

STATENS JÄRNVÄGAR

# JÄRNVÄGARS BYGGNAD OCH UNDERHÅLL

HANDLEDNING FÖR BANAVDELNINGENS  
UNDERVISNINGSKURSER

*Denna handledning – uppdelad i tvenne  
avdelningar – omfattar icke:*

*Banöverbyggnad, Husbyggnad, Värme- och ventilations-  
anläggningar samt sanitära anordningar, Signal-,  
förreglings- och elektriska anläggningar.*

*Anm. Nämda anläggningar avhandlas i särskilda handledningar.*

Oktober 1947

*Vape*

---

Victor Petterssons Bokindustriaktiebolag  
Stockholm 1947

AVDELNING I.

HISTORIK, FÖRARBETEN, BANUNDERBYGG-  
NAD, HÄGNAD, BANGÅRDAR, VATTEN- OCH  
AVLOPPSLEDNINGAR UTOMHUS, BANUNDER-  
HÅLL M. M. SAMT SPÅRISOLERING  
OCH DRÄNERING

*På uppdrag av Kungl. Järnvägsstyrelsen  
utarbetad av*

**T. HEDBÄCK**

**Baningenjör vid statens järnvägar**

# INNEHÅLL

## I. Historik.

Järnvägarnas uppkomst .....	I: 11
Järnvägsbyggandet i vårt land .....	I: 11
Dubbelspårsanläggningar .....	I: 12
Linjeomläggningar .....	I: 12
Elektrisk järnvägsdrift .....	I: 12
Statsförvärv av enskilda järnvägar .....	I: 13

## II. Förarbeten för upprättande av förslag till nyanläggning eller ombyggnad av järnvägslinje.

<b>A. Nyanläggningar</b> .....	I: 13
Översiktskarta, försöksstakningar, undersökning av markförhållanden, plan och profilritningar .....	I: 14
Tekniska bestämmelser, normalektioner för banans bildande, normalektioner för fria rummet, lutningskurva, övergångskurva .....	I: 15
Kostnadsförslag, trafikledens ekonomi, beslut ang. anläggnings utförande, koncession .....	I: 16
<b>B. Ombyggnader</b> .....	I: 16

## III. Banunderbyggnad.

Benämningar, definitioner m. m. ....	I: 17
<b>A. Grundundersökningar</b> .....	I: 17
Berggrund, jordgrund .....	I: 17
Sondborrning, provtagning m. m. ....	I: 18
<b>B. Jordskärningar (schaktningsarbeten)</b> .....	I: 18
Benämningar .....	I: 18
Jord- och bergarters klassificering .....	I: 18
Tidåtgång för uttagning av jord- och bergmassor .....	I: 19
Arbetsseffekt .....	I: 19
a) Jordschaktning för hand .....	I: 20
Verktyg .....	I: 20
Schaktningsarbetets bedrivande .....	I: 20
b) Jordschaktning med maskin .....	I: 20
Förutsättningar för maskinschaktning .....	I: 20
Grävmaskin .....	I: 21
Släpskopa .....	I: 21
Gripskopa .....	I: 22
Paternosterverk (elevatör) .....	I: 22
<b>C. Bergsprängning</b> .....	I: 22
Sprängämnen .....	I: 22
Tändmedel .....	I: 24
Borrhål, borrstål .....	I: 24
Handborrning .....	I: 25
Maskinborrning .....	I: 25
Laddning och tändning .....	I: 26
Täckning .....	I: 26
Sprängskotts placering och laddningars storlek .....	I: 26
Tunnelsprängning .....	I: 26
Säkerhetsföreskrifter .....	I: 27
Tillstånd att förvara sprängämne och företaga sprängning .....	I: 27
<b>D. Planering</b> .....	I: 27
<b>E. Bankar</b> .....	I: 28
Allmänt, sidotipp, sidoupplag .....	I: 28
a) Förarbeten .....	I: 28
Röjning, stubbrytning m. m. ....	I: 28
Myrdikning .....	I: 28



