen, slik som fig. 179 viser. Maler for kontroll av den øvre del av minste tverrsnitt finnes også.



I etterfølgende tabell er angitt størrelsen av kurveutslagene for en

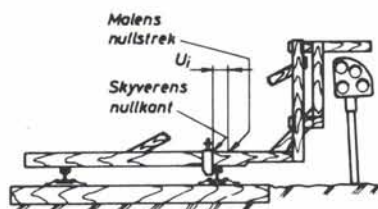


Fig. 179. Maler for minste tverrsnitt.

del sirkelkurver. I tabellen er kurveutslagene på indre side av kurven betegnet med U_i og på ytre side med U_y . For mellomliggende radier kan man bruke den nærmest liggende høyere verdi for kurveutslagene eller beregne forholdsvis verdier.

Kurveradius m	Kurveutslag i mm	
	i_r	y_r
165	261	191
180	240	175
200	213	158
230	186	137
270	160	117
325	125	97
400	102	79
550	74	58
800	51	40
1500	27	21
8000	0	0

Denne tabell gjelder for samtlige baner unntatt Sirnes-Flekkfjord, hvor den gir for store verdier.

Varige opplag av materialer skal legges opp i en minste avstand av 2,0 m fra nærmeste skinne i spor (trykk 401, § 66). Ved elektrifiserte spor skal det dessuten være en minste avstand av 4,0 m fra opplaget til

kontaktledning eller til spenningsførende del som ikke er sikret på betryggende måte ved skjerm, gitter e.l. (trykk 411, art. 83).

Ved private sidespor skal disse avstander normalt økes til henholdsvis 2,5 m og 5,0 m (se trykk 405.1, bilag 7, og trykk 411, art. 83).

Midlertidige opplag kan legges nærmere sporet, når dette er nødvendig av hensyn til arbeidet, f.eks. i fjellskjæringer og tunneler. Men de skal legges opp utenfor minste tverrsnitt og skal fjernes så snart arbeidet tillater det. Har man en mål for minste tverrsnitt og kjenner man størrelsen av kurveutslagene på stedet, legges opplaget i betryggende avstand fra minste tverrsnitt. Har man ikke midler for kontroll av minste tverrsnitt, kan midlertidige opplag legges opp på begge sider av sporet etter de mål som er angitt i fig. 180. Disse mål gjelder for alle kurver, helt ned til $R = 180$ m. Det må ikke legges tyngre gjenstander opp mot kontaktledningsmaster eller andre master, da dette kan føre til at mastene kan bli skjøvet ut av stilling. Løse gjenstander som kan blåse over ende, må tjores fast.

Profilet for minste tverrsnitt gir ikke tilstrekkelig klaring i alle tilfeller. For en del sporående snøryddingsutstyr må det være klaring også *under* sporplanet, altså under den normale nedre begrensning for minste tverrsnitt. For plassering av master og andre faste gjenstander i nærheten av spor (f.eks. landkar for overgangsbruer) gjelder også særskilte bestemmelser. De skal normalt være plassert i en viss avstand *utenfor* minste tverrsnitt. Bestemmelser om plasseringen finnes i trykk 401 (Sir.), § 54, se også trykk 405, art. 54.

På de fleste baner forekommer det lokale innskrenkninger av minste tverrsnitt, som etter hvert vil bli søkt fjernet. Eksisterende innskrenkninger skal være registrert, jfr. trykk 302. Under arbeid med vedlikeholdet kan det leilighetsvis være ønskelig eller nødvendig å foreta *midlertidige* innskrenkninger av minste tverrsnitt. Dette kan bare gjøres når det foreligger skriftlig tillatelse fra distriktsjefen.

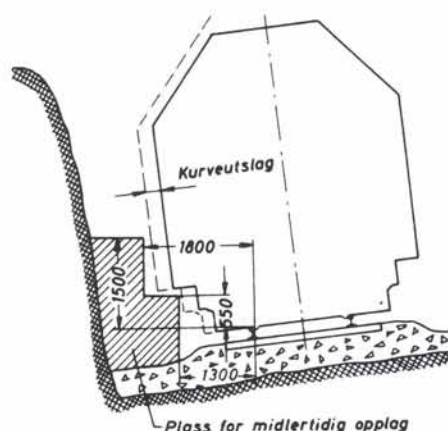


Fig. 180.

D E L 4

U T V E N D I G E A N L E G G V E D S T A S J O N E R

1. EKSPEDISJONSSTEDER

NSB er en transportbedrift for alminnelig transport av gods og reisende. Det er godset og de reisende som utgjør *trafikken* ved jernbanen. *Jernbanedriften* (oftest kalt bare *driften*) omfatter transportmidlene og transporten. Det banetekniske utstyr ved en jernbane inngår således som et nødvendig ledd i driftsapparatet.

Med visse avstander må det være opprettet ekspedisjonssteder på linjen, for ekspedisjon av trafikken og for avvikling av driften. Etter ekspedisjonsstedenes drifts- og trafikkmessige betydning skjelner man ved NSB mellom *stasjoner*, *stoppesteder* og *holdeplasser* (Sir. §§ 3-5) samt *lasteplasser*. I den etterfølgende tekst vil betegnelsen "stasjon" bli brukt om alle grupper av ekspedisjonssteder.

Det utstyr og de innretninger som finnes på de enkelte stasjoner er avpasset etter behovet på de forskjellige steder. Ved de små stasjoner er utstyret enkelt, ved de større er det mere omfattende, men det er bare de aller største stasjoner som har helt utviklede anlegg både for og trafikk.

2. SPOR OG PLANERING PÅ STASJONER

2.1. Bestemmelser og betegnelser for spor og for utstyr i spor.

Spor på stasjoner består av *hovedspor* og *sidespor* (Sir. § 6). Et *gjennomgående sidespor* er et spor som man kjøre inn i fra begge ender. Et *buttspor* er et spor som man bare kan kjøre inn i fra en ende. Dette er illustrert i fig. 181. Med *togspor* forstås spor på stasjon som er beregnet på å brukes ved inn- og utkjøring av tog (trykk 401, § 26).

På lignende måte betegner man en stasjon som *gjennomgangsstasjon*, når tog kan kjøre inn på stasjonen fra begge ender. En *sekkestasjon* er en stasjon hvor togene bare kan kjøre inn fra en ende. Alle inngående spor er da buttspor (eksempel: Oslo Ø.). Ved en *utgreningsstasjon* føres hovedsporet fra to eller flere linjer inn på stasjonen (eksempel: Ski).

Når man skal kjøre inn på et spor på en stasjon, må det være tilstrekkelig klaring mot rullende materiell som står på nabospor. Det ytterste punkt i et spor hvor man har den forlangte klaring mot nabospor betegnes med *middel* og dette punkt markeres ved *middelmerket*. Bestemmelser om middel og middelmerker finnes i trykk 405.1, art. 51. Det vises til dette trykk.

Bestemmelsene medfører at det i alminnelighet er nødvendig å ha en sporavstand ved middel på 4,0-4,2 m, avhengig av kurveradiene. Ved NSB er middelmerket angitt ved et rødt felt utvendig på naboskinnene i de to møtende spor. Gamle middelmerker må fjernes fra brukte skinner som blir tatt ut og anvendt i andre spor.

Isolerte skinneskjøter for sikringsanlegg skal alltid plasseres minst 3 m innenfor middel. Den samme regel gjelder for plassering av *sporsperre* og *avledende sporveksel*.

En sporsperre er vist i fig. 182. Det er en sikkerhetsinnretning som plasseres på den ene skinnestreng for å hindre at rullende materiell beveger seg utenfor middel. Sporsperrer skal aldri anlegges i togspor. Se også Sir. §§ 16 og 72.

En avledende sporveksel har samme formål som en sporsperre. Den fører til et kort buttspor som gjerne legges i sterk stigning og som avsluttes med en endestopper. Om endestoppere, se neste avsnitt.

Spor, sporveksler og sporsperrer på en stasjon skal nummereres (Trykk 405.1). Prinsippet for nummereringen av spor er slik, at parallelle spor i samme sporgruppe får fortløpende nummer og nummereringen foretas i retning *fra* ekspedisjonsbygningen. Togspor gis de laveste nummer. Et eksempel på nummerering av spor er gitt i fig. 183.

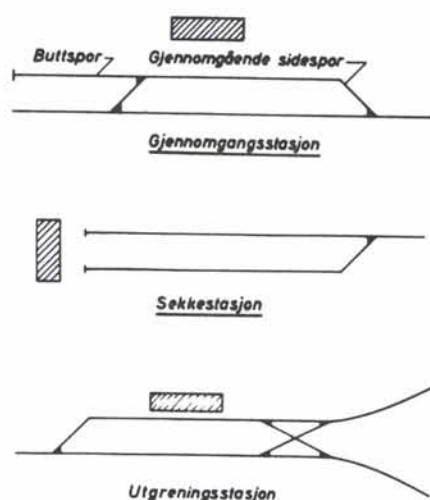


Fig. 181.

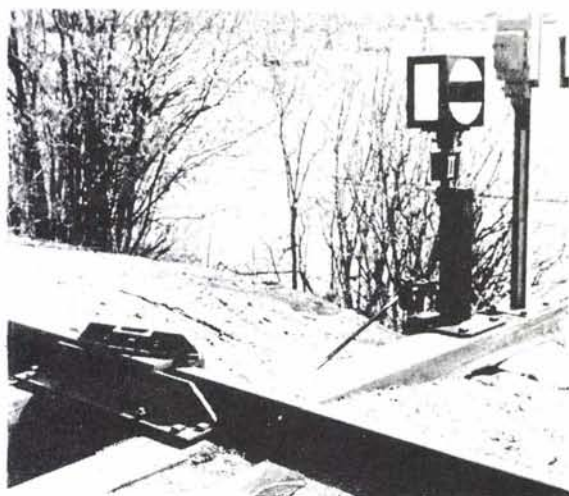


Fig. 182. Sporsperre.

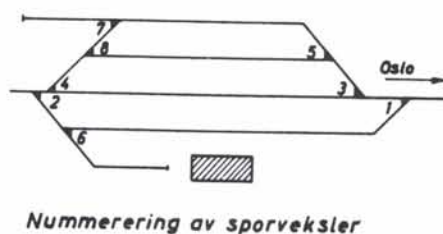
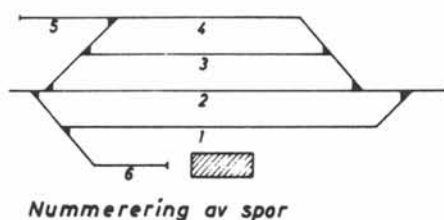


Fig. 183.

Sporveksler nummereres ved å gi alle sporveksler som har tungespiss vendt *mot* Oslo *ulike* nummer og de øvrige *like* nummer. Nummereringen foretas fortløpende fra hver ende av stasjonen. Kryssveksler gis *ulike* nummer. Dessuten betegnes hvert av tungeparene i en kryssveksel med en bokstav. Bokstavene a og c betegner tungepar som har spissen vendt mot Oslo, mens bokstavene b og d benyttes for betegnelse av tungepar som har spissen vendt fra Oslo.

Når det er innlagt flere sporsperrer på en stasjon, skal også sporsperrene nummereres. De gis da nummer med romertall og nummereringen skjer fortløpende, idet man begynner i den ende av stasjonen eller stasjonsområdet hvor sporveksel nr. 1 ligger.

2.2. Utførelsen av spor på stasjoner.

De forskjellige spor på en stasjon er ikke alle like viktige og heller ikke utsatt for like store påkjenninger. Underordnede spor kan derfor bygges enklere enn de viktige spor, uten at dette medfører mindre sikkerhet eller øket vedlikehold. Men alle spor skal selvsagt være bygget og vedlikeholdt slik at de er fullt bæredyktige for den aksellast som er bestemt. Det tjener ingen fornuftig hensikt å legge inn en første-klasses og kostbar overbygning i helt underordnede sidespor, f.eks. ved å bruke nye skinner og Hey-Back-feste. I slike spor klarer det seg utmerket med en enklere og billigere overbygning, brukte skinner og spikerfeste.

Det viktigste spor på en vanlig stasjon er *hovedtogsporet*. Dette skal være utført etter samme standard som på linjen for øvrig, også med hensyn til overgangskurver og overhøyde i kurver. Den praktiske overhøyde i hovedtogsporet må legges opp slik at den best mulig passer både for tog som stopper ved stasjonen og for tog som passerer. Forbi plattformen er det ønskelig å holde overhøyden så lav som mulig, men overhøyden må aldri noe sted være så lav at passerende tog ikke kan holde den tillatte største hastighet over stasjonsområdet.

I de øvrige togspor er høyeste toghastighet alltid lavere enn i hovedtogsporet, på grunn av hastighetsbegrensningen i avvikende sporveksler. Kravet til overbygning i disse spor må vurderes ut fra trafikken over sporene.

Det er unødvendig å legge inn overgangskurver og ikke tillatt og legge overhøyder i sidespor på stasjoner, ikke en gang i sidespor som er togspor. Det gjør bare vedlikeholdet mere komplisert, blant annet under hensyn til kravet om tillatte største vindskjevhet i sporene.

Sporavstanden på stasjoner skal være minst 4,70 m når et av sporene eller begge er togspor og minst 4,50 m for andre spor. Hvor det er anlagt plattformer mellom sporene, eller det er oppsatt master, må sporavstanden være større enn minstemålet.

Som pukkbullast bør det på stasjoner fortrinnsvis anvendes finpukk, hvis denne pukkbullast er å få. Den gir en jevnere overflate enn grovpukk og er sikrere å gå på for personalet. I de gjennomgående hovedtogspor må dog vanlig pukkbullast brukes.

En stasjonstomt skal være jevnt planert, også på den del hvor sporene ligger. Ballasten kan da ikke ligge fritt over planum som ellers på linjen, men må ligge nedsenket i planeringen, slik som vist i fig. 184.

Det er foreskrevet (trykk 405.2, art. 82) at ballasten skal ligge "jevnhøyt med svillene" i alle spor hvor det skal foregå skifting. Det vil i praksis si de aller fleste spor på en stasjon. I disse sporene må det derfor alltid være fylt opp tilstrekkelig med ballast.

Kravet om at ballasten skal ligge jevn høyt med svillene kan ikke oppfylles overalt. I sporveksler må man ha et åpent svillemellomrom for drivstang og forbindelsesstang, det som populært kalles "rådegraven" (en fornorsking av det engelske ordet "rod" som betyr stang). Rådegraver må alltid holdes godt opprensket og må ha pålitelig avløp for vann. Vannavløpet er mere utførlig omtalt i neste avsnitt.

I sporgrupper blir det et mellomrom mellom ballastlagene for de enkelte spor. Disse mellomrom må etterfylles opp til ballasthøyde med subbus eller grus, som vist i fig. 184. Videre må man være oppmerksom på at pukkballast ikke må ha direkte anlegg mot finkornige masser i planeringen, idet ballasten kan bli forurenset. Ved overgang til planeringen må det da legges et lag filtergrus som skille mellom pukkballast og planering, slik som vist i fig. 184.

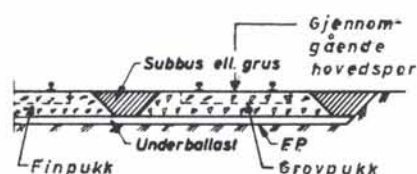


Fig. 184.
Ballastprofil på stasjoner.

En mere moderne utførelse er å benytte en filterduk istedenfor sand. Filterduken rulles ut direkte på planeringen og pukkballasten legges direkte på duken.

På stasjoner blir ofte ballasten sterkt forurenset, dels på grunn av oljesøl fra rullende materiell og dels ved spill under lasting og lossing av masse gods. Med visse mellomrom må man da foreta opprensning samt eventuell fornyelse av ballasten. Dette arbeid er enklest å utføre i spor med grusbullast.

Tørrlegging av ballasten i spor på stasjoner vil bli omtalt i neste avsnitt.

Sporveksler må ligge i et jevnt plan hvis de skal funksjonere tilfredsstillende. Det spiller ingen rolle om dette planet er horisontalt eller skrått, bare det er absolutt jevnt. Man kan derfor *ikke legge en sporveksel i en overhøyderampe*, fordi sporvekselplanet blir vindskjevt. Man unngår det problemet når det ikke er overhøyde i sidespor. Sporveksler bør heller ikke være innlagt i en stigningskurve. Derimot er det intet i veien for å legge en sporveksel i en sirkelkurve når denne har jevn overhøyde. Man skal bare merke seg at det skal være *samme overhøyde i minst 10 m lengde* utenfor begge ender av sporvekselen og helst så meget som 20 m.