b) Grundförstärkning .....	I: 28
Nedpressad bankfyllning .....	I: 28
Överbelastning .....	I: 28
Tryckbankar .....	I: 28
Pålning .....	I: 28
Risbädd, rustbädd .....	I: 29
Att beakta vid breddning m. m. av befintlig bank .....	I: 29
c) Fyllningsmaterial .....	I: 29
Sand och grus .....	I: 29
Pinnmo, mo, mjåla, lera .....	I: 29
Sten .....	I: 29
Torv .....	I: 30
Lätt fyllning .....	I: 30
Fyllning med olika material .....	I: 30
d) Tippning .....	I: 30
e) Fyllningens hopsättning m. m. ....	I: 30
f) Sammanpressning av utfyllda massor .....	I: 31
g) Kvarstående svällning av utschaktad massa .....	I: 31
<b>F. Transporter .....</b>	<b>I: 31</b>
Allmänt .....	I: 31
Langning .....	I: 31
Transport i skottkärror .....	I: 31
Transport i tippvagnar och på trallor .....	I: 32
Dragkraft .....	I: 32
Transport- och lastspår m. m. ....	I: 32
<b>G. Dikning .....</b>	<b>I: 33</b>
Allmänt .....	I: 33
Öppna diken .....	I: 33
Överdiken .....	I: 34
Täckdiken .....	I: 34
Ballastmurar .....	I: 34
<b>H. Släntbeklädning .....</b>	<b>I: 34</b>
Beklädning med matjord eller grästorv m. m. ....	I: 34
Beklädning med sten .....	I: 35

#### IV. Hägnad.

Allmänt .....	I: 36
<b>A. Olika stängseltyper .....</b>	<b>I: 36</b>
Slanstängsel .....	I: 36
Stängsel av slana och tråd .....	I: 36
Trädstängsel med taggtråd .....	I: 36
Elektriskt stängsel .....	I: 37
Idealstaket .....	I: 37
Nätstängsel .....	I: 37
Grindar och bommar .....	I: 38
<b>B. Förrordningar m. m. ....</b>	<b>I: 38</b>
Lag om stängselskyldighet för järnväg m. m. ....	I: 38
Åtgärder då betande djur tagit sig igenom stängsel .....	I: 39

#### V. Bangårdar.

Bangårdens uppgift .....	I: 39
<b>A. Bangårdars indelning .....</b>	<b>I: 39</b>
Uppdelning med avseende på ändamålet:	
I. Trafikanläggningar .....	I: 40
a) Personbangårdar .....	I: 40
b) Godsbangårdar .....	I: 40
II. Driftanläggningar .....	I: 40
a) Ranger- och driftbangårdar .....	I: 40
b) Bangårdar för särskilda ändamål .....	I: 40

Uppdelning med avseende på <i>läget</i> :	
a) Utgångs- eller slutstationer .....	I: 40
b) Mellanstationer .....	I: 40
c) Övergångs-, anslutnings- eller skiljestationer .....	I: 40
Uppdelning med avseende på <i>yttre gestaltning</i> :	
a) Säck- eller terminusstationer .....	I: 40
b) Genomgångsstationer .....	I: 41
c) Kilstationer .....	I: 41
d) Östationer .....	I: 41
<b>B. Tekniska bestämmelser m. m. för bangårdar</b> .....	I: 41
Fri spårlängd .....	I: 41
Spårens lutning .....	I: 41
Spårens planläge .....	I: 42
<b>C. Stationsanordningar</b> .....	I: 42
Allmänt .....	I: 42
a) Stationshus .....	I: 42
b) Godsmagasin .....	I: 42
c) Plattformar .....	I: 43
Benämningar .....	I: 43
Läge i förhållande till spårmit; höjd .....	I: 43
Olika utförande av plattformar .....	I: 44
Plattformar med betongkanter, undergrund, fyllning, slitlager, beläggning av olika slag .....	I: 44
Plattformar av trä .....	I: 44
d) Lastkajer och lastbryggor .....	I: 45
Läge i förhållande till spårmit; höjd .....	I: 45
Olika utförande av lastkajer .....	I: 45
Lastkajer med betongkant, undergrund, bakfyllning, slitlager, beläggning av olika slag .....	I: 45
Lastkajer av trä .....	I: 46
e) Lastbryggor för speciella ändamål .....	I: 46
Omlastningsbryggor o. d. ....	I: 46
Bryggor för lastning av träkol och torv .....	I: 46
Belastningsbryggor .....	I: 46
Kolgivningsbryggor .....	I: 46
Anordning för upplastning av kolaska (slagg) .....	I: 47
f) Stations- och lastplaner samt vägar .....	I: 47
Allmänt .....	I: 47
Stationsplaners utformning .....	I: 47
Lastplaners utformning .....	I: 47
Bärighet, bärlager, slitlager m. m. ....	I: 47
Allmänt .....	I: 47
Bärlager av bindjord .....	I: 47
Bärlager av sten .....	I: 47
Bärlager av makadam .....	I: 48
Bärlager av fältsten .....	I: 48
Bärlager av packsten .....	I: 48
Slitlager .....	I: 48
Slitlager av grus .....	I: 48
Slitlager av makadam .....	I: 49
Högvärdiga beläggningar .....	I: 49
Betongbeläggning .....	I: 49
Gatstensbeläggning .....	I: 49
Anslutning mellan gaturäler och gatubeläggning .....	I: 50
Gångbanor .....	I: 50
Lutningsförhållanden för vattenavrinning .....	I: 50
<b>D. Bangårdsmaskinerier</b> .....	I: 50
Vagnvågar .....	I: 50
Vändskivor .....	I: 51
Fristående vattenkastare .....	I: 51
Omlastnings- och andra kranar .....	I: 52

## VI. Kallvattenledningar utomhus.

<b>A. Förundersökningar</b> .....	I: 52
<b>B. Rörledningsdimensioner och rörledningsmateriel</b> .....	I: 52

<b>C. Utförande av kallvattenledning</b> .....	I: 52
Läge i plan och profil .....	I: 52
Isolering .....	I: 52
Återfyllning .....	I: 53
<b>D. Avstängningsventiler och brandposter</b> .....	I: 53
<b>E. Reparation av rörledning</b> .....	I: 53
<b>F. Provtryckning av ledning</b> .....	I: 53
<b>G. Korsning med järnväg</b> .....	I: 54

## VII. Avloppsledningar utomhus.

<b>A. Förundersökningar</b> .....	I: 54
<b>B. Ledningens läge i plan och profil</b> .....	I: 54
Läge i plan .....	I: 54
Frostfria djupet .....	I: 54
Läge i profil .....	I: 55
<b>C. Ledningsdimensioner</b> .....	I: 55
<b>D. Rörledningsmateriel</b> .....	I: 55
<b>E. Brunnar</b> .....	I: 56
Gårdsbrunn .....	I: 56
Regnvattenbrunn .....	I: 56
Nedstigningsbrunn .....	I: 56
Inspektionsbrunn .....	I: 57
Inspektionsrör, lyktbrunn, spolbrunn .....	I: 57
Reningsbrunn .....	I: 57
<b>F. Avloppsledningars utförande</b> .....	I: 57
Utförande av rörgrav .....	I: 57
Rörens nedläggning .....	I: 58
Anslutningar .....	I: 58
Rörfogar .....	I: 58
Återfyllning av rörgrav .....	I: 59

## VIII. Banunderhåll m. m.

Allmänt .....	I: 59
Banunderhållets omfattning .....	I: 59
Banunderhållets planering .....	I: 59
<b>A. Underbyggnad</b> .....	I: 60
<b>B. Brandväsende</b> .....	I: 61
a) Brandskyddsverksamhetens uppgifter .....	I: 61
b) Speciella brandrisker inom byggnader .....	I: 61
Eldstadsanläggningar .....	I: 61
Oljor och fernissor .....	I: 61
Trassel och trasor .....	I: 62
Acetylgassvetsning .....	I: 62
Elektriska anläggningar .....	I: 62
Skräp, avfall och damm .....	I: 63
Friktion och bristande smörjning .....	I: 63
c) Släckning av utbruten brand .....	I: 63
Byggnadsanordningarnas beskaffenhet .....	I: 63
Larmanordningar m. m. ....	I: 63
Brandredskap .....	I: 64
d) Övriga brandskyddsåtgärder .....	I: 64
Brandsyn och sotning .....	I: 64
Allmänna bestämmelser .....	I: 64
<b>C. Snöskyddsanordningar</b> .....	I: 64