Underlaget for en sporveksel bør være mest mulig ensartet i hele sporvekselens lengde. Det er vanskelig å holde en sporveksel i god stand hvis den ene enden for eksempel er opplagt på en stålbru, mens den annen ende ligger på vanlig ballast. Man må i det tilfelle sørge for å ha innlagt godt med pukkbullast under sporvekselen. Men likevel vil en slik sporveksel kreve adskillig mere tilsyn og vedlikehold enn normalt.

Ved enden av alle buttspor skal det være anbrakt en *endestopper*. I sin enkleste form består denne av en grushaug med en vegg eller en sville foran. Ligger det en sville foran, er det første vognaksel som må ta støtet, når vognen butter mot endestopperen. Dette er uheldig og den slags endestoppere må derfor bare legges inn i meget underordnede spor, hvor risikoen for vognskader er liten.

Endestoppere av stål, fig. 185, som er fast forbundet med skinnene, finnes det fremdeles mange av. De har den ulempe at de ikke er i stand til å ta opp større energimengder under en påkjøring uten å bli skadet. Ved større sammenstøt vil det dessuten oppstå skader på det rullende materiell og de reisende.

Disse endestoppere erstattes etter hvert av forskyvbare endestoppere, fig. 186, som er klemt fast til sporet og som kan forskyve seg under større påkjøringer. De må derfor anbringes i en viss avstand fra enden av buttsporet og må løses og skyves på plass igjen når de har flyttet på seg etter flere påkjøringer. Alle bolter som tjener til å klemme den fast til sporet, må trekkes til med stor nøyaktighet ved hjelp av momentnøkkel.

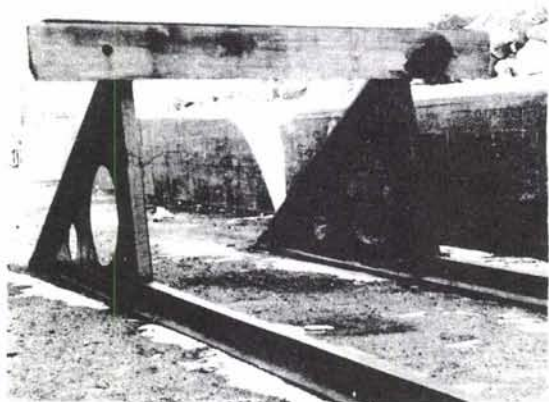


Fig. 185.
Fast endestopper av stål.

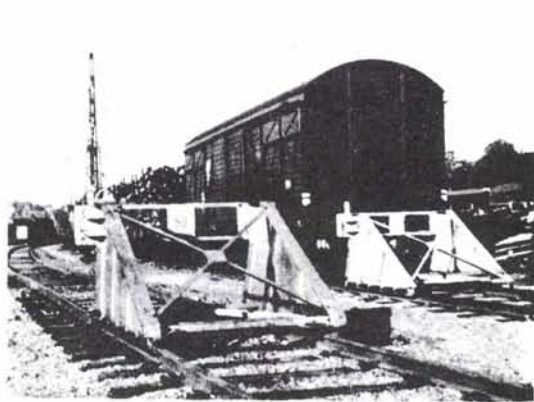


Fig. 186.
Bevegelige endestoppere.

Et eksempel på *støpte endestoppere* er vist i fig. 187. Disse endestoppere må være godt fundamentert og solid utført. Slike endestoppere bør bare brukes på steder hvor det ikke finnes tilstrekkelig plass til en forskyvbar endestopper. Støpte endestoppere kan ikke ta opp større energimengder og har således de samme ulemper som de faste endestoppere av stål med denne forskjellen at de sjelden blir skadet mens muligheten for skader på rullende materiell og reisende er større. Disse endestoppere kan forbedres ved å påmontere hydrostatisk buffere.



Fig. 187.
Støpte endestoppere (Bodø).

2.3. Planeringen på stasjoner og dens tørrlegging.

Stasjonstomten er en arbeidsplass og denne skal være utformet slik at arbeidet kan foregå mest mulig praktisk og trygt. Planeringen skal overalt være så bred at det er sikker fremkomst for personalet utenfor de ytterste spor på hver side av en sporgruppe. Tar man utgangspunkt i planeringsprofilen for fri linje, skal planeringsprofilen på stasjoner ha en overbredde på minst 1,0 m utenfor sporet, målt i planum. Denne overbredde for planeringen bør være gjennomført til minst 10 m utenfor ytterste sporveksel. Foregår det regelmessig skifting lenger ut i hovedsporet, bør overbredden også føres tilsvarende lenger frem. Utenfor selve stasjonstomten utføres planeringen som vist i fig. 188. På en rekke steder er imidlertid planeringen ført helt opp i høyde med ballasten også her. Tørrlegging av ballasten skjer ved at vannet trekker ut til siden. Den oppfylte banketten må da legges opp av stein hvis det er pukkballast i sporet, ellers kan det brukes grus.

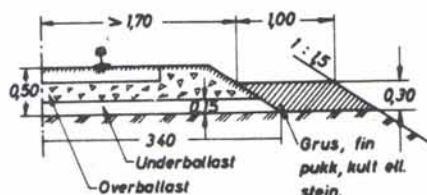


Fig. 188.
Planering med overbredde.

Ved anlegg av en stasjonstomt skal det være sørget for en forsvarlig tørrlegging av tomten. Denne tørrlegging skal omfatte ikke bare overflaten av tomten, men også ballasten, helt til bunns. Ved mange eldre stasjoner er det nok fremdeles så som så med denne tørrleggingen, noe det ikke er så vanskelig å få øye på under snøsmeltingen om våren eller under sterk nedbør, da hele stasjonstomter formelig flyter i vann. Etter en mildværperiode om vinteren kan vi da også risikere å få sporene fulle av is.

Overflaten tørrlegger man enklest ved å legge tomten i godt fall mot en sidegrøft. Dette kan man imidlertid bare gjøre med den del av tomten som ligger utenfor sporene, idet sporene i en sporgruppe som oftest ligger i samme plan. Men nå skal det være temmelig kraftig fall for at en tørrlegging utført på denne måte skal bli helt effektiv. Ofte kan man bli nødt til å føre overflatevannet ned i lukkede avløpsledninger, særlig på tomter som har stor bredde. Vannet tas da ned i kummer med innlagte sluk. Planeringen må gis fall mot kummene.

For at man skal finne igjen disse avløpskummene om vinteren bør det settes opp merker som angir beliggenheten. Det kan for eksempel gjøres ved å lime en aluminiumsplate til steget på nærmeste skinne i spor. I platen må det da være innslått avstanden til kummen, loddrett ut fra platen.

Det er særdeles viktig at det ikke blir stående overflatevann på de steder av tomten hvor det foregår kjøretrafikk. Er det finkornige masser i grunnen og veidekket er svakt, vil kjørebane raskt bli bare søle og hjulspor. Selv om veidekket skulle være solid, har det likevel lett for å bli skadet under slike forhold. Man må alltid regne med stort vedlikehold på kjørebane hvor vannet ikke renner av. Hva man ellers må gjøre for å få en solid kjørebane, skal bli omtalt i neste avsnitt.

Men det er ikke slutt på problemet med tørrlegging av stasjonstomten ennå. Ballasten i sporene på stasjonen må også tørrlegges og dette er like viktig. Da det som oftest på en stasjon ligger flere spor ved siden av hverandre og da ballastlaget for de enkelte spor ligger helt nedsenket i planeringen, må denne tørrlegging av ballasten skje på en annen måte enn på fri linje.

Ligger ballasten i stasjonssporene på et solid underlag av porøse masser, grus eller stein, er ikke tørrleggingen av ballasten noe problem. Da vil vannet i ballasten sige ned i grunnen og forsvinne av seg selv, uten at det i alminnelighet oppstår noen skade av det. Men består grunnen av tette masser, så som leire eller silt, må man gå til anlegg av lukkede grøfter for å få ledet bort vannet. Man får da et system av lukkede grøfter, langsgående samlegrøfter lagt mellom sporene og avløpsgrøfter på tvers av sporene, slik som vist i fig. 189.

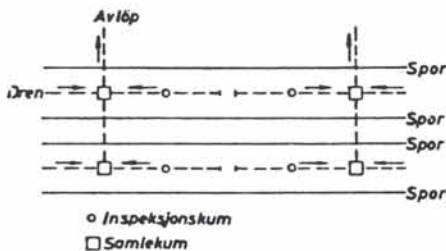


Fig. 189.

Drenering av ballasten på stasjoner.

De langsgående samlegrøfter bør helst legges så tett som mellom hvert annet spor. Hver grøft drenerer da to spor. Samlegrøftene må grusfylles helt til topps og må ha god forbindelse med ballastlagene i begge spor. De bør ikke legges for dypt, en dybde av 0,8-1,0 m på det grunneste kan være passende.

Drensgrøftene vil ikke ha noen skadelig innflytelse på masseskifting med torv, idet torven suger til seg det vann den kan oppta uten hensyn til drensgroften. Saken er mere tvilsom med sviller og bark som

fyllmateriale. Hvis svillene er lagt med en torvbunt ytterst på hver side av trauret, slik som vist i fig. 36 (Del 1), skulle man imidlertid anta at det ikke skjer noen skade med massekiftingen.

Avstanden mellom avløpsgrøftene må bestemmes ut fra forholdene på stedet og mulighetene for å få et sikkert utløp. Jo større avstand, desto dypere ned må avløpsgrøftene legges.

I drensledningene bør det innlegges inspeksjonskummer i en avstand av ca. 50 m mellom hver og i avløpsledningene må bygges nødvendige samle-kummer. Disse kummer kan utføres som omtalt i avsnitt 8 om fjell-skjæringer.

Man må også sørge for nødvendig tørrlegging av rådegravene. Hvis det samler seg vann her på vinters tid, kan man risikere at stengene fryser fast så sporvekselen ikke lar seg manøvrere, før man har fått tint opp eller hugget bort isen.

Enklest utfører man denne tørrleggingen ved å ta en åpen grøft gjennom banketten i planeringen og ut i linjegrøften. Dette kan man imidlertid bare gjøre når det ikke er mere enn et par spor på stedet. Er det mange spor, må man ta vannet gjennom en liten kum og ned i en lukket avløpsgrøft. Kummen kan utføres ganske enkelt av et mufferør, 100 eller 150 mm, med en innlagt rist på toppen. Det øverste mufferøret bør være perforert, så det virker drenerende på ballasten i tungpartiet for sporvekselen. Avløpsledningen bør legges mest mulig vinkelrett på sporet, da er det enklere å grave den opp hvis den skulle gå tett.

Ved sporveksler med sporvekseloppvarming har man hatt en del tilfeller med fastfrysing av stengene i rådegraven, til tross for at graven har vært utstyrt med avløp. Smeltevannet har nemlig frosset til is i graven, før det har nådd frem til avløpet. På slike steder må man være særlig omhyggelig med at rådegraven er godt opprensket før vinteren kommer, og man må føre godt tilsyn med sporvekslene når det er kaldt og fare for frysing. Det kan bli nødvendig å legge varmekabler i rådegraven og sågar ned i avløpsrøret, for at en oppvarmet sporveksel skal være manøvrerbar til enhver tid.

2.4. Dekke på veier og stasjonstomter.

Veier og tomter som skal trafikkeres året rundt må ha et hensiktsmessig dekke for at trafikken skal kunne gå uhindret under de forskjellige klimatiske forhold. Dekket kan utføres enten som *grusdekke* eller som *fast dekke* av asfalt, betong eller gatestein.

Dekket danner kjørebanelen eller gangbanen og skal holde seg mest mulig jevnt under trafikken. Det må da legges på et underlag som er tilstrekkelig solid og ikke gir etter under belastningen. Normalt skal det ikke oppstå andre uregelmessigheter i dekket enn slike som skyldes direkte slitasje fra trafikken.

Når grunnen er meget bæredyktig, slik som den er når den f.eks. består av fjell eller velgradert grus, kan dekket f.eks. legges direkte på den utjevne planeringen. Det kan man også gjøre i de fleste tilfeller for gangveier. Men som oftest må det anordnes et fundament for dekket, tykkere eller tynnere avhengig av belastningen og grunnens bæreevne. Dette fundament må utføres slik at det er bæredyktig under de mest ugunstige forhold. Ved telefarlig grunn inntreffer dette under teleløsningen. Nødvendige forføyninger mot skadelig telehiving utføres etter de samme prinsipper som foran beskrevet i Del 2, avsn. 6, pkt. 6.2 (s. 34) o.flg.

Dekket og fundamentet utgjør tilsammen *veioverbygningen*. Her har dekket den samme misjon som skinnegangen i en baneoverbygning, mens fundamentet tilsvarer ballasten. Utførelsen av fundamentet er delvis forskjellig for grusdekker og faste dekker, men i prinsippet kan det i alle tilfeller skilles mellom *bærelag*, *forsterkningslag* og *filterlag*. En fullstendig veioverbygning med dekke og fundament sammensettes da slik som vist i fig. 190. I det følgende skal det gis en kort beskrivelse av en veioverbygning med grusdekke, og det startes med fundamentet.

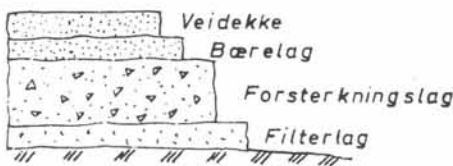


Fig. 190.
Veioverbygning.

Bærelaget utføres mest alminnelig av grus i en tykkelse av 10 cm. Grusen bør være mest mulig velgradert med en største kornstørrelse av ca. 50 mm. Det kan også anvendes sandmettet pukk eller knust stein som er passe blandet med finmateriale. Etter utleggingen skal bærelaget komprimeres. Best gjør man det ved valsing.

Forsterkningslag må legges ut i passende tykkelse, når bærelaget alene ikke er tilstrekkelig for fordeling av belastningen på grunnen. Til forsterkningslaget kan anvendes samme sort materialer som nevnt for bærelaget, men de kan være noe grovere. Stein størrelsen bør dog ikke være større

enn halve tykkelsen av laget. Forsterkningslaget kan også bygges opp av bare stein, men da bør det øverst være et lag med småstein eller finpukk så materiale fra bærelaget ikke trenger ned i forsterkningslaget. Forsterkningslaget skal også komprimeres.

Filterlag av god filtergrus legges ut under forsterkningslaget bare når det er nødvendig for å hindre at finkornige masser fra planeringen trenger inn i forsterkningslaget.

Når fundamentet er lagt, er turen kommet til veidekket. *Veidekker av grus*, grusdekker, har i alminnelighet en tykkelse av 10-15 cm. Som materiale bør anvendes en grus som er hard og skarpkantet og som har en velgradert sammensetning med største kornstørrelse ca. 10 mm. Det er nødvendig at grusen inneholder en viss mengde finmateriale som bindstoff, for at grusdekket skal bli fast og holdbart. Grusen skal være *stabilisert*, som det heter i veispråket.

Det er sjelden at man finner naturlig grus eller sand som er helt tilfredsstillende som veigrus. Som regel må man sette til både stein og leire eller silt. Tilsetningen bør ved større arbeider ikke foretas på slump, men på grunnlag av undersøkelser av korngraderingen, som foretas av geotekniker. Massene tilsettes naturgrusen etter at denne er lagt ut på veibanen og harves eller rakes ned, hvis man ikke disponerer en veihovel. Når veidekket er ferdig blandet og utplanert, må det komprimeres, helst ved valsing.

For vedlikeholdet er det viktig at både grusdekket og fundamentet er riktig bygget opp av gode materialer som har tilstrekkelig slitestyrke og har en effektiv drenering. På veier legges dekket med godt tverrfall mot veigrøftene, som også skal drenere fundamentet. Tomter skal ha fall mot sidegrøft, men er tomten bred, kan det bli nødvendig å anlegge lukkede drengrofter som gir avløp både for overflatevann og for drengvann i fundamentet.

Grusdekker slites under trafikken og det kan oppstå ujevnheter, hvor det kan bli stående vann. Man må da jevne ut veibanen. Slaghull i dekket må repareres omgående ved ifylling med god veigrus. Er både dekket og fundamentet ødelagt, f.eks. på grunn av telesår, må dekke og fundament bygges opp fra nytt av. Innskrenker man seg til å jevne ut telesåret med de masser som er trengt opp, vil man bare ha kortvarig glede av arbeidet. Med visse mellomrom må grusdekket fornyes ved påfylling og utplanering av frisk veigrus.

Et grusdekke tåler en viss mengde trafikk. Øker trafikken ut over dette, vil utgiftene til vedlikehold snart bli så store at det er mere lønnsomt å legge et fast dekke i stedet. Av de forskjellige materialer som brukes ved fremstilling av faste dekker har asfalt etter hvert overtatt førsteplassen.