## IX. Spårisolering och dränering.

Allmänt .....	I: 64
<b>A. Tjälbildningens förlopp och orsaker .....</b>	<b>I: 65</b>
Tjälbildningen .....	I: 65
Kapillär uppsugning .....	I: 65
Inverkan av jordarternas kornstorlek .....	I: 66
Tjälfarliga och icke tjälfarliga jordarter .....	I: 66
Metoder att utröna om jordart är tjälfarlig eller icke tjälfarlig .....	I: 66
Grundvattendjupet .....	I: 67
Jordartens värmeledningsförmåga .....	I: 68
Belastningstrycket .....	I: 68
Lufttemperaturen; snötäckets tjocklek .....	I: 69
<b>B. Åtgärder att förhindra eller minska befarad eller konstaterad tjälskjutning .....</b>	<b>I: 69</b>
Allmänt .....	I: 69
a) <i>Urgrävning</i> .....	I: 69
Krav på utskiftningsmaterial .....	I: 70
Urgrävningsdjup .....	I: 70
b) <i>Anordnande av värmeisolerande täckning</i> .....	I: 71
c) <i>Minskning av vattenuppsugning genom anordnande av ett kapillaritetsbrytande isoleringslager</i> .....	I: 71
d) <i>Dräneringar</i> .....	I: 72
Djupdräneringens uppgift, verkan m. m. ....	I: 72
Dräneringens läge .....	I: 73
Dräneringens utformande; öppet och slutet täckdike .....	I: 73
Mittdränage .....	I: 74
e) <i>Höglyft (isoleringslyft)</i> .....	I: 74
Planscher.	

## I. Historik.

Uppslaget till spårvägar är urgammalt. Man vet, att egyptierna, indierna och perserna långt före Kristi födelse begagnade sig av jämnhuggna stenbanor för att därå forsla väldiga stenblock till pyramiderna och gudstemplen. Även grekerna och romarna förstodo konsten att använda stenbanor. På 1500—1600-talen begagnade man sig i Tyskland och England av raka, parallellt utlagda trästockar, på vilka transportererna skedde med särskilt konstruerade kärror med trähjul. Den hastiga avnötningen av »trärälerna» medförde snart nog, att man belade dessa med tunna plattor av smidesjärn, och då järnprisen vid slutet av 1700-talet sjunkit högst betydligt, övergick man till räler helt av järn. Järnvägarnas  
uppkomst.

Den i England på 1700-talet vanliga bredden (fem fot = 1 524 mm) mellan hjulen på då använda åkdon blev bestämmande för de första järnvägarnas spårvidd. Avståndet mellan spårsträngarnas innerkanter blev därvid 4'6" (= 1 372 mm). Sedermera ökades detta mått till den numera normala spårvidden 1 435 mm mellan räls huvudens insida eller i engelskt mått 4'8½".

Tvivel på adhesionens tillräcklighet mellan hjul och skena föranledde olika mer eller mindre tillkrånglade försök beträffande drivkraften för järnvägar (mekaniska ben, kuggstänger). George Stephensons år 1814 utförda försök på gruvspår förde drivkraftsproblemet vida framåt, och dennes framgångsrika prov med persontåg den 27 september 1825 blev avgörande för utvecklingen. Liverpool—Manchesterbanan, den första järnvägen för person- och godstrafik, öppnades den 15 september 1830.

I Sverige var man länge tveksam om, huruvida järnvägar med fördel kunde komma i fråga till följd av den brutna terrängen och den ringa folktätheten. Endast några hästbanor tillkommo på 1830- och 1840-talen. Av dessa må nämnas den 8 km långa banan mellan Fryksta lastplats vid Frykensäjös södra ände och Klarälven. Arbetet med denna spårplanläggning påbörjades den 5 maj 1849, och redan samma år blev banan färdig. Järnvägs-  
byggandet  
i vårt land.

Banbrytare för järnvägstanken i Sverige blev greve A. E. von Rosen, genom vilken opinionen vanns för byggande av järnvägar. Enär tillräckliga resultat ej kunde uppnås på enskilt initiativ, och då man även insåg riskerna av ett privatbanesystem under utländskt medinflytande, tog regeringen initiativ till ett statsbanesystem.

Riksdagen 1853—1854 blev därför en epok i svenska järnvägarnas historia, i det att denna beslöt anläggandet av våra första stambanor, nämligen linjerna Stockholm—Göteborg och Stockholm—Malmö. Samma riksdag fattade även det för den följande anläggningsverksamheten grundläggande principbeslutet, att stambanorna skulle anläggas av staten, men att anläggandet av smärre järnvägar, avsedda för mera lokala behov, skulle bero av den enskilda företagsamheten. För dessa senare fordrades dock i varje särskilt fall Kungl. Maj:ts tillstånd.

Uppdraget att leda utförandet av stambanorna anförtroddes av konung Oscar I åt överste Nils Ericson, och arbetet på statens järnvägsbyggnader påbörjades den 30 april 1855 vid Skaveryd, i närheten av Alingsås. År 1856 öppnades statsbanedelarna Göteborg—Jonsered och Malmö—Lund för trafik.

Sedan de ursprungligen planerade stora stambanebyggnaderna i landets södra delar avslutats år 1874, har statens järnvägsbyggnadsverksamhet varit i huvudsak förlagd till Norrland, där de sista länkarna av Inlandsbanan sammankopplades vid Kåbdalis den 26 september 1936 och öppnades för trafik den 7 augusti 1937 efter högtidlig invigning föregående dag.

Samtidigt med statsbanornas tillkomst har den enskilda byggnadsverksamheten av järnvägar varit mycket omfattande, särskilt i landets södra och mellersta delar. Det må nämnas, att Sveriges första normalspåriga, för lokomotivdrift byggda järnväg anlades mellan Nora och Ervalla och öppnades den 5 mars år 1856.

Följande statistiska uppgifter äro belysande för de svenska järnvägarnas tillkomst och äganderättsförhållanden vid 1946 års slut.

	SJ km	EJ km	Summa SJ och EJ km
Normalspåriga järnvägar byggda av staten	5 282	—	5 282
Normalspåriga järnvägar byggda av enskilda	5 833	1 983	7 816
Summa normalspåriga	11 115	1 983	13 098
Smalspåriga järnvägar byggda av enskilda	1 189	2 265	3 454
Summa banlängd	12 304	4 248	16 552

Härav framgår, att drygt två tredjedelar av det svenska järnvägsnätet byggts i enskild regi.

Beträffande den privata och kommunala byggnadsverksamheten — landskommuner och städer hava i de flesta fall varit stora intressenter i järnvägsbolagen — kan dock sägas, att den oftast stimulerades av staten genom beviljande av statslån.

Dubbelspårs-  
anläggningar.

Samtliga statsbanor byggdes från början enkelspåriga med undantag för sammanbindningsbanan genom Stockholm, som vid utförandet gjordes dubbelspårig från utgångspunkten vid Tanto till centralstationen. Redan vid anläggandet av de första banorna förutsågs, att trafiken på vissa bandelar förr eller senare skulle bli av sådan omfattning, att ytterligare ett spår skulle erfordras, varför en del landfästen till broar på västra, södra och norra stambanorna anordnades för två spår. Å vissa delar av de två förstnämnda banorna förvärvades dessutom mark till sådan bredd, att bandelarnas framtida utbyggande till dubbelspår skulle möjliggöras. Det dröjde emellertid till i slutet av 1800-talet, innan dubbelspårsarbeten igångsattes, och de bansträckor, som först utbyggdes till dubbelspår, voro Malmö—Lund och Lund—Eslöv, vilka öppnades för dubbelspårstrafik den 1 oktober 1900 respektive 1 oktober 1901, samt Huddinge—Tumba den 1 maj 1903 och Tumba—Rönninge den 1 oktober samma år.

Dessförinnan hade emellertid linjen Arlöv—Malmö C öppnats för dubbelspårstrafik. I och med statens förvärv år 1896 av Västkustbanan och med denna sammanhörande Malmö—Billesholmsbanan, vilken senare gick parallellt med stambanan mellan Arlöv och Malmö C, omlades nämligen enkelspårstrafiken på dessa båda parallellt gående banor till dubbelspårstrafik.

Under år 1904 färdigställdes linjerna Eslöv—Hässleholm och Stockholm C—Tomtebodas för dubbelspårstrafik och därefter hava dubbelspårsarbeten pågått utan längre avbrott med undantag för åren 1926—1934.

Numera avses det att i första hand få genomgående dubbelspår å huvudlinjerna Stockholm—Göteborg och Katrineholm—Malmö. Förutom på vissa sträckor på dessa linjer finnes dubbelspår på linjerna Stockholm C—Uppsala, Örebro—Hallsberg och Ramlösa—Hälsingborg C. Vid 1946 års slut utgjorde längden av dubbelspåriga linjer 593 km.

Linjeom-  
läggningar.

I flera fall hava betydande linjeomläggningar utförts i samband med anläggandet av dubbelspår och vid genomförandet av elektrifiering av bandelar. Även av annan anledning kunna givetvis linjeomläggningar komma till stånd. Som exempel kunna nämnas linjen Rönninge—Ström och södra ingångslinjen till Stockholm över Årsta holmar.

Elektrisk  
järnvägsdrift.

Drivkraften vid de svenska järnvägarna har allt ifrån början och till 1800-talets slut varit ånga. Vid sekelskiftet upptogs frågan om att utnyttja krafterna i vårt lands många, stora

vattenfall för införande av elektrisk järnvägsdrift. Man avsåg härvidlag att kunna såväl minska importen av utländska stenkol som att i avsevärd grad förbättra järnvägsdriften och höja dess prestationsförmåga och därmed också öka statsbanornas konkurrenskraft i förhållande till andra transportmedel.