Asfalt er et produkt av jordolje. Det finnes naturlige forekomster av asfalt flere steder på jorden, men det meste av den asfalt som anvendes er fremstillet ved destillasjon av jordolje. Ved destillasjonen tar man først ut de flyktige bestanddeler av jordoljen, så som bensin, petroleum, smøreoljer m.v. Til slutt blir det en tykk destillasjonsrest igjen og det er asfalt. Denne asfalt kan gjøres mykere ved tilsetning av flyktigere bestanddeler fra råoljen, og man kan på den måte få asfalt av forskjellig mykhet, passende for det formål asfalten skal anvendes til.

Asfalt er vanntett og brukes blant annet som tetningsskikt på betong, f.eks. i massivbruer og tunneler. Men størst anvendelse har asfalt

fått ved fremstilling av dekker for gater og veier. Når man til daglig bruker betegnelsene "asfalt" og "asfaltering" i forbindelse med veidekker, må man være klar over at asfalt langt fra utgjør hovedmengden av massen i et veidekke med asfalt. Et slikt dekke består for den største del av fin pukk, grus og sand, med asfalt som bindemiddel. Innholdet av asfalt er ganske beskjedent, varierende etter utførelsen fra en 4-5 vektprosent opp til 10-12%. Men uttrykkene ovenfor er så innarbeidet at man får fortsette å bruke dem, selv om det av og til kan føre til noen misforståelser.

Det er steinen, grusen og sanden i dekket som skal ta slitasjen fra trafikken, asfalten selv har liten slitestyrke. Det er derfor meget viktig at steinmaterialene er slitefaste og har en slik form at de pakker seg tettest mulig. Da må det anvendes velgraderte materialer og asfalten må hefte godt til de enkelte mineralkorn.

Et veidekke av asfalt må legges på et solid fundament, og dette fundament er gjennomgående sterkere enn for grusdekker. Medvirkende til det er også den større belastning som asfaltdekker gjennomgående er beregnet på å ta. Fundamentet kan utføres etter noenlunde det samme prinsipp som angitt for grusdekker. Men bærelaget kan også utføres med asfalt som bindemiddel.

Det bør ikke legges asfaltdekke på steder hvor det er ujevn telehiving og spesielt ikke hvor det kan opptre spisse telekuler. Det vil føre til at asfaltdekket brekker i stykker og det oppstår hull i dekket.

Arbeidet med utlegging av asfaltdekker bør foregå ved en lufttemperatur av minst + 5°C i skyggen. Nattefrost er uheldig for et nylig utlagt dekke og i regnvær bør arbeidet innstilles. Det er et arbeid som krever både spesialutstyr og spesielt utdannet personale. Ved NSB blir slikt arbeid som regel overdratt til spesialfirmaer.

Det finnes en mangfoldighet av forskjellige typer asfaltdekker. Her skal bare nevnes noen få.

Asfaltgrusbetong er meget anvendt. Den sammensettes av velgradert grus med største kornstørrelse 19 mm og med asfaltinnhold av ca. 4-6,5 vektprosent. Lagtykkelse ca. 3,5 cm. For tung trafikk blir veidekket ofte lagt ut med to lag ("bindlag" og "slitelag"). Materialene blandes i et blandeverk under ganske høy temperatur (ca. 180°C) og utleggingen må foretas mens massen er varm. Arbeidet kan foregå for hånd ved hjelp av treskyfler, men som oftest skjer utleggingen maskinelt. Den utlagte massen er løs og må valsens før den blir kald.



Fig. 191.
Legging av asfaltdekke.

Støpeasfalt inneholder så meget asfalt (ca. 12%) at massen er helt tett. Valsing av den utlagte massen er derfor unødvendig. Massen legges ut varm. Dekker av støpeasfalt er de mest slitesterke dekker, men samtidig også de dyreste.

Essenasfalt er en pulverasfalt som kan legges ut i kald tilstand. Den består av finkornet stein (ikke over 4 mm) som er omhyggelig gradert og blandet med en asfalt som herdner

sent. Essenasfalt kan lagres en tid. Det kan da danne seg klumper i den lagrede massen og disse klumpene må knuses før massen legges ut. Essenasfalt legges ut i tykkelse av høyst $2\frac{1}{2}$ cm, enten maskinelt eller for hånd. Etter utleggingen vales dekket med en lett valse, resten av komprimeringen besørjes av trafikken. Essenasfalt er meget brukt til dekke på plattformer. Dessuten brukes den til lapping av hull i tidligere lagte asfaltdekker, men den slags lapping blir sjelden pen.

Dekker av *oljegrus* er i løpet av de senere år meget anvendt på norske veier.

Et oljegrusdekke kan betraktes som et grusdekke, med en spesialolje som bindstoff. Veioljen, som inneholder forholdsvis meget asfalt, må tilsettes et stoff (f.eks. stearinamin) som bevirker at oljen hefter til gruskornene og ikke blir vasket bort i regnvær.

Den utlagte oljegrusen må komprimeres. I alminnelighet foregår dette ved hjelp av trafikkerende biler. Etter komprimeringen skal tykkelsen av et oljegrusdekke i alminnelighet være 4-5 cm.

Veioljen herdner meget langsomt. Et dekke av oljegrus kan derfor rives opp og jevnes ut igjen på samme måte som et vanlig grusdekke, selv etter adskillige år. Oljegrusdekker er vesentlig billigere å legge enn dekker av asfalt-grusbetong, men de faller litt dyrere i vedlikehold samtidig som man må regne med kortere levetid. Bæreevnen er også mindre.

Det nyeste av slitelag er tjære-epoxy (1979). På betongdekker som man ønsker å tette, eller hvor man ønsker en slitesterk og ru overflate, legger man ut 1-3 kg/m² tjære-epoxy som avstrøes med et steinmateriale eller sand. Metoden gir god beskyttelse av betong mot forvitring på grunn av salt.

3. ANLEGG FOR PERSON- OG GODSTRAFIKK

De fleste stasjoner ved NSB er utformet for blandet trafikk, togene kommer og går på de samme togspor uansett om de er persontog eller godstog. Ved de mindre stasjoner, hvor trafikken er beskjeden, ligger som oftest stasjonsbygning og godshus nær hverandre ved *personplattformen* og ekspedisjon av reisende og gods foregår på kontoret i stasjonsbygningen. Ved større stasjoner er det et delvis skille mellom person- og godstrafikk, idet godshuset gjerne ligger i noen avstand fra stasjonsbygningen og har egne lokaler for ekspedisjon av gods. Det er bare ved de aller største stasjoner ved NSB at person- og godstrafikk er fullstendig adskilt, med særskilt *personbanegård* og *godsbanegård*, hver med sine egne sporanlegg og det utstyr som for øvrig kreves.

3.1. Anlegg for persontrafikk.

Ved alle stasjoner må det være en plattform, der hvor de reisende skal stige av eller på toget. Tar vi for oss en vanlig gjennomgangsstasjon, så har vi *hovedplattformen* liggende inn til stasjonsbygningen og en eller flere *mellomplattformer* mellom sporene, se fig. 192. En *reiseogdsplattform* er en plattform som bare er beregnet på inn- og utlasting av reisegods. Den slags plattformer finner man bare på de aller største stasjoner.

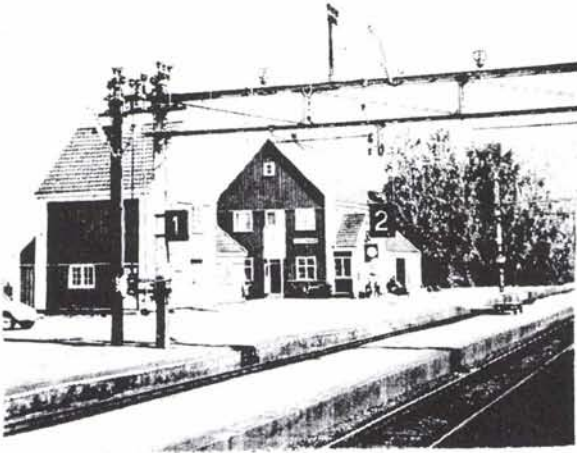
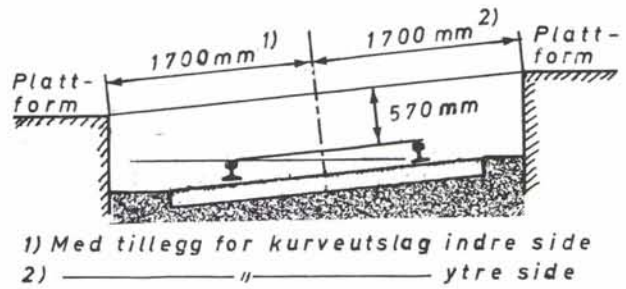


Fig. 192.
Hovedplattform og mellomplattform
(Hjuksebø).



1) Med tillegg for kurveutslag indre side
2) " " ytre side

Fig. 193.
Personplattform - 57 cm høy mot spor
i kurve med overhøyde.

De fleste eldre plattformer har en høyde av 35 cm over sporplan. Nye plattformer bygges i alminnelighet med høyde 57 cm over sporplan. Som en prøve er en del plattformer som hovedsakelig brukes til nærtrafikkbygget med en høyde av 70 cm over sporplan, bl.a. på Nationalteatret stasjon.

Plattformhøyden måles vinkelrett på sporplanet, slik som vist i fig. 193. Avstanden fra spormidt for plattformer med høyder av 57 cm eller større er fastsatt til 1,70 m når plattformen ligger mot rettlinjert spor. I kurver økes avstanden med tillegg for kurveutslag som omtalt under avsnittet om minste tverrsnitt. Avstanden måles som angitt i fig. 193, nemlig parallelt med sporplanet.

Det er nødvendig at man har på det rene hvilken klaring det er mellom minste tverrsnitt og plattformkanten ved en plattform som er lagt nøyaktig i den foreskrevne avstand fra spormidt. Dette er illustrert i fig. 194, hvor plattform med høyde 35 cm er tegnet inn sammen med nedste del av minste tverrsnitt.

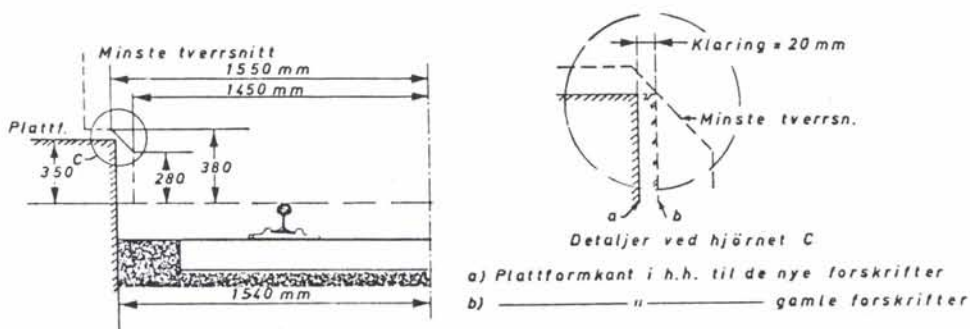


Fig. 194.
35 cm høy plattform mot rettlinjert spor.
Klaring mot minste tverrsnitt.

For plattformer med høyde 35 cm skal avstanden fra spormidt være 1540 mm i rettlinjjet spor i henhold til de nye forskrifter. Klaringen mot minste tverrsnitt er da 20 mm. Ifølge de gamle forskrifter ble det forlangt en avstand fra spormidt av 1520 mm. Det gjenstår da ingen klaring mot minste tverrsnitt.

For plattformer med høyde av 570 mm eller større er klaringen mot minste tverrsnitt 20 mm, jfr. fig. 195. Men de fleste av disse plattformer er bygget før 1975 da det ble forlangt en mindre avstand fra spormidt.

Vi ser at klaringen sideveis er liten. Feilbaksing av sporet eller setninger av plattformkanten vil snart forårsake at plattformkanten rager inn i minste tverrsnitt på steder hvor lokomotiv og vogner under kjøringen fullt utnytter området som avgrenses av minste tverrsnitt. Derfor må plattformkantene fundamenteres slik at de absolutt står i ro. Ved justering av sporet må det sørges for at avstanden mellom plattformkant og spormidt ikke blir mindre enn i henhold til forskriftene. Hvor dette ikke lar seg gjøre, må plattformkanten ombygges.

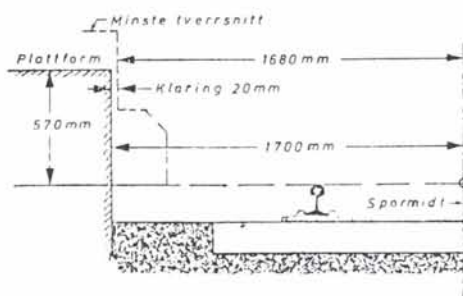


Fig. 195.

57 cm høy plattform mot rettlinjjet spor.
Klaring mot minste tverrsnitt.

Ved mellomplattformer bør sporavstanden være *minst* 6,0 m. Ved denne sporavstand blir plattformen ikke fullt 3 m bred. Plattformer kan utføres på forskjellig måte, enten som massive plattformer eller som en tre- eller betongkonstruksjon. De massive plattformer fylles opp med en masse som ikke er telehivende. Som oftest er det grus som er anvendt.

For at overflaten av en massiv plattform skal holde seg mest mulig jevn og fast, må den ha et dekke. Når dette er utført som grusdekke, skal det være anvendt stabil grus eller grov subbus i dekket. På sterkt trafikkerte plattformer er det som oftest lagt et asfaltdekke. Asfaltdekke kan man ofte også finne på plattformer ved mindre stasjoner,

men da hyppigst bare som en stripe langs plattformkanten og inn mot stasjonsbygningen, for å lette kjøringen av plattformtraller.

Massive plattformer må legges i fall mot spor for avledning av overvann. Grusdekkede plattformer bør ha et fall på 30-35 o/oo. For asfaltdekkede plattformer er 15-20 o/oo tilstrekkelig.

Oppfyllingen avsluttes mot sporet med en *plattformkant*. Denne kan være murt eller støpt, men settes nå fortrinnsvis opp av ferdigstøpte *plattformelementer*. Det finnes en rekke forskjellige typer anvendt rundt omkring. I fig. 196 er vist en tegning av en av de siste modeller, beregnet for 35 cm plattform. Som det sees, stikker plattformelementene 20 cm ned under svilleoverkant. Den må stå på et godt stampet grusfundament som må være ført så dypt ned at det ikke er telehivende. Det finnes tilsvarende elementer for 57 cm plattformer. Elementene er 1,0 m lange.

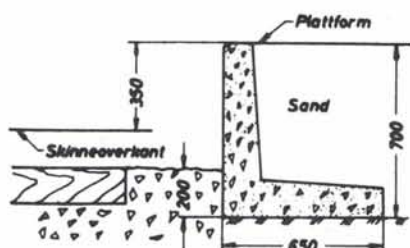


Fig. 196.
Plattformkant for
35 cm plattform.

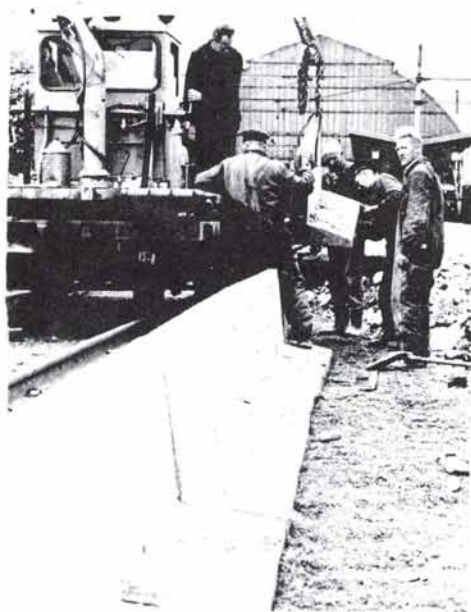


Fig. 197.
Legging av plattformkant.

Adgangen til mellomplattformer foregår ved de fleste stasjoner over en planovergang. Plattformkanten må da senkes ned i høyde med planovergangen, der hvor den ligger. På en del stasjoner med stor trafikk er det anlagt overgangsbru eller persontunnel for å trygge adkomsten over til mellomplattformer.

Ved treplattformer legges tredekket som oftest opp på bærebjelker av brukte skinner. Disse hviler på murte eller støpte sokler som må stå på et sikkert fundament. En treplattform er vist i fig. 198. Når det er brukt impregnerte materialer i treplattformen, kan den stå temmelig lenge, men aldri så lenge som en godt utført massivplattform.

Dekket utføres av $2\frac{1}{2}$ " plank som skal være høvlet. Plankene skal være lagt med litt mellomrom av hensyn til vannavledningen. Det må påses at plankedeppet alltid er helt og uten oppstikkende ender som man kan snuble i.

På større stasjoner kan plattformen være overdekket med et plattformtak, f.eks. slik som vist i fig. 199.