Att börja med elektrifierades för försöksdrift linjerna Tomtebodavärtan och Stockholm—Järva. Dessa försök slutfördes år 1908.

Den första statsbanedel, som därefter elektrifierades, var Kiruna—Riksgränsen, vilket arbete påbörjades år 1911. Den 19 januari 1915 var linjen klar för elektrisk tågdrift. I mitten av år 1922 var hela Riksgränsbanan ned till Svartön elektrifierad.

Sedan dess ha elektrifieringsarbeten pågått så gott som i en följd utom under åren 1927—1930. Vid 1946 års slut voro 4 691 km av statsbanornas 11 115 km normalspåriga banor elektrifierade.

Även några enskilda järnvägar ha elektrifierats, och vid 1946 års utgång uppgick den elektrifierade banlängden vid dessa järnvägar till 982 km.

Utredningar angående statsförvärv av enskilda järnvägar företogs redan tidigt, väl närmast under intryck av statsbanepincipens genombrott i ett flertal länder. Så förvärvades fram till tiden för första världskrigets början Väst kustbanan (Göteborg—Hälsingborg—Malmö) samt linjerna Mjölby—Hallsberg och Örebro—Frövi m. fl. banor. Initiativet till en allsidig utredning av frågan om ett mera allmänt förstatligande av enskilda järnvägar togs av järnvägsstyrelsen, som i skrivelse till Kungl. Maj:t den 1 maj 1918 hemställde om en dylik utredning. Ett förstatligande skulle medföra större enhetlighet i taxeväsendet och den särskilt i persontrafiken förekommande konkurrensen mellan järnvägarna skulle försvinna m. m. Under åren 1929—1937 införlivades ett flertal mindre järnvägar med statsbanenätet, närmast till följd av dessa företags svårighet att hävda sig i konkurrensen med den alltmer ökade biltrafiken, och under år 1937 samt början av år 1938 träffade järnvägsstyrelsen avtal om förvärv för statens räkning av aktiemajoriteten i vissa järnvägsbolag i Skåne och Småland, t. ex. Hälsingborg—Hässleholm, Hälsingborg—Billeberga, Landskrona—Lund—Trelleborg, Kalmar—Nässjö, Kärreberga—Värnamo. Dessa aktieförvärv hava senare lett till nyssnämnda bandelars inlemmande i statsbanenätet. Utredningen om förstatligandet fortgick och flera kommittéer arbetade därmed. I oktober 1938 föreslog en av Kungl. Maj:t tillsatt kommitté, att alla såväl normal- som smalspåriga järnvägar av betydelse borde förstatligas så snart som möjligt. Förslaget förelades 1939 års riksdag, som godkände detsamma och dessutom uttalade, att förstatligandet helst borde genomföras inom en tidsrymd av fem år. Detta principbeslut om ett allmänt förstatligande har medfört, att ett stort antal normal- och smalspåriga järnvägar varje år införlivats med statsbanenätet. De fördelar ur driftsynpunkt, som härigenom uppstått, äro bl. a. bättre utnyttjande av transporter, materiel och personal.

Statsförvärv  
av enskilda  
järnvägar.

## II. Förarbeten för upprättande av förslag till nyanläggning eller ombyggnad av järnvägslinje.

### A. Nyanläggningar.

Anläggandet av en järnväg är i första rummet ett ekonomiskt företag, och därför måste ett beslut om en ny järnvägsanläggning baseras på allsidiga tekniska och ekonomiska utredningar och beräkningar. Dessa förundersökningar skola giva till resultat en tydlig bild av den ifrågavarande anläggningens förutsättningar ur ekonomisk synpunkt, varvid hänsyn

även bör tagas till sannolikheten för anläggningens framtida utveckling inom överskådlig tid.

Här må dock framhållas, att militära och kulturella skäl i vissa fall varit avgörande för en banas tillkomst — exempelvis beträffande inlandsbanan.

Översikts-  
karta.

Då järnvägen är avsedd att fylla ett visst trafikbehov, gäller det sålunda att utröna den härför lämpligaste sträckningen. Därför upprättas en *översiktskarta*, utvisande järnvägens läge i förhållande till kända orter, förefintliga kommunikationer såsom järnvägar, hamnar, kanaler m. m. Med tillhjälp av tillgängliga kartor över berörda områden kan den ungefärliga sträckningen klarläggas och inritas. Med kartan i hand sker sedan en okulärbesiktning av den föreslagna linjen, varvid de justeringar företagas, som anses lämpliga.