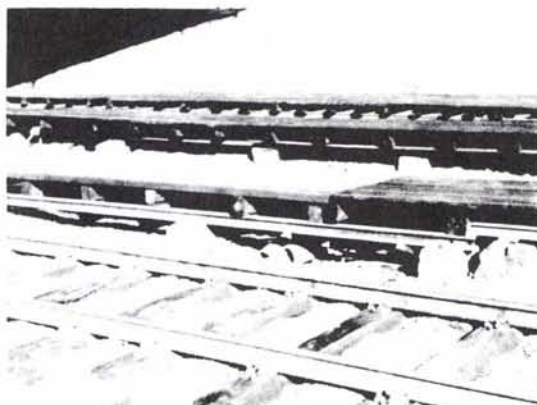


Fig. 198. Treplattform.



Fig. 199. Plattformtak (Trondheim).

3.2. Anlegg for godstrafikk.

Ved stasjoner foregår det inn- og utlasting av gods dels ved gods- huset og dels ved *lasteramper* og på *frilasteplasser*. Ved godshuset behandles stykkgodset. En lasterampe kan være beregnet både for stykkgodset og gods i vognlaster mens en frilasteplass bare er for vognlaster som lastes og losses av trafikantene selv.

Det som foregår på disse steder, kan i de fleste tilfeller betraktes som en omlasting av gods fra bil til jernbanevogn og omvendt. Det er av interesse både for jernbanen og trafikantene at denne omlasting kan foregå så raskt og effektivt som mulig, blant annet ved at det gjøres mulig å bruke hensiktsmessig utstyr. At det derved også stilles bestemte krav til utforming av godsvogner, er en sak for seg som man her ikke skal komme nærmere inn på.

Den normale høyde av lasteramper ved NSB er fastsatt til 1,10 m over skinnetopp. Rampekanten mot sporet skal i rettlinjert spor ligge i en avstand av 1,70 m fra spormidt med vanlig tillegg for kurveutslag. Avstand og høyde måles i forhold til sporplanet på samme måte som angitt for plattformer. I fig. 200 er rampekanten inntegnet sammen med den nedre del av minste tverrsnitt.

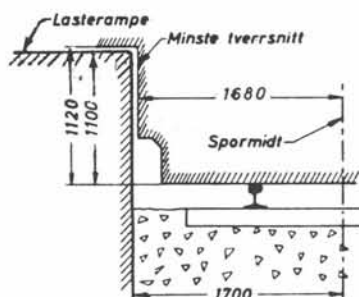


Fig. 200.
Lasterampe, 1,10 m høy.

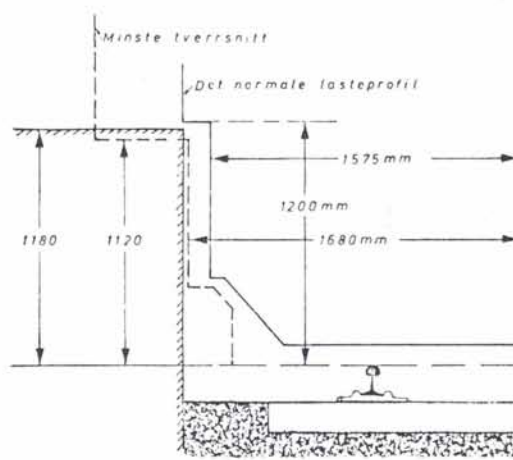


Fig. 201.
Lasterampe, 1,18 m høy.

Ramper med høyde 1,10 m over sporplan tillates ikke bygget mot togspor på grunn av liten klaring mellom toppen av rampen og minste tverrsnitt. Lasteramper mot togspor skal ikke ha større høyde enn 1,0 m. For fremføring av ekstraordinære transportert med stor bredde på lave spesialvogner skal det dessuten på alle stasjoner være en togvei hvor det ikke finnes konstruksjoner høyere enn 0,76 m over sporplan ved siden av sporet.

Gulvhøyden for de fleste godsvogner er på ca. 1,20 m over sporplan. For å forbedre muligheten til å kjøre med traller og gaffeltrucker fra lasterampen over på vogner, er det bestemt at lasteramper ved godshus som ikke ligger mot togspor, kan få en høyde av 1,18 m over sporplan. Slike ramper rager inn i minste tverrsnitt, jfr. fig. 201. For vogner med laster som holder seg innenfor det normale lasteprofilet og som kjører med sakte fart, medfører dette ikke faremomenter. Men slike lasteramper må ikke bygges mot spor som samtidig danner forbindelsen med frilasteanlegg.

Med en rampehøyde av 1,18 m er det meget liten klaring for vognførere som slår utover, som tilfellet er med varme- og kjølevogner samt kassevogner. Et tynt lag is på rampekanten kan være nok til at man ikke får slått dørene opp. For slike vogner bør rampene ikke gjøres høyere enn 1,15 m.

Mot veibanen bør høyden av lasterampen korrespondere med den vanlige høyde av lasteplanet på de biler som skal bruke rampen. En høyde på 1,10 m tilsvarer omtrent den midlere høyde av lasteplanet på biler i dag. Bredden og lengden av en lasterampe bestemmes på grunnlag av den godsmengde som skal gå over rampen. Hvis man skal kunne kjøre opp på en lasterampe, bør bredden være minst 8,0 m.

Oppkjørsrampen bør ikke ha sterkere stigning enn 1:15, mens nedkjørsrampen kan gjøres brattere, 1:10.

Lasteramper for tømmer, *tømmerramper*, anlegges helst i direkte forbindelse med vei eller lagerplass som er anlagt i passende høyde over sporet. Rampen får da bare en enkelt sidemur, nemlig mot sporet.

Permanente lasteramper utføres med sidemur av mur eller betong, enten i massiv utførelse eller som en betongkonstruksjon. Muren må stå på et solid fundament som er ført ned til frostfri dybde. Øverst på rampekanten legges det en skinne eller et vinkeljern for å beskytte kanten mot slitasje. Mot sidemurene fylles rampen opp med ikke telehivende materiale. Øverst legges det et dekke, som ved sterkt trafikkerte ramper bør være utført som asfaltdekke. Ved *provisoriske* ramper kan sidemurene utføres av treverk på en eller annen måte. Brukte sviller egner seg utmerket.

På begge sider av godshus er det som oftest anlagt smale godsramper. Disse ramper skal ha samme høyde over skinneplanet eller kjørebanelen som angitt foran for normale lasteramper.

På de fleste mindre stasjoner finnes gjerne en liten godsrampe oppsatt ved enden av personplattformene. Den er som oftest utført av tre. Største høyde over sporplanet er 1,0 m og avstand fra spormidte 1,70 m, etter reglene for ramper mot togspor.

En *enderampe* er en lasterampe som er anlagt for inn- og utlasting av kjøretøy over vognenden. Mot sporet er frontmuren utført som en endestopper. Semi-trailere transporteres på spesialvogner med lav høyde på vognulvet. Disse transporter krever derfor spesielle enderamper, som er lavere enn de vanlige.

Ved normale enderamper skal frontmuren ha en høyde av 1,28 m over skinnetopp. Ved enderamper for semi-trailere skal høyden være 0,80 m.

På *frilasteplassene* foregår opp- og avlasting av vognlastgods. En frilasteplass må være anlagt ved egne sidespor hvor vognene mest mulig kan stå i ro mens arbeidet pågår. Lastingen og lossingen foregår enten over lasterampe eller direkte fra en *frilastegate*, som normalt er lagt i høyde med svilletopp like inn til sporet, se fig. 203.



Fig. 202.
Enderamper. Normal utførelse til venstre, for semitrailere til høyre.



Fig. 203.
Opplasting på frilastegate.

På enkelte stasjoner er frilastegaten forsøksvis lagt høyere enn svilletoppen, begrenset til høyst 27 cm over, for å lette laste- og lossearbeidet. I slike tilfeller må man være oppmerksom på at kanten mot sporet ikke skal stikke inn i minste tverrsnitt. Denne utførelse av frilastegaten fører til en del merarbeide med snøryddingen. Dessuten kan man bli nødt til å anlegge særskilte lukkede avløpsledninger for avledning av overvann.

Frilastegatene må ha et veidekke, avpasset etter trafikken og grunnforholdene. På sterkt trafikkerte frilastegater blir det alltid lagt fast dekke, nå fortrinnsvis et asfaltdekke.

For opp- og avlastning av tungt gods er enkelte stasjoner utstyrt med kraner av forskjellige slag. I fig. 202 er vist en fast montert tømmerkran. Disse har en lasteevne fra 12 til 20 tonn, unntaksvis 30 tonn. Fig. 204 viser en bevegelig kran for containere (beholdere). Den løfter 30 tonn.



Fig. 204.
Bevegelig kran for omlasting av containere.

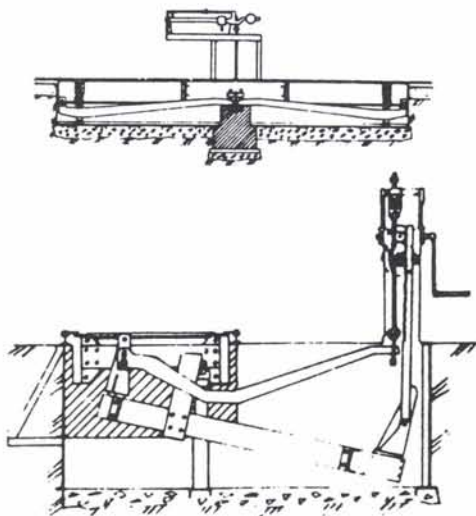


Fig. 205. Vognvekt.

Enkelte stasjoner er utstyrt med *vognvekt*. En vognvekt består av en *vektbru* og en *veieinnretning*. Når en vogn skal veies, står den på vektbrua og vekten av den overføres til veieinnretningen ved et system av vektstenger som er anbrakt i en støpt grube under vekten.

Det finnes to hovedtyper av vognvekter ved NSB. Ved den eldre type er skinnegangen opplagt på selve vektbrua. Under veiingen må vektbrua med vognen på løftes i været. Skinnene må da være brutt ved begge ender av vektbrua, og vognen må stå i ro mens den veies.

Ved den nyere type av vognvekter er skinnene lagt ubrutt over vekten. De er da opplagt på hver sin sidemur for vektgruben, og veiingen foregår ved at hjulflensene trykker ned et par *veieskinner* på vektbrua. Disse veieskinner ligger på innsiden av de ordinære skinner. Når vognen passerer over vekten, er det altså veieskinnene som tar hele tyngden av vognen under veiing. Veiingen kan foregå mens vognen er i langsom fart. En vognvekt av denne type er vist i fig. 205. Nederst på figuren er i litt større målestokk vist et snitt på tvers av vektbrua.

Tilsynet med vektbru og veieinnretning utføres av særskilt utdannet personale. Linjepersonalet skal påse at skinnegangen over vekten er i orden og at vektgruben holdes ren og tørr. Det er uten videre klart at det er størst slitasje på skinnene ved de vognvekter hvor skinnene er brutt ved begge ender av vektbrua.

Private sidespor er sidespor som er anlagt for vognlastgods til og fra en enkelt trafikant eller en gruppe av trafikanter. Før det kan anlegges et privat sidespor, skal det alltid foreligge en kontrakt med jernbanen. Denne kontrakt - "sidesporkontrakten" - inneholder blant annet de nødvendige bestemmelser både for anlegg og vedlikehold av sidesporet, og om hvem som skal bekoste de forskjellige arbeider. De ansvarlige tjenestemenn ved linjen har plikt til å påse at sporanlegget holdes i forsvarlig stand. Er det nødvendig å foreta utbedringer, må dette meldes til banemesteren på forhånd, så sidesporeieren kan bli underrettet før arbeidet begynner.

4. UTVENDIGE ANLEGG FOR DRIFTENS BEHOV

4.1. Vann- og kloakkanlegg.

Vanntilførselen til stasjoner, boliger og øvrige anlegg som trenger vann, ordnes enklest ved tilknytning til bestående vannverk. Det er bare i de tilfeller at dette ikke er mulig, at jernbanen bygger sine egne vanninntak med tilførselsledning. Jernbanen må også selv ordne med avløp for kloakkvann på steder hvor det ikke kan fås tilknytning til offentlig avløpsledning.

Alt arbeid med rørlegging skal utføres under ledelse av autorisert rørlegger, etter de bestemmelser som foreligger.

Til utvendige *vannledninger* brukes rør av forskjellige materialer. Mest alminnelig er galvanisert stålrør og kobberrør, men plastrør kan

også brukes hvor det er tillatt av de stedlige kommunale myndigheter. En vannledning skal legges så dypt at den er frostsikker. Hvor dypt man da må gå, er avhengig av frostmengden på stedet, hvilke jordarter som omgir vannledningen samt av snøforholdene. Snø er en god varmeisulator og kan redusere den normale frostdybde betraktelig. Under ellers like forhold er det størst risiko for at en vannledning skal fryse på steder hvor det er snøbart, f.eks. under en vei, en gate eller en stasjonstomt.

Når man skal fylle igjen en vannledningsgrøft, er det ikke likegyldig hvordan dette gjøres. Av økonomiske grunner vil man helst bruke grøftemassene til gjenfyllingen. Det kan man også gjøre, selv om man ikke har annet enn ren stein å fylle med. Men da må grøften være tatt en god del dypere enn normalt for at ledningen skal være frostsikker. Hvis grøftemassen består av blandede masser, kan man få bedret frostsikkerheten ved å foreta en viss sortering av grøftemassen, noe som i alminnelighet er mulig uten særlig kostnad. Ved gjenfylling av grøften legger man så de mest finkornige og vannbindende masser i bunnen og fyller over med de grovere og tørrere masser. Man får dermed et vått bunnlag og et tørt topplag, noenlunde på samme måte som ved masseskifting.

Grøftearbeidet er kostbart, særlig ved dype grøfter i vanskelige jordsmonn. Ved forskjellige kunstgrep kan man imidlertid redusere grøftedybden, uten at dette går ut over frostsikkerheten. I fig. 206 er vist tre grøfteprofiler som har samme beregnede frostmotstand under helt likeverdige forhold. Sammenlignet med en konvensjonelt utført grøft (vist til venstre), er grøftedybden redusert med 0,9 m når vannledningen er isolert med torv eller bark og med 0,5 m når det er lagt inn et isolerende lag av hard skumplast i grøften.

Den reduserte grøftedybde, som her er angitt for isolering med torv eller bark, gjelder for dette spesielle tilfelle og kan ikke direkte overføres på andre forhold. For isolering med hard skumplast derimot er reduksjonen på 0,5 m *almengyldig*, når plastisoleringen legges inn 0,5 m under overflaten. Denne dybde er valgt for å unngå unødig ødeleggelse av plastdekket ved tilfeldig graving. En konvensjonell grøftedybde av f.eks. 1,50 m kan altså reduseres til 1,0 m ved plastisolering av grøften.

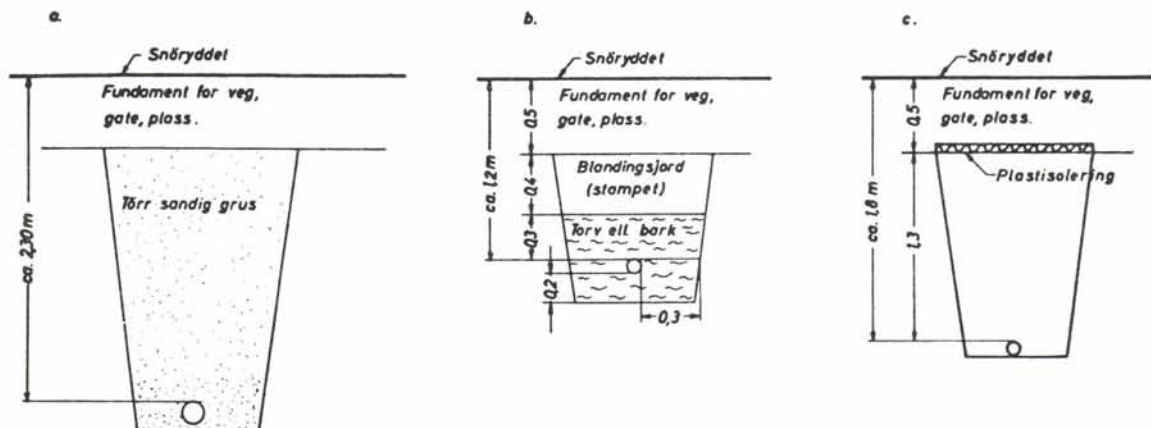


Fig. 206. Tre vannledningsgrøfter med samme beregnede frostmotstand.

Plasten skal være hard skumplast av den type som er godkjent for innlegging i sporet (se avsnitt 6.3.2, del 2, s. 37) med platestørrelse 1,0 x 1,0 m og tykkelse 5 cm. Plastdekket må ha en viss bredde så frosten ikke trenger ned til ledningen utenom dekket. Normalt bruker man hele platebredden. Men hvis vannledningen ligger dypere enn 1,0 m under plastdekket, bør bredden økes så den minst blir lik dybden ned til ledningen. Innlegging av plastdekke er godt egnet til å forbedre frostmotstanden på steder hvor en vannledning har vært utsatt for å fryse.

Til fylling av ledningsgrøften må ikke brukes fyllmasser som kan angripe ledningen, f.eks. alunskifer, slagg o.l. Det er særlig stålrør som er utsatt. Bark og torv angriper også stålrør og må ikke brukes som isolasjonsmasse rundt stålrør, da rørene vil ruste i stykker. Her bør bare brukes rør av kobber eller plast. Man kan nok i noen grad beskytte stålrør ved å dekke dem med asfalt, men asfaltbelegget kan lett bli skadet under rørleggingen og så er man like langt.

I fjellgrøfter må ledningen isoleres omhyggelig med et egnet materiale, både mot bunn og sider. Den viste isolering med bark eller torv er tilstrekkelig også i fjellgrøfter.

Galvaniserte stålrør kan innen visse grenser tåle gjentatt frysing. En frossen ledning kan tines både med varmekabel og med tinetransformator. Tining med tinetransformator må bare foregå under tilsyn av kyndig personale.

Kobberrør er uelastiske og tåler ikke gjentatt frysing. Både varmekabel og tinetransformator kan benyttes ved tining.

Plastrør tåler gjentatt frysing. En plastledning kan ikke tines ved hjelp av tinetransformator, da plasten ikke leder elektrisk strøm. Varmekabel kan brukes, men man må sikre seg at plasten ikke blir for varm, da plasten ikke tåler sterk varme.

Det er gitt offentlige bestemmelser for bruk av tinetransformator til tining av frosne vannrør. Disse bestemmelser finnes i "Instruks for bruk av tinetransformatorer" og er utgitt av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen som medmedelse nr. 1/64, datert 5. mars 1964. Brudd på bestemmelsene kan, foruten brannfare, medføre ødeleggelse av elektriske apparater som er tilkoblet tinestrømkretsen ved jordledninger.

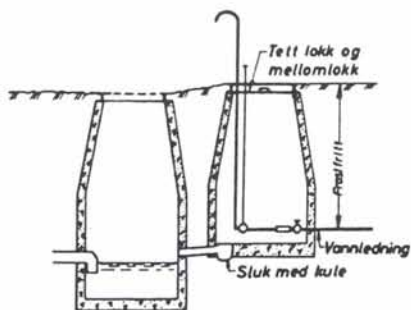


Fig. 207. Vannpost.

En vannpost med avløpskum er vist i fig. 207. Vannposten må være selv-tømmende, ellers vil den fryse. Det bores et lite hull nederst på røret til vannposten, bak stoppekranen, og ledningen vil da tømmes automatisk når kranen er stengt. For spillvannet må det legges en ledning til avløpskummen. Denne skal ha kumlokk med rist.

Kloakker er betegnelsen på lukkede avløpsledninger fra boliger, industrielle områder m.m. Avløp fra sanitærutstyr bør føres til separat spillvannsledning som er tilkoblet kommunalt renseanlegg. Avløp fra tak og

utvendige arealer bør føres til separat overvannsledning som er avsluttet ved vann eller elv. Avløp fra sanitærutstyr og utvendige arealer betegnes som fellesledning. Avløpsledninger utføres av sementrør og plast-rør med minste størrelse 100 mm (4").

Alle skjøter i en kloakkledning må tettes omhyggelig så kloakkvannet ikke kan sive ut av ledningen og infisere den omgivende grunn. Ledningen skal være anlagt slik at de enkelte rør hviler fast og sikkert på grunnen i hele rørets lengde, helst på et lag sand. Hvor grunnen ikke har tilstrekkelig bæreevne må rørene sikres ved utskifting av massen eller ved særskilt fundamentering. I fjellgrøft skal ledningen være betryggende isolert både mot bunn og sider av grøften.

Det må ikke brukes skadelig masser til fylling av grøften, så som alun-skifer, slagg m.v. I aggressiv grunn må ledningen være forsvarlig isolert eller utført av motstandsdyktige materialer. Ligger det to kloakkledninger i samme grøft, skal ledningene forskyves så meget i forhold til hverandre, at hver enkelt ledning er lett tilgjengelig. Ligger det en vannledning og en kloakkledning i samme grøft, skal vannledningen legges høyere enn overkant av kloakkledning. Den horisontale avstand mellom rørledningene (lysåpningen) skal være minst 15 cm.

I en kloakkledning skal det anordnes *stakekummer* i høyst 40 m avstand og for øvrig i store bend eller ved større endringer i fallet og dessuten ved tilslutning til en samleledning. En stakekum er vist i fig. 208.

En *septiktank* er en rens tank for avløp fra vannklosetter. Størrelsen av en septiktank må tilpasses avløpsmengden.

I fig. 209 er vist en septiktank av minste størrelse. En septiktank må tømmes med visse mellomrom. Overvann og drensvann skal ikke føres til septiktank.

Frostfarlige kummer i vann- og kloakkledninger må beskyttes ved at det legges inn halm eller annet hensiktsmessig materiale i kummene. De frosthindrende materialer legges inn om høsten og tas ut om våren.

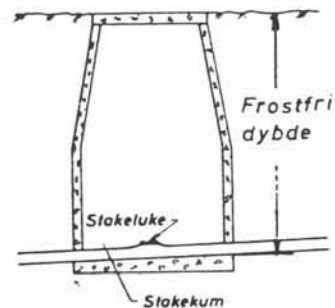


Fig. 208. Stakekum.

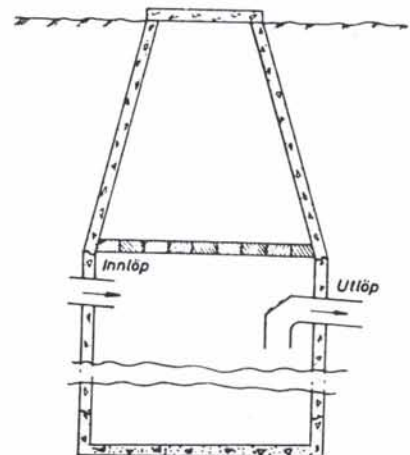


Fig. 209. Septiktank.

4.2. Anlegg for drift av lokomotiver og motorvogner.

Dampdriftens dager ved NSB kan nå betraktes som avsluttet, og de anlegg som hittil har vært nødvendige for dampdrift, blir etter hvert fjernet. Det gjelder i første rekke utstyr for kull- og vannforsyning.

På visse stasjoner må det være anlagt en *lokomotivstall*, hvor lokomotiver og motorvogner kan få nødvendig puss og ettersyn. I forbindelse med stallen finnes det gjerne et lite driftsverksted for mindre reparasjoner. Etter hvert som dampdriften er avviklet, er en rekke lokomotivstaller blitt overflødige og vil bli fjernet eller benyttet for andre formål.

Eldre lokomotivstaller er gjerne utført i ringform med adkomst til stallen over en *svingskive*. Nyere lokomotivstaller har rektangulær form med utgreining over sporveksler til de forskjellige spor i stallen, se fig. 210. Av hensyn til brannfaren må bensindrevne aggregater aldri settes på stall ved siden av et elektrisk lokomotiv, hvis det er lagt kontaktledning inn i stallen, idet elektriske gnister kan tenne bensindampen.

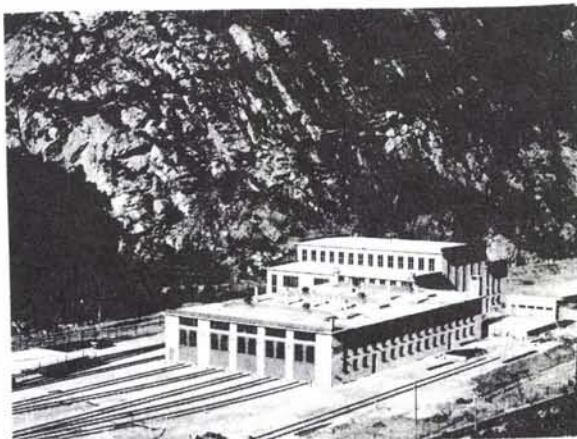


Fig. 210.
Lokomotivstall og verksted
(Krossen).

En *svingskive* er en innretning som legges inn i sporet for å vende lokomotiver og vogner. Den kan også benyttes til å føre f.eks. et lokomotiv inn på et annet spor, som nettopp nevnt under omtalen av de ringformede lokomotivstaller. Svingskiver må ikke legges i togspor, unntatt i enden av buttspor (trykk 401, § 53)

En svingskive er konstruert som en bjelkebru av stål. Den er på midten opplagt på en *svingtapp* og er omgitt av *murkransen* som et slags landkar. Murkransen er ført sirkelen rundt. Her ligger det en enkel skinnestreng til understøttelse for to løpehjul i hver ende av skiven. Både svingtapp og murkrans må være solid fundamentert ned til frostfri dybde.

Det er to typer av svingskiver i bruk ved NSB, nemlig en eldre utførelse som *svingskive med hel bærevegg* og en nyere utførelse som *leddsvingskive*, se fig. 211.

Ved svingskiver med hel bærevegg hviler *hele* svingskiven på svingtappen, når skiven er jevnt belastet. Ved ujevn belastning vil løpehjulene i den ene ende legge seg ned på kransskinnen som da vil oppta en del av belastningen fra skiven. Svingskiven blir da tyngre å snu. Skivens høyde over svingtappen kan reguleres ved boltene A i fig. 212. Største lengde på disse svingskiver er 18,0 m. De beveges i alminnelighet ved en håndspak som stikkes inn i to bøyler på svingskiven.

Ved leddsvingskiver er bæreveggene på skiven delt på midten og forbundet med ledd over svingtappen. En leddsvingskive hviler *alltid* både på svingtappen og på de fire løpehjulene, og det er ingen regulering av svingskivens høyde over svingtappen.

Svingskiver bygges nå bare som leddsvingskiver med lengde normalt 20,0 m.

De er sikrere i drift og billigere i vedlikehold enn svingskiver med hel bærevegg, hvor særlig skinneendene er sterkt utsatt for slitasje. Leddsvingskiver må beveges ved hjelp av et spill, enten drevet for hånd eller ved elektrisk motor, mest det siste.

Alle svingskiver må låses i stilling til sporet når et lokomotiv skal kjøre av eller på svingskiven. Hvor det er ført flere spor inn på svingskiven, som ved lokomotivstaller, er hvert enkelt spor ofte forlenget med en kort sporstump på motsatt side av skiven, for å hindre avsporing om et lokomotiv ved et uhell skulle kjøre for langt.

Gruben for en svingskive må holdes ren. Særlig må man passe på renholdet av murkransen, hvor kran-skinnen ligger. På snøtunge strekninger vil man risikere at gruben til stadighet blir fylt med snø. For å hindre at dette skjer, legger man et dekke av bord på skiven, helt ut til murkransen på alle kanter. Det er vannavløp i bunnen av gruben, og dette må også holdes rent.

Forsyningen av dieselolje til dieseldrevne lokomotiver og motorvogner foregår fra særskilte tankanlegg, anlagt enten over eller under jorden. Tappeanlegget har pumpe og måleinnetning etter samme prinsipp som ved en vanlig bensinstasjon for biler. Diesellokomotiver trenger også vann, når de har utstyr for togoppvarming med damp. Vannforsyningen skjer fra en vannpost med tilkoblet vannslange.

Elektriske lokomotiver og motorvogner får sin kraftforsyning i form av elektrisk strøm fra kontaktledningen. Den elektriske strømmen kommer fra kraftverk frem til *matestasjoner* ved linjen. Her blir strømmen omformet til en strømtype som passer for banedriften og ført inn på kontaktledningen. Matestasjoner blir nå som regel bygget i fjell. De ligger alle til eget sidespor.

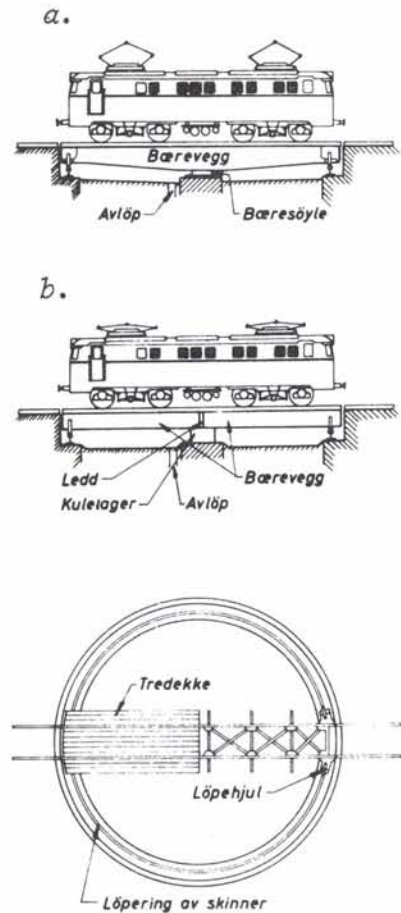


Fig. 211. Svingskiver.
a. Svingskive med hel bærevegg.
b. Leddsvingskive.

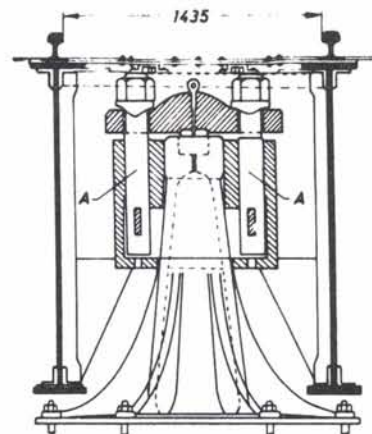


Fig. 212. Svingtapp med reguleringsbolter.

4.3. Anlegg for vogndriften.

Når et persontog er kommet frem til sin endestasjon, skal det før eller senere returnere. Er oppholdet ved stasjonen kortvarig, blir toget som oftest stående ved personplattformen. Er oppholdet av lengre varighet, må toget settes til side, så det ikke unødig opptar et togspor. På mindre endestasjoner for tog settes da toget helst på et spor i nærheten av personplattformen. På store endestasjoner med mange inn- og utgående tog lar det seg ikke ordne så enkelt. Der må det anlegges særskilte sporgrupper med plass for alle de tog som skal hen-settes, og man får en *driftsbanegård*.

På driftsbanegården skal vognene rengjøres og settes i stand for neste tur, de skal oppvarmes, batterier for lys skal lades og småreparasjoner utføres. De nødvendige anlegg for alt dette er samlet i en egen driftsbygning. Her er det også overnattingsmuligheter for kjørende personale.

Fra driftsbygningen føres det ledninger for varmt og kaldt vann frem til vannposter mellom sporene. Her finnes det også uttak for damp og elektrisk strøm for togoppvarmingen. Dessuten finner man på en driftsbanegård ofte også et tappeanlegg for dieselolje til motorvogner og av og til uttak for trykkluft til bremseprøver.

Det blir i alminnelighet temmelig mye vannsøl på våre driftsbanegårder, og det må være anlagt godt med sluk, så vannet får avløp. Likevel vil det på vinters tid ikke være til å unngå at det blir en god del arbeid med ishugging, så lenge som arbeidet med vognene i vårt klima helt og holdent foregår utendørs. Driftsbanegården må også holdes ryddig for snø så personalet kommer til for arbeidet med vognene. Men alt det utstyr som vanligvis er montert mellom sporene, vannposter m.m., gjør det vanskelig å utføre snøryddingen på en rasjonell måte.

I tillegg til den ordinære snø- og isrydding kommer alt arbeid med å fjerne den snø og is som følger med vognene. Den må jo også vekk fra driftsbanegården etter at vognene er gjort rene. Under uværperioder kan det dreie seg om store mengder (fig. 213).

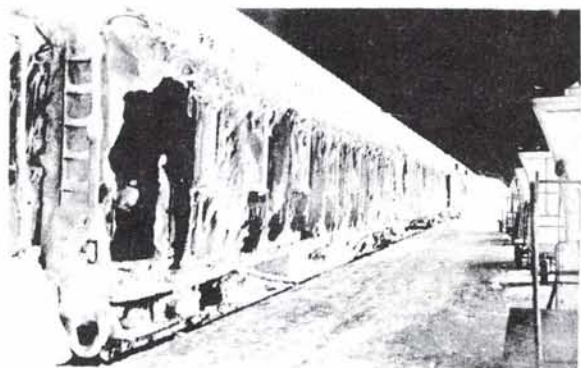


Fig. 213. Nattoget fra Nordlandsbanen på Trondheim st.
30/1 1953.



Fig. 214. Vognvaskemaskin.