Försöks-  
stakningar.

Sedan utföras de s. k. *försöksstakningarna*, som avse att — med iakttagande av vissa i regel givna tekniska minimikrav — i terrängen närmare fixera den linjesträckning, som vid förundersökningarna ansetts lämplig. Man strävar därvid efter att giva linjen ett ur teknisk och ekonomisk synpunkt fördelaktigt läge. Den stakade linjen längdmätes och avväges. Protokoll föres över dessa mätningar, och i detsamma angivas lägen för vattendrag och diken, vägar, tangenter, radier och centrivinklar, gränser av olika slag, vidare berg i dagen och andra geologiska förhållanden. I protokollet böra finnas alla sådana uppgifter, som äro av vikt för kostnadsberäkningen av anläggningen.

I sådant fall att tillgängligt kartmaterial icke är tillräckligt för att i önskad skala uppgöra en planritning över linjesträckningen och närmast angränsande områden, måste den förenämnda försöksstakningen utvidgas att även omfatta en kartläggning av terrängen.

Undersökning  
av markför-  
hållanden.

Sedan linjesträckningen genom stakningen fixerats, vidtager undersökningen av markförhållandena. Denna bör företagas i sådan omfattning, att man med önskvärd noggrannhet kan bedöma kostnaderna för eventuellt erforderliga grundförstärkningar m. m.

Plan- och pro-  
filritningar.

Resultatet av ovan beskrivna mätningar och undersökningar åskådliggöres sedan genom uppritande av plan- och profilirtningar (se fig. 1). Dessa skola utvisa banans föreslagna läge i plan och profil, raklinjers, kurvors, horisontalplans och lutningars längder, kurvradier och lutningstal, broars storlek och beskaffenhet, detaljer om vägkorsningar och vägomläggningar, i förekommande fall erforderliga uppgifter om markens geologiska beskaffenhet med borrhkartor o. dyl. I profilen markeras banans läge med en bruten linje, och mellan brytpunkterna angivas lutningarnas och horisontalplanens längder samt lutningstalen. Nyssnämnda linje utgör vad man kallar banans *balanslinje* och markerar balansplanets läge i profilen. Med *balansplan* avses det plan, som i rakspår tänkes lagt genom banvallens kränkanter. Kring balanslinjen (resp. balansplanet) balanseras för en viss sträcka av banan kubikmassans fyllning för bankar med den ur skärningar, tunnlar och diken m. m. utschaktade volymen.

Vid den för utjämningen av fyllnings- och skärningsmassorna verkställda *balanseringen* bör noga tillses, att balanslinjen icke förlägges lägre än 600 mm över högsta vattenytan i de vattendrag eller de vatten, som banan kommer i beröring med. Balanslinjen bör vid nybyggnad även läggas så, att erforderliga fyllningsmassor för bankar så vitt möjligt täckas av erhållna skärningsmassor inom ett visst arbetsområde, och att därvid flyttningen av skärningsmassorna inom arbetsområdet sker i lutning. Vid dubbelspårsanläggningar och linjeomläggningar kunna dessa synpunkter sällan beaktas, enär balansplanets läge i regel är beroende av den befintliga banans höjdläge.



En linje, som är avsedd för tung trafik och höga hastigheter, kräver givetvis en högre teknisk standard än en trafiksvagare linje. De tekniska bestämmelserna utformas sålunda med hänsyn till den beräknade trafiken på ifrågavarande järnväg. Statens normalspåriga järnvägar ha i detta avseende hittills uppdelats i huvudsakligen tre grupper, nämligen:

Tekniska bestämmelser.

Grupp I (huvudbanor) utgöres av linjer, som direkt förmedla den större internationella trafiken, samfärdseln mellan landets förnämsta städer, mellan mera betydande trafikområden eller mellan dylika områden och linjer tillhörande denna grupp, eller som utgöra starkt trafikerade förbindelseleder mellan linjer av denna art. Med hänsyn till tågtrafiken uppdelas banlinjer tillhörande grupp I i:

- a) linjer, på vilka tågen kunna framföras med en största hastighet av 120 km/tim, och
- b) linjer, på vilka tågen kunna framföras med en största hastighet av 90 km/tim.