En vognvaskemaskin for utvendig vognvask er vist i fig. 214. Den vasker og skyller vognene ved hjelp av roterende børster, idet vognene i langsom fart passerer maskinen. En slik maskin er meget arbeidssparende. Dessuten oppnår man at vannforbruket på den øvrige del av tomten blir sterkt redusert. Maskinen kan ikke brukes om vinteren. Det finnes bare et begrenset antall vognvaskemaskiner ved NSB.

Mens en driftsbanegård er et anlegg for behandling av personvogner, er en *skiftebanegård* helt og holdent anlagt for godsvogner. Her foregår den nødvendige skifting for sortering av vogner som kommer eller skal gå i godstog.

Skifting foregår ellers på alle stasjoner. Men det er ikke det samme som at hver stasjon har sin skiftebanegård. Det har vi først når skiftingen får så stort omfang at den må foregå på egne spor og sporgrupper, som utelukkende er reservert for skiftearbeidet. Det er bare på et fåtall av våre største stasjoner at det er anlagt skiftebanegård.

Sorteringen av godsvogner i en skiftebanegård foregår hovedsakelig en vei. Det er derfor gunstig om skiftesporene ligger i slakt fall, så vognene mest mulig kan rulle langsomt av seg selv, når de er kommet i fart. For å sette vognene i fart, kan de føres over en *skifterygg* eller en *fallrampe*. En skifterygg er en lokal forhøyning av sporet i skifteveien. En fallrampe er et lengre parti i skifteveien hvor sporet ligger med økende fall.

For å stoppe en vogn som skiftes, bruker man under enkle forhold en *bremsesko*, se fig. 215. Den legges på den ene skinnestreng i passende avstand fra det sted hvor vognen skal stoppe. Når vognen er stoppet, ruller den litt tilbake og bremseskoen blir fri.

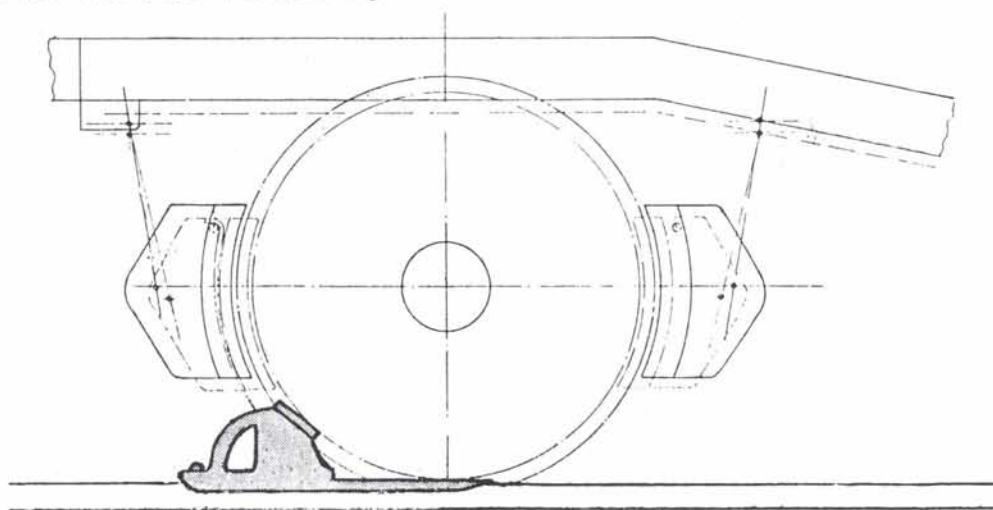


Fig. 215. Bremsesko.

Den største skiftebanegård ved NSB er Alnabru S. Den har en lengde av henimot 2 km og er anlagt med fallrampe. På forskjellige steder i skifteveien er det innlagt *sporbremser*, dels for å holde vognene tilbake og dels for å regulere hastigheten på frittlopende vogner under skiftingen.

En sporbremse er vist i fig. 216. De er utstyrt med en eller to *bremsebjelker* ved hver skinnestreng, og bremsingen foregår ved at bremsebjelkene trykkes mot hjulringene på vognen. Bremsebjelkene manøvreres ved hjelp av trykkluft. De styres elektrisk fra manøvreringstårnet (stillverket), enten automatisk eller for hånd.

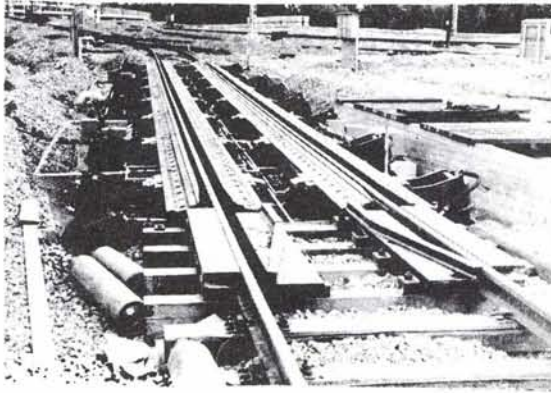


Fig. 216. Skinnebremse.

En skiftebanegård må holdes ryddig. Det må ikke legges igjen redskap som folk kan snuble i, verken ved siden av eller i sporene. Bremse- sko skal således etter bruken alltid legges opp på en bukk, anbrakt mellom sporene. Når det skal utføres et arbeid på en skiftebanegård og arbeidsstedet kan bety et farepunkt for skiftepersnalet, da bør arbeidet alltid planlegges etter samråd med den stedlige leder for skiftebanegården.

Om vinteren må hele skiftetomten ryddes for snø snarest mulig etter snøfall. Er tomten islagt, må den sandstrøs.

D E L 5

L I N J E T J E N E S T E N

1. LINJETJENESTEN OG DENS OPPGAVER

1.1. Linjetjenestens organisasjon.

Linjetjenesten har som oppgave å holde den banetekniske del av linje og stasjoner i driftsmessig god stand samt å utføre sikkerhetstjeneste ved linjen. *Linjebevoktning* inngår som en del av sikkerhetstjenesten.

De forskjellige linjestrekninger er inndelt i *baneingeniørområder*, f.t. 18 stk., og disse er videre inndelt i *banemesterstrekninger*, f.t. i alt 52 stk.

Ved hver banemesterstrekning er det etablert en eller flere *visitasjonsstrekninger*. Disse har varierende lengde på grunn av ulikhetene ved vårt banenett. For tiden har vi i alt 141 visitasjonsstrekninger. På hver strekning er det tilsatt en baneformann som på heltid utfører visitasjonen og har det sikkerhetsmessige ansvar for at strekningen er i forsvarlig stand.

På hver banemesterstrekning er det etablert *ambulerende* arbeidslag som ved hjelp av maskiner og teknisk utstyr utfører de forskjellige vedlikeholds- og fornyelsesarbeider.

Større skinnegående arbeidsmaskiner som disponeres sentralt, utfører sporarbeider over flere banemesterstrekninger og i flere distrikter.

Denne organisasjonsform har vært praktisert siden 1965 og har virket tilfredsstillende.

Den rivende tekniske utvikling vi er inne i endrer stadig forholdene, og det kan bli aktuelt å foreta endringer i linjetjenestens organisasjon, hvis dette er hensiktsmessig.

1.2. Utførelse av linjetjenesten.

Alminnelige bestemmelser for linjetjenesten er gitt i trykk 401, §§ 66-82. Særinstrukser for linjetjenesten finnes i trykk 370 og 373. Foruten disse trykk finnes det bestemmelser for linjetjenesten i en rekke andre trykk, som det er henvist til på forskjellige steder i boken.

En del av personalet ved linjen har altså som hovedoppgave å utføre arbeidet med vedlikehold og fornyelse, mens andre skal utføre linjevisitasjonen. Under denne skal det føres tilsyn med at alle innretninger

i og langs sporet er i driftsmessig god stand, samtidig som mindre reparasjonsarbeider utføres så sant det passer. Det er i første rekke linjevisitøren som har ansvaret for at togene kan fremføres sikkert med største tillatte kjørehastighet.

En slik ordning kan bare funksjonere tilfredsstillende når det er etablert et godt samarbeid over hele linjen. Det er da først og fremst nødvendig at det er god kommunikasjon mellom de enkelte ledd i kjeden, mellom linjevisitør og banemester og derfra til de enkelte arbeidslag, så en oppstått feil kan bli utbedret snarest mulig. I en kritisk situasjon har linjevisitøren både rett og plikt til selv å tilkalle nødvendig assistanse, hvis han ikke i tide får kontakt med sin banemester eller annen overordnet.

Man må være oppmerksom på at tilsynet og vedlikeholdet ikke bare er begrenset til jernbanens eget område. Det skal omfatte alle forhold som truer eller kan komme til å true driftssikkerheten, uansett om disse ligger innenfor eller utenfor jernbanens område.

Feilsøking er en meget viktig del av vedlikeholdet. Det er i første rekke linjevisitøren som har det daglige ansvar for denne del av arbeidet i forbindelse med linjevisitasjonen. Han må konsentrere seg om å finne de feil og mangler som måtte forekomme, og - noe som er like viktig - han må så vidt det er mulig søke å finne årsaken. Dette er av avgjørende betydning for et rasjonelt vedlikehold.

Når vi vet at det er vann som direkte eller indirekte er årsak til det meste av skadene og vedlikeholdet i linjen (avsn. 5, side 29), er det både naturlig og nødvendig at det føres skarpt tilsyn med at alle vannløp er i orden, både de som fører vann gjennom linjen og de som fører vann langs linjen. Særlig omhyggelig må man være med tilsynet der hvor linjen ligger i bratt lende som kan være rasfarlig, hvis vannet tar seg vei på egen hånd utenom de kontrollerte løp. Oppstår det feil i et vannløp, må feilen utbedres hurtigst mulig. Det å holde stikkrenner og alle andre vannløp i orden, er et av de viktigste ledd i arbeidet med å skape et banelegeme som er mest mulig stabilt og dermed også driftssikkert.

Det er av meget stor betydning, både for sikkerheten og for vedlikeholdets økonomi, at linjen er mest mulig fri for ujevne setninger. Uansett om årsaken finnes i underbygningen eller i ballasten, vil nemlig ujevne setninger bevirke feil i vindskjevheten i sporet. Disse feil kan som kjent i ugunstige tilfeller føre til avsporinger. Dertil kommer at ujevne setninger i underbygningen kan være et tegn på forestående ras eller langsom glidning.

Når det gjelder feil i vindskjevheten, må man være klar over at det er ganske umulig å se en slik feil bare ved hjelp av det blotte øye, selv om feilen er grov. Den kan bare finnes ved måling. På de viktigste banestrekninger blir det regelmessig kjørt målevogn for kontroll av sporets justering. Da blir også størrelsen av vindskjevheten registrert. Men det går forholdsvis lang tid mellom hver gang målevognen kjøres, og i mellomtiden må også sporet være under kontroll. Det kan gjøres ved kjøring av sporkontrollvogn som vil gi et korrekt bilde av sporets justering. Men det er ikke alltid at man kan få kjørt en sporkontrollvogn over strekningen når det er ønskelig eller nødvendig. Da kan linjevisitøren foreta en grovkontroll av sporets justering ved å kjøre over visitørstrekningen på lokomotiv. På grunnlag av egne iakttagelser og opplysninger fra lokalkjent lokomotivfører, vil han da så noenlunde få fastlagt beliggenheten av de punkter i sporet hvor det er justeringsfeil som må undersøkes nærmere.

På de steder hvor det er ujevne setninger i sporet, vil man ofte finne sviller med blindslag, men ikke alltid. Finner man imidlertid blindslag, kan man med ganske stor sikkerhet gå ut fra at her har man en ujevn setning som må rettes. De løse sviller må straks underpakkes. Samtidig må man kontrollere vindskjevheten i sporet ved måling med vater, som angitt i Del 5, avsnitt 5.3, side 182, Innmålinger og kontrollmålinger.

På strekninger med helsveiset spor er kravet til nøyaktig justering meget stort, både i side og høyde. Sviller med blindslag må øyeblikkelig underpakkes, og rampene er farligst for avsporing.

Det kan også oppstå ujevne setninger i sporet under og etter et arbeid som forstyrrer sporleiet, f.eks. ved masseskifting og ballastskifting. Under og etter slike arbeider må sporet holdes under nøyaktig kontroll, så farlige feil i justeringen kan unngås. Overhøyderampene er særlig ømfintlige. Der legger den nye vindskjevheten seg oppå den som er fra før og allerede er på grensen av det tillatte.

Et jevnt og godt vedlikehold er i lengden det som er sikrest og mest økonomisk. Forekommende feil som kan utvikle seg til større skader, må derfor rettes så tidlig som mulig. Et rasjonelt vedlikehold omfatter imidlertid noe mere enn bare det å holde de forskjellige konstruksjoner ved like, slik som de en gang var utført. Det omfatter også eventuelle forbedringer som kan redusere kravene til senere vedlikehold. Når en skade skal utbedres, kreves det derfor av den som skal forestå arbeidet at han har rede på hvordan dette best skal gjøres, og at han er klar over årsaken til skaden.

Vedlikeholdet vil aldri kunne opphøre på en bane i drift. Men etter hvert som linjens standard blir bedre, vil vedlikeholdet bli redusert, og tilsynet (visitasjonen) kan forenkles uten at det går ut over sikkerheten. Medvirkende til dette er også den hjelp man får ved at sporets justering blir kontrollert ved kjøring av målevogn og sporkontrollvogn. Det samme gjelder ettersøking av feil i skinnene ved kjøring av skinnegranskingsvogn. For lokale kontroller kan også en ultraundersøkelse foretas med f.eks. en spesialtralle, men den er for langsom til annet bruk.

Vi må aldri glemme at det er linjepersonalet, hver på sin plass, som er pålagt ansvaret for linjetjenesten og dermed også ansvaret for vedlikeholdet og linjens driftsmessige sikkerhet. Tilsynet med linjen kan derfor ikke begrenses til det tilsyn som utføres av linjevisitørene under visitasjon og befaring.

Enhver tjenestemann ved linjen har plikt til å rette på feil eller å gi melding om feil som han måtte oppdage, når han ferdes etter linjen. Er det en feil som er farlig for driftssikkerheten, må han gjøre det som gjøres kan for å forhindre en ulykke.

Men linjevisitørens oppgave er ikke bare begrenset til å utføre tilsyn. Dette er riktignok hans primære oppgave, men han har også plikt til å utføre det vedlikeholdsarbeid som han kan overkomme alene, når dette kan gjøres uten å forsømme tilsynet. I trykk 370.5 er det regnet opp en del oppgaver som han skal ta seg av. Jo lengre banestrekningene er, desto mer er banemesteren avhengig av informasjon fra linjevisitøren, som blir banemesterens "øyne og ører".

2. PERSONALETS FORHOLD I TJENESTEN

2.1. Alminnelige krav til personalet.

Jernbanen er en transportbedrift og hvis bedriften skal fylle sin oppgave, må togene rulle. Personalet er fordelt på et stort antall arbeidsplasser og har høyst forskjellige arbeidsoppgaver. Men uansett hvor de er og hva de gjør, er arbeidet for hver enkelt tjenestemann lagt opp med det for øye å holde jernbanedriften i gang. Bak hvert eneste tog som går, ligger det derfor arbeid som er utført av en lang rekke tjenestemenn innen de forskjellige arbeidsgrener ved jernbanen, herunder også innen linjetjenesten. Et godt resultat er avhengig av at hver enkelt tjenestemann gjør sin plikt etter de bestemmelser som foreligger. Han må da kunne sitt fag og ha evne og vilje til å gjøre godt arbeid. Noe som er like viktig, ha evne og vilje til samarbeid.

For at togtrafikken skal gå trygt og sikkert, må det også stilles visse alminnelige krav til enhver tjenestemann som er beskjeftiget ved jernbanen. Disse krav finnes i de alminnelige personalbestemmelser i trykk 201, Personalhåndboka for NSB, avsnitt 03.

Viktige krav som må stilles til personalet, er bl.a.:

- *disiplin*
- *orden*
- *nøyaktighet*

Disse tre begrepene kan sammenfattes i ett eneste begrep, *ansvarsbevissthet*.

Disse kravene er for så vidt ikke særegne for jernbanen, men gjelder enhver bedrift som skal være levedyktig.

Med *disiplin* forstås lojalitet og lydighet overfor de foresatte. Man skal følge de alminnelige instruksjoner og bestemmelser samt de tjenestlige ordrer som er gitt for de enkelte tilfeller av foresatte. En tjenestlig ordre kan diskuteres med ens foresatte når det er saklig grunn til det, men når ordren er endelig gitt, skal den følges.

Orden og planmessighet er nødvendige forutsetninger for å kunne utføre et arbeid godt og økonomisk. Redskap og materialer skal oppbevares beskyttende og oversiktlig, så vi vet hva vi har og hvor vi har det, og slipper å kaste bort tid med å lete. Orden på *arbeidsplassen* minsker risikoen for arbeidsulykker, samtidig som arbeidsplassen blir triveligere.

Det skal likeledes holdes god orden på og langs *linjen*, det gir øket sikkerhet og samtidig et tiltalende inntrykk overfor naboer og trafikanter. Man finner raskere en feil, som f.eks. en utvasking, i en vel avplanert skråning enn i en skråning som er uregelmessig og/eller uryddig. *Et arbeid i og langs sporet kan derfor ikke regnes som avsluttet før arbeidsplassen er ryddet og satt i god stand.*

Nøyaktighet er et ufravikelig krav ved jernbanen. Alle ordrer skal utføres *nøyaktig* og til *fastsatt tid*. Kravet til nøyaktighet omfatter også *utførelsen* av de forskjellige arbeider. Man skal ikke bare være

nøyaktig med målene, selve arbeidet skal utføres nøyaktig som forutsatt. Man må ikke falle for fristelsen til å spare tid ved å utføre arbeidet lettvint, hvis utførelsen derved blir dårligere.

Vi har ovenfor nevnt kravet til *faglig dyktighet*. Det er viktig at personalet har gode kunnskaper i sitt fag og nytter enhver leilighet til å lære mere. Men det er ikke nok å vite *hvordan* et arbeid skal utføres, vi må også forsøke å lære *hvorfor* det og det skal gjøres slik og slik. Etter hvert som vi lærer det, vil vi bedre forstå sammenhengen i det hele og har fått forutsetninger for å være med på å føre utviklingen videre.

2.2. Formannen og laget.

Det aller meste av arbeidet ved linjen utføres av arbeidslag som kan bestå av to eller flere mann. Et arbeidslag må være godt organisert så det virker som en enhet og ikke som en forsamling av enkeltpersoner. For at dette skal skje, må det være en mann ilaget som har myndighet over de andre, laget må ha en *formann*.

Formannens oppgave er å være den stedlige arbeidsleder for laget, og det er han som har det nærmeste ansvar for at laget arbeider godt og riktig. Stillingsinstruks for formannen finnes i trykk 370.4.

En formann vil daglig bli stillet overfor en rekke oppgaver som han må løse, hvis arbeidet skal gå godt. Det kan oppstilles tre viktige betingelser, som alle må oppfylles for å få et godt resultat av formannens og lagets arbeid. Det er *god fagkunnskap, god planlegging og godt samarbeid*.

Kravet til faglig dyktighet er selvfølgelig for formannen som skal lede arbeidet og påse at det blir godt og riktig utført. Men det er jo også helt klart at arbeidet går raskere og lettere unna, når hver mann i laget kjenner sin del av arbeidet. Formannen skal derfor benytte enhver passende anledning til å instruere laget om detaljer, så hver enkelt kan lære mest mulig om det arbeid han utfører. *Formannen må ta seg særskilt av aspiranter, og sørge for at de får en best mulig allsidig praksis så lenge de arbeider i laget.*

Det er videre formannens oppgave å *planlegge* utførelsen, så arbeidet går raskt og greit unna. Arbeidsplanen må på forhånd være klar for hver ny fase i arbeidet. Når arbeidet da startes opp, skal hver enkelt mann med en gang få anvist sin arbeidsplass, så man unngår å lage dødtid for laget mens man spekulerer på fordelingen. *Materialer og redskap skal finnes på arbeidsstedet i det øyeblikk behovet er der.* Nødvendige bestillinger må derfor være sendt inn i god tid.

Samarbeid kan bare etableres i et lag når disiplinen er god. Formannen må derfor først og fremst sørge for at laget respekterer ham. Men godt samarbeid er avhengig av noe mere, nemlig at det består et *tillitsforhold mellom formannen og laget*. Laget må ha tillit til sin formann og denne må på sin side kunne stole på laget. Når det er etablert et slikt tillitsforhold, vil samarbeidet følge av seg selv.

Men kravene til samarbeid går videre. Formannen må kunne opptre slik at også hans foresatte får tillit til ham, og han må gjøre sitt til at det kan etableres et godt og tillitsfullt samarbeid til alle sider.

En utenforstående vil som oftest merke lite eller ingenting til formannen i et lag hvor det er godt samarbeid. Han er nok der og må også være der for å øve kontroll, men det meste av hans arbeid som formann vil kunne foregå i stillhet, når hver mann vet hva han skal gjøre og gjør det. Da viser laget disiplin på den måte som er aller best, ved *selvdisiplin*.

Formannen skal påse at laget holder den fastsatte arbeidstid helt og fullt og nytter arbeidstiden effektivt. Om anvendelse av overtid vises til avsnitt 4.2. Videre skal formannen påse at laget følger gitte forskrifter og bestemmelser, herunder de verneregler som er aktuelle for det arbeid som pågår. Detaljer finnes i avsnitt 4.3. Om meldinger og rapporter vises til avsnitt 3.

Under planleggingen av dagens arbeider, og senere under fremdriften, må formannen stadig ha rettidig toggang i tankene. Der det er lett adgang til telefon eller vedlikeholdsradio er tatt i bruk, kan arbeidslaget også dra nytte av forsinkelser i toggangen ved å forespørre i god tid.

Formannen skal også påse at maskiner og redskaper blir behandlet med forstand, at det regelmessige vedlikehold som smøring og oljeskift på maskinene blir fulgt, og at det ikke sløses med materialer. Det skal tas vare på brukte materialer som kan nyttiggjøres senere. En arbeidsmaskin skal meldes ledig når det ikke lenger er behov for den. Dette skal gjøres selv om ledigheten blir forholdsvis kortvarig. Det kan nemlig være behov for maskinen et annet sted i mellomtiden. Men formannen må da samtidig melde fra til hvilken tid han må ha maskinen tilbake igjen.

Formannen fører de foreskrevne lister og oppgaver som sendes nærmeste foresatte til fastsatte tider. Lister og oppgaver skal være ført nøyaktig, også når det gjelder konteringen. Feilaktig kontering vil føre til at regnskapene gir et uriktig bilde av utgiftenes fordeling. Da blir også de erfaringsresultater som man trekker ut av regnskapene gale. For større arbeidsmaskiner skal maskinkjørerne sende inn ukentlige maskinrapporter. Det er formannens plikt å påse at disse rapporter er fullstendige og sendes inn i rett tid.

De fleste arbeidslag ved linjen er små lag hvor formannen arbeider sammen med resten av laget. Han må bare ikke glemme det ansvar han har som formann. I samme stilling står en tjenestemann som er beordret til å utføre sikkerhetstjeneste for et arbeidslag. Når forholdene tillater det, er det både naturlig og riktig at han deltar i lagets arbeid. Men han må huske på at det er sikkerhetstjenesten som er hans viktigste oppgave, en oppgave som han alene er ansvarlig for.

Er arbeidslaget meget stort, blir gjerne arbeidsledelsen så krevende at formannen ikke får anledning til selv å delta i utførelsen av arbeidet. Om det trengs, må han da få assistanse av underformenn som arbeider i laget. Men det er fremdeles formannen som står som den ansvarlige for lagets arbeid.

3. MELDINGER OG RAPPORTER

Når det forekommer uregelmessigheter på linjen som ens foresatte bør eller må ha kjennskap til, skal det sendes *melding* eller *rapport* om forholdet. Med melding forstås en *mundlig* underretning, enten gitt direkte eller pr. telefon. Rapporter (også kalt innberetninger) er *skriftlige*.

Ved uhell og uregelmessigheter som har innflytelse på jernbanedriften, skal melding og rapport sendes etter de bestemmelser som er gitt i trykk 401, § 75, punkt 4, samt i trykk 427. Det vises til disse trykk.

I trykk 370.4 og 370.5 er vist til enkelte bestemmelser i lov og offentlige forskrifter som personalet må ha kjennskap til. Det gjelder hovedsakelig de forhold som er nevnt nedenfor.

Avstanden fra hus til jernbanens grense skal ikke være mindre enn husets halve høyde og aldri mindre enn 4,0 m, hvis ikke annet er bestemt for det enkelte tilfelle (Bygningsloven). Jernbaneloven bestemmer at lett tennbare ting ikke må oppbevares i mindre avstand enn 25 meter fra nærmeste skinne i spor "uten i hus av mur eller under annen ildfast overdekning, dog således at det i innhøstingstiden kan has mindre opplag av høy, korn og dess like i en avstand av inntil 12,5 m."

Om hva som forstås med lett tennbare ting, se "Forskrifter for brannvern", trykk 402.

Uten særskilt tillatelse må det ikke oppføres hus nærmere høyspentledning enn 6 meter (Statens forskrifter for elektriske anlegg). Avstanden regnes fra isolator når masten står på samme siden av ledningen som huset.

Hvis personalet får kjennskap til forestående oppførelse av privat hus, som med noen del av huset blir liggende i en avstand fra jernbanens grense, spor eller høyspentledning som er mindre enn de her anførte minsteavstander, skal melding straks sendes nærmeste foresatte.

4. BESTEMMELSER OM ARBEIDERVERN OG ARBEIDSMILJØ

Blant de forskjellige bestemmelser som gjelder for linjetjenesten, finnes det også en del som angår arbeidervern og arbeidsmiljø. Bestemmelsene går ut på å sikre sunne og trygge arbeidsvilkår for de tilsatte, blant annet ved regulering av arbeidstiden, vern mot arbeidsulykker og helseskader, utvikling av et godt arbeidsmiljø m.m.

I det etterfølgende skal det gis en kort orientering om disse bestemmelsene.

4.1. Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø m.v.

Lov om arbeidervern og arbeidsmiljø m.v. eller "Arbeidsmiljøloven" som den kalles til daglig, inneholder samfunnets grunnbestemmelser for arbeidervern og arbeidsmiljø. Med arbeidstaker forstås etter loven "enhver som utfører arbeid i annens tjeneste".

Arbeidsmiljøloven gjelder for all virksomhet ved linjen, også lovens alminnelige bestemmelser for arbeidstiden. Sammenhengen mellom disse og Statsbanens egne arbeidstidsbestemmelser er omtalt i neste avsnitt.

Arbeidsmiljølovens bestemmelser om ansettelse, oppsigelse og avskjed m.v. gjelder imidlertid ikke for NSB's personale, idet slike forhold for statsansatte er regulert i Tjenestemannsloven (NSB-trykk 201, hovedavsnitt 1, Tilsetting og avskjed).

Enhver bedrift som kommer inn under arbeidsmiljøloven og bestemmelser gitt i medhold av loven (forskrifter m.v.) er pliktig til å følge bestemmelsene uten påtrykk. Arbeidsgiveren har ansvaret for gjennomføringen av loven, og loven inneholder bl.a. arbeidsgiverens, arbeidstakernes og arbeidsledernes plikter innenfor loven. Tilsyn med at bestemmelsene blir overholdt, er pålagt Statens arbeidstilsyn som er organisert i et direktorat og distriktsvise arbeidstilsyn. Tilsynet med bruk og behandling av ildsfarlige stoffer og av sprengstoff er underlagt Statens sprengstoffinspeksjon.

4.2. Arbeidstidsbestemmelsene.

Arbeidsmiljølovens grunnbestemmelser om arbeidstiden gjelder for alt personale ved Statsbanene. Lovens bestemmelser er imidlertid for visse grupper av personale erstattet med Statsbanenes egne arbeidstidsbestemmelser som er utarbeidet på grunnlag av arbeidsmiljøloven og avtaler med personalet. Bestemmelsene er inntatt i trykk 201, hovedavsnitt 71, og gjelder også for banepersonalet.

Når vi studerer arbeidstidsbestemmelsene, må vi være klar over deres sosiale karakter. De skal sikre personalet både en rimelig arbeidstid og en rimelig fritid. Overtid skal kun brukes når det er absolutt påkrevet, og omfanget av overtid som kan pålegges den enkelte tjenestemann, er begrenset.

Fordi overtid bare er tillatt anvendt i begrenset utstrekning, er det viktig å legge arbeidet opp slik at det ikke oppstår overtid.

I gitte tilfeller kan det lett oppstå *unødig* overtid, f.eks. under ekstraordinære forhold når det etter en avsporing må arbeides langt ut over kvelden for å rydde linjen. Møter vi så opp til ordinær tid neste morgen, kan det hende at oppholdet mellom de to dagsverk blir kortere enn bestemt og medfører beregning av overtid. Dette kan unngås ved at tidspunktet for fremmøtet neste dag utsettes.

Forholdet er utførlig behandlet i arbeidstidsbestemmelsene, og det vises særlig til § 40, der *enhver tjenestemann* er pålagt plikt til å varsle nærmeste foresatte i tilfelle det oppstår en situasjon som nevnt ovenfor.

I et arbeidslag er det først og fremst formannen som skal ha oversikt over arbeidsforholdene til enhver tid og ha et våkent øye for situasjoner og hendelser som eventuelt kan føre til overtid, f.eks. inntreffende uhell. Oppstår slike situasjoner, skal han gjøre banemesteren oppmerksom på forholdet så overtid kan unngås ved omlegging av tjenesten neste arbeidsdag, hvis dette er mulig. Får han ikke tak i banemesteren, er formannen pliktig til å ta avgjørelsen på egen hånd.

4.3. Vernetjenesten.

Utgangspunktet for arbeidsmiljøloven har vært å lage en lov som dekker alle sider ved arbeidet som virker inn på arbeidstakernes fysiske og psykiske helse og velferd. Loven skal gi arbeidstakerne vern både mot ulykker og yrkessykdommer og mot slitasje, stress og vantrivsel. Lovens fremste mål er å sikre et arbeidsmiljø som gir arbeidstakerne full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger. Det vil være en oppgave innenfor linjetjenesten stadig å arbeide fremover mot dette målet. Loven stiller krav om så vel en løpende utvikling av arbeidsmiljøet som krav om en minstestandard som ikke kan fravikes og som hovedsakelig går på spørsmålet om liv og helse.

Under bestemmelsene om arbeidstakernes plikter heter det at arbeidstakerne skal medvirke med gjennomføringen av de tiltak som blir satt i verk for å skape et sunt og trygt verne- og miljøarbeid i virksomheten. Arbeidstakerne skal utføre arbeidet i samsvar med påbud og instruksjoner fra overordnet eller fra arbeidstilsynet. De skal bruke påbudt verneutstyr, vise aktsomhet og ellers medvirke til å hindre ulykker og helseskader.

Bli arbeidstakerne oppmerksomme på feil eller mangler som kan medføre fare for liv eller helse, skal de, dersom de ikke selv kan rette på feilen eller mangelen, straks underrette arbeidsgiveren eller den arbeidsgiveren har gitt fullmakt, verneombudet og i nødvendig utstrekning andre arbeidstakere.

En arbeidstaker som anser at arbeidet ikke kan fortsette uten å medføre fare for liv eller helse, skal avbryte sitt arbeid. Arbeidstakere som blir skadet i arbeidet eller pådrar seg sykdom som de mener har sin grunn i arbeidet eller forholdene på arbeidsstedet, skal melde fra til arbeidsgiveren eller dennes representant.

I ett eget punkt i loven om arbeidstakere heter det at arbeidstakere som har til oppgave å lede eller kontrollere andre arbeidstakere, skal påse at hensynet til sikkerhet og helse blir ivaretatt under planlegging og utførelse av de arbeidsoppgaver som hører inn under deres ansvarsområder.

Som nevnt er det Statens arbeidstilsyn som påser at bestemmelsene i arbeidsmiljøloven blir overholdt, også med hensyn til rene verne- og miljøtiltak. Dette gjelder således for alt arbeid ved linjen. Arbeidstilsynets personale skal til enhver tid ha adgang til arbeidssteder som kommer inn under loven og alle tjenestemenn er forpliktet til å gi Arbeidstilsynet de opplysninger som ønskes. Men det er bedriften selv - altså også NSB - som i første rekke uten påtrykk fra Arbeidstilsynet skal sørge for at lovens bestemmelser følges og at de nødvendige tiltak blir gjennomført. Den interne kontroll med dette er ved NSB pålagt bedriftens verne- og arbeidsmiljøorganisasjon i samarbeid med administrasjonen.

Verne- og arbeidsmiljøvirksomheten er bygd på grunnlag av Arbeidsmiljøloven, forskriftene til loven og NSB's egne bestemmelser i trykk 201, kap. 42, om verne- og miljøarbeid. Arbeidsplassene er innordnet i verneområder. For hvert verneområde er oppnevnt verneombud. Ordinært har linjetjenesten verneombud felles med øvrige (unntatt elektro, kjørende personale og anlegg) fagområder. Hvert verneområde omfatter et nærmere fastlagt geografisk område. Ambulerende lag i linjetjenesten har egne verneombud. For hvert distrikt,

hovedverksted, Hovedadministrasjonens avdelinger og Jernbaneanlegget Oslo Sentralstasjon er oppnevnt et arbeidsmiljøutvalg.

Statistikken over skader og dødsulykker forteller oss at linjen er en farlig arbeidsplass. I tjenestetrykkene for linjetjenesten er det inntatt bestemmelser som er rene verneregler. Bestemmelsene er dels utgitt som egne trykk og dels som bestemmelser i tjenestetrakter. Det er en ufravikelig verneregel at det må være en vane å følge bestemmelsene, selv om vi mener at det ikke er fare på ferde. Dette gjelder ikke minst for de bestemmelser som finnes i trykk 370.4 og trykk 370.5 om personalets plikt til å holde seg underrettet om toggangen.

Trykk 423.2 inneholder rene verneregler. Det omhandler "*For- skrifter for bruk og vedlikehold av løfteinnretninger og løfteredskap*".

I trykk 411, punkt 1, er inntatt "*Alminnelige sikkerhetsbestemmelser for høyspenningsanlegg*". Bestemmelsene gjelder alt personale som tjenestegjør på strekningen eller steder med utstyr for elektrisk banedrift. Det vises til dette trykk. Det er her fremhevet at bestemmelsene må følges nøyaktig, så ulykker kan unngås. Vi må da kunne bestemmelsene, så vi reagerer hurtig og riktig under de forskjellige forhold. Tidsnød eller uforutsette forhold må ikke under noen omstendighet medføre at bestemmelsene tilsidesettes. Vær oppmerksom på forbudet mot å arbeide i "farlig nærhet" av høyspente ledninger og deler. Legg merke til at forbudet også gjelder de redskaper som brukes, så som kraner og gravemaskiner. Viktige verneregler er også inntatt i trykk 373.3. For øvrig vises til gjeldende instruksjoner og bestemmelser.

I tillegg til de foran nevnte verneregler, inntatt i de alminnelige reglementer og instruksjoner, finnes det også et lite hefte uten trykknr. Heftet heter "*Tenk deg om. Verneregler for arbeid på linjen*" og inneholder en del elementære verneregler. Heftet skal være utdelt til alt fast tilsatt og stadig tjenestegjørende ekstrapersonale ved linjen.

Foruten Statsbanenes egne verneregler har vi en del verneregler som er utgitt av Statens arbeidstilsyn. De er utgitt som forskrifter og har samme gyldighet under arbeid på linjen som Statsbanenes egne instruksjoner og forskrifter. Enhver arbeidsleder må derfor også kjenne de forskriftene og andre bestemmelser som er aktuelle for hans arbeid. Forskriftene til arbeidsmiljøloven blir av og til revidert, men de beholder sitt såkalte bestillingsnummer. Fullstendig fortegnelse over gjeldende forskrifter blir gitt ut av Statens arbeidstilsyn, Direktoratet.

Av de hittil (1979) utsendte Bestillingsnr. er nedennevnte av særlig interesse for linjetjenesten:

Bestillingsnr. (Under revisjon, vil bli utgitt i 1982-83).
Rettledning for arbeid i grus- og sandtak.

Bestillingsnr. 151.
Rettledning for graving og avstiving av grøfter.

Bestillingsnr. 166.
Regler for bruk av sprengstoff. (Utgitt av Sprengstoffinspeksjonen.)

Bestillingsnr. 192.
Sikkerhetsregler for trykkluftanlegg.

Bestillingsnr. 221.
Maskiner, redskap og verktøy.

Bestillingsnr. 234.
Ufrivillig tenning ved elektrisk skyting under tordenvær.

Bestillingsnr. 250.
Personlig verneutstyr.

Bestillingsnr. 264.
Ståltau.

Bestillingsnr. 272.
Stillaser m.v.

I tillegg til disse bestemmelser som er utgitt av Arbeidstilsynet, finnes det bl.a. offentlige bestemmelser for transport og lagring av sprengstoff. Dette er omtalt i avsnitt 8, pkt. 8.1., side 54.

Dampkjeler er i sin alminnelighet underlagt tilsyn av Arbeidstilsynets kjelkontroll. Tilsynet omfatter dog ikke små dampkjeler med lavt arbeidstrykk (opp til 1 bar overtrykk, tilnærmet 1 Kp/cm²). Ingen av de dampkjelene som for tiden brukes ved linjen for opptining av gjenfrosne stikkrenner er underlagt Kjelkontrollens tilsyn, idet arbeidstrykket ligger under den fastsatte grense.

Arbeidslederen (formannen for laget) har det daglige ansvar for at gjeldende verneforskrifter blir fulgt. Brudd på forskriftene kan, i henhold til arbeidsmiljøloven, føre til straffeansvar. Videre skal arbeidslederen sørge for at de nødvendige tiltak for førstehjelp blir satt i verk når det er hendt en ulykke. Om dette vises det til den veiledning i førstehjelp ved ulykker som er inntatt i trykk 427, bilag: Sivilforsvarets håndbok i førstehjelp, hefte 1, Enkel førstehjelp.

Vernetjenesten omfatter også bruk av personlig verneutstyr som vernebriller, hørselsvern, hjelm, line for sikring bl.a. ved arbeid med fjellrensk og høye skjæringer m.m. Ved arbeid på spor hvor trafikk avvikles, er det av Arbeidstilsynet pålagt å benytte oransje arbeidstøy med refleks.

Ved kortere tids engasjement og ved mer tilfeldig arbeid på linjen, kan istedenfor "vernedress", brukes "vernevest".

For bl.a. medarbeidere i linjetjenesten gjelder ordning med tildeling av verneskotøy som forutsettes brukt i arbeidet. Arbeidsleder vil gi nærmere opplysninger om utvalget av dette slik at vi kan få utlevert skotøy som er best egnet for arbeidet.

Alle som fast følger ballastrensemaskiner, er av Arbeidstilsynet pålagt å bruke verneskotøy med høye skaft.

Personlig verneutstyr holdes av jernbanen og tilstilles etter nærmere fastlagte retningslinjer.

Vi er kjent med at arbeid ved og på linjen kan være farlig. Skadestatistikken forteller at antall skader i linjetjenesten pr. 100 årsverk er betydelig høyere enn gjennomsnittlig på jernbanen og hører til de tjenestegrupper som har største skadehyppighet. De fleste

skadene finner vi i årsaksgruppene "falt, gled, snublet, trått på o.l.) og "håndtering av gjenstander, løftet, bar". Kjøring av dresin har også medført mange og til dels alvorlige skader.

De fleste dødsulykker i linjetjenesten skyldes påkjøring av tog. Dette innskjerper nødvendigheten av å holde seg godt underrettet om toggangen, og ellers vise den største aktsomhet under utførelse av arbeidet.

Det må legges særlig vekt på å følge sikkerhetsbestemmelser og anvisninger som er gitt.

5. OPPMERKING OG KONTROLL AV LINJEN

5.1. Kilometermerker.

Det er fastsatt i trykk 401 (§ 52) at linjens kilometering skal markeres ved oppsatte merker for hver hundre meter. Merkene kalles *kilometermerker*.

Kilometermerkene angir avstanden fra en bestemt stasjon som er utgangspunkt, nullpunkt, for kilometerangivelse. Bortsett fra Ofotbanen, som har sin egen kilometering med nullpunkt i Narvik, har vi for tiden ved NSB to forskjellige nullpunkter, nemlig Oslo S. og Trondheim. Alle baner syd for Trondheim har Oslo S. som nullpunkt for kilometerangivelsen. Baner nord for Trondheim har kilometering med denne stasjon som nullpunkt (unntatt altså Ofotbanen).

Kilometeringen bestemmes ved måling av den virkelige lengde av sporet. Målingen utføres etter bestemte regler, fastsatt av Hovedadministrasjonen.

Iblant forekommer brudd i kilometeringen (kjedebrudd), f.eks. som følge av linjeomlegging.

De hittil brukte kilometermerker har spesielle merker for hel- og halvkilometer og for hundremeter. Merkene for hel- og halvkilometer har tall på begge sider og står på tvers av linjen, mens de øvrige merker for hundremetrene har tall bare på den ene side og settes opp med tallsiden vendt mot linjen. Det er nå bestemt at merkene skal ha sorte tall på gul bunn. Videre er det bestemt at de særskilte merker for halvkilometrene etter hvert skal utgå og erstattes med merker som er lik de vanlige merker for hundremeter. Kilometermerkene er vist i fig. 217.



Fig. 217.
Kilometermerker, til venstre for helkilometer, til høyre for hundremeter.

Merker for angivelse av hel kilometer skal settes opp i ca. 3 meters høyde over skinneplanet, enten på telefonstolper eller på egne stolper. Merker for hundremeter settes opp på egne stolper i ca. 1 meters høyde eller festes på gjerdet.

5.2. Fastmerker.

Med *fastmerker* menes punkter av varig karakter som tjener som grunnlag for forskjellige oppmålingsarbeider.

Høydefastmerker er faste punkter med nøyaktig innmålt høyde.

Eldre høydefastmerker kan være av forskjellig utforming, bl.a. faststøpt jernbolt eller en utmeislet ring i fjellet. De er som regel

merket med rødt og påskriften "FM" på fjellet ved siden av. Nedslåtte rør er også blitt brukt som høydefastmerker.

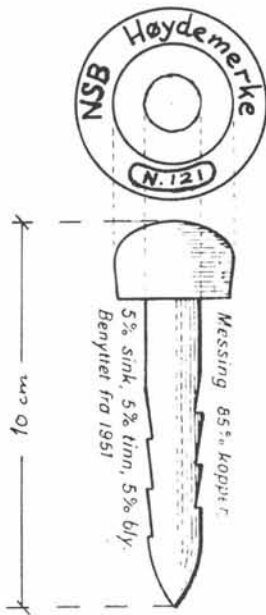


Fig. 218.
Høydefastmerke, fjell.

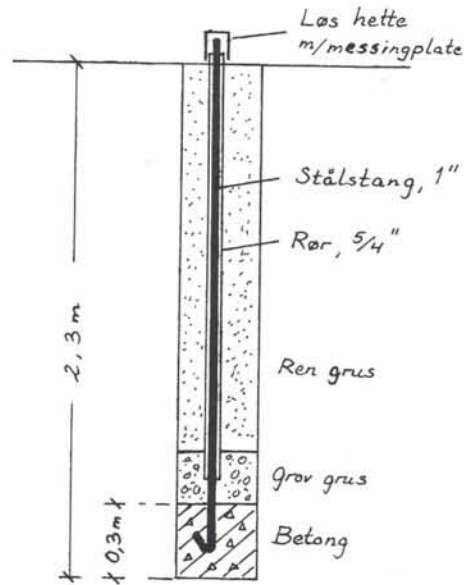


Fig. 219.
Høydefastmerke, jord.

Gamle høydefastmerker er etter hvert erstattet av nye merker med en ensartet utforming, se fig. 218 og 219. De nye fjellmerkene består av faststøpt messingbolt med halvkuleformet hode. Under hodet ligger en rund messingplate med innskrift "Norges Statsbaner. Høydemerke" samt et nummer. Disse finnes også på fundament for forskjellige byggverk. Også jordmerkene er utstyrt med en messingplate med påskrift, her er messingplaten festet til "hetta" som beskytter toppen av røret og stålstangen. I tillegg til NSB's egne merker har også NGO (Norges Geografiske Oppmåling) en del høydefastmerker på jernbanens grunn.

Ved bruk av høydefastmerker skal en være spesielt oppmerksom på hvilken utgangshøyde som er brukt, den såkalte *referanse høyde*. Dette skal være angitt i de fortegnelser hvor punkt-høydene finnes. Dagens "offisielle" referanse høyde i den sørlige del av landet er NGO's normalnull fra 1954 (*NN 1954*), og baseres på middelvannstandsberegninger fra flere målesteder i Sør-Norge. Alle de nye høydefastmerkene til NSB refererer seg til NN 1954, unntatt på Ofotbanen, hvor det er brukt Nord-Norsk Null (*NNN*). For gamle fastmerker kan imidlertid referansen være en annen, gjerne helt lokal. Dette, i tillegg til at høydebestemmelsen av de nye merkene er gjort med nøyaktigere utstyr og målinger, gjør at gamle høydefastmerker etter hvert slettes ut der hvor det foretas etablering av nye merker.

Fastmerker til andre formål.

Foruten høydefastmerker finnes det en del fastmerker med andre formål enn utelukkende å vise sikker høyde. Ved NSB gjelder dette stort sett punkter som skal sikre beliggenheten av jernbanelinjen i *horisontalplanet*. Denne gruppen av fastmerker inneholder flere ulike typer, både hva gjelder utseende, anvendelsesområde og nøyaktighet.

Justerpeler, som er omtalt i del I, 5.7.1, kan kalles fastmerker for bestemmelse av sporets beliggenhet, disse angir også høyden på sporet.

Også andre pel-typer, eller merker i master og byggverk, kan brukes til sikring av sporets beliggenhet (*utfesting* av sporet kalles gjerne dette).

Den sikreste utfestingen har en dersom sporets beliggenhet er koordinatbestemt, altså knyttet til et koordinatsystem via *koordinatmålte punkter*, f.eks. polygonpunkter. Da vil en alltid finne tilbake til den opprinnelige sporbeliggenheten, selv om en del av punktene blir borte.

Slike koordinatbestemte punkter er også det beste grunnlaget for større oppmålingsarbeider, hvor det kan tas i bruk vinkelmålende instrumenter (teodolitt) og andre moderne landmålingsinstrumenter.

Alle typer fastmerker skal omgås med forsiktighet og må ikke skades ellers ødelegges. Dersom f.eks. et høydemerke må fjernes av en eller annen årsak, skal dette innmeldes. Nytt merke vil da bli satt opp og innmålt før det gamle fjernes.

5.3. Innmålinger og kontrollmålinger.

Det er nødvendig for personalet å kunne foreta enklere måleoperasjoner for innmåling i forbindelse med meldinger og rapporter og ved kontroll av sporet. Til målearbeidet klarer en seg ofte med vater, målebånd, tommestokk, en snor og under tiden et lodd.

Et vater innstilles horisontalt ved hjelp av *libellen*. Denne består av et lukket glassrør som er svakt buet og nesten fylt med sprit. Det er satt i en innfatning av metall. Glassrøret kan være mer eller mindre krummet. Jo sterkere krummet det er, desto mindre er følsomheten hos libellen, og vateret er lett å innstille. Men nøyaktighetsgraden blir samtidig mindre.

Hvis vateret skal gi riktig måleresultat, må libellen være riktig festet til vateret. Dette kontrollerer man ved å foreta to målinger i samme punkt, annen gang med vateret i omvendt retning. Får man i det ene tilfelle f.eks. 10 mm høydeforskjell, i det annet 8 mm, da er middeltallet 9 mm riktig.

Ved en innmåling skal alle lengder måles horisontalt. Skal man måle særlig nøyaktig, må man slå ned små peler i hvert målepunkt og bruke lodd, hvis terrenget ikke er horisontalt, se fig. 220.

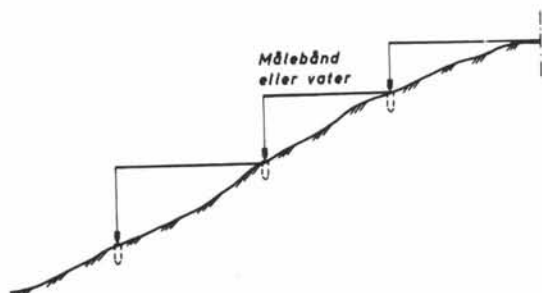


Fig. 220.
Lengdemåling i skråterreng.

Beliggenheten av en innmålt gjenstand skal helst angis i forhold til kilometereringen. Befinner gjenstanden seg utenfor sporet, skal avstanden fra spor-midtt angis, målt vinkelrett på sporet.

Linjens stigning bestemmes enklest ved å måle høydeforskjellen i sporet på en lengde av 10 m. Høydeforskjellen i centimeter angir da direkte stigningen i promille.

Størrelsen av vindskjevheten finner man ved å måle overhøyden på forskjellige steder i sporet. Avstanden mellom målepunktene bør ikke være for stor og

en avstand av 3,0 m er i alminnelighet hensiktsmessig. Ved denne avstand har vi ikke lov til å ha større overhøydeforskjell enn 10 mm, det er 1 cm på 300 cm eller 1:300. Har man nå målt en overhøydeforskjell på 15 mm, ser man uten videre at dette er for meget og vindskjevheten blir

$$1: 300 \frac{10}{15} = 1:200$$

Beregningsmetoden kan anvendes for hvilken som helst avstand mellom målepunktene, når man bare først regner ut den største overhøydeforskjell som man kan ha ved den valgte avstand. Ved 4,5 m måleavstand skal således forskjellen i overhøyde ikke overstige 15 mm når vindskjevheten skal holde seg innenfor grensen 1:300.

Kontrollen av kurver foregår ved hjelp av pilhøydemåling som angitt i bokens del 1 (Kap. 5.7.5.).