Grupp II (sekundärbanor) utgöres av övriga genomgående banlinjer samt linjer, vilka utgöra mindre starkt trafikerade förbindelseleder mellan banor av grupp I, mellan medelmåttiga trafikområden eller mellan sådana områden och banlinjer av grupp I eller II.

Grupp III (tertiärbanor) innefattar linjer, som utgöra förbindelseleder mellan eller utfartsleder från mindre trafikområden, eller som tillgodose det lokala trafikbehovet inom glest befolkade orter med mindre utvecklingsmöjligheter.

Ehuru en bestämd gräns mellan dessa senare grupper icke kunnat fixeras och enhetliga tekniska bestämmelser fastställas, har dock i huvudsak tillämpats de i 1928 års banförordning (str. 219) intagna bestämmelserna. Dessa avse bl. a. följande uppgifter: största lutning i raklinje (normalt och i undantagsfall), minsta kurvradie på linjesträcka och i huvudtågväg (normalt och i undantagsfall), banvallens krönbredd, ballastens krönbredd och djup samt sliprarnas längd, tjocklek och toppdiameter (bredd), spåravstånd m. m.

För vissa linjer har järnvägsstyrelsen fastställt mera detaljerade tekniska bestämmelser, vilka torde komma att införas i str. 239, avdelning A 1, benämnd »Allmänna grunder».

I anslutning till de tekniska bestämmelserna upprättas normalsektioner för banans bildande. Vid statens järnvägar vanligen förekommande dylika normalsektioner för banor med normal spårvidd framgå av fig. 2 och 3 och för smalspåriga banor av fig. 4 och 5.

Normalsektioner för banans bildande

Skärnings-, dikes- och banksränter i jord givas vanligen en *lutning* av 1 : 1,5. För diken i torvmark kan brantare slänthlutning tillåtas, 1 : 1 eller i undantagsfall något brantare.

I bergskärningar bör det kvarstående bergets sidolutning normalt vara 5 : 1.

*Banketten*, som har till ändamål att hindra ballasten att rinna ned samt att underlätta arbetet i spåret, varierar rätt avsevärt i bredd, från 30 till 50 cm.

På och invid bangårdar, där personalen mera regelbundet skall uppehålla sig vid sidan av spåret (t. ex. för växlingsarbete), ävensom i vissa fall ute på linjen kan banvallskrönets ena eller båda sidor och ballasten ökas i bredd med en meter eller mer (»bangårdsmeter»).

På raklinje och i kurvor med större radie (i regel över 600 m på enkelspårig och 1 500 m på dubbelspårig bana med normal spårvidd) gives banvallen i allmänhet en överhöjning på mitten — *bombering* — varigenom överytan kommer att luta ut mot båda sidor. Bomberingens höjd varierar för olika banlinjer och uppgår vanligen till 10 à 15 cm samt anordnas för att underlätta regnvattnets avrinning. I kurvor med mindre radie gives banvallens hela överyta en mot rälsförhöjningen svarande lutning.

Normalsektioner för fria rummet angiva begränsningslinjen för det fria utrymme, som skall förefinnas på båda sidor om samt över spåret, för att tågen med viss säkerhetsmarginal kunna gå fram där inom. Dessa normalsektioner finnas intagna i str. 239, del A 2.

Normalsektioner för fria rummet.

**Lutningskurva.** En banas balanslinje utgöres, som ovan nämnts, av en bruten linje. Om intilliggande lutningar skulle övergå i varandra utan utjämning, på sätt profilritningen visar, skulle påfrestningarna på banan och den rullande materielen bliva stora i brytpunkterna mellan de olika lutningarna. För att mildra övergången i vertikalled mellan olika lutningar inläggas därför vid alla brytpunkter s. k. *lutningskurvor*, då skillnaden eller summan av lutningstalen, uttryckta i ‰, överstiger 1. Lutningskurvorna utföras i allmänhet cirkulära och givas radier, varierande mellan 5 000 och 15 000 m. I str. 239, del F, lämnas en närmare redogörelse rörande anordnandet av lutningskurvor.

**Övergångskurva.** Övergången i banans plan mellan raklinje och cirkulär kurva sker i tangentpunkterna. Raklinjen kan sägas hava en oändligt stor radie, under det att den cirkulära kurvans radie har ett »ändligt» värde. Just i tangentpunkten sker följaktligen en plötslig förändring av krökningsförhållandet för linjen. Om ett spår därför i banans plan utföres som räta linjer, förbundna medelst cirkulära kurvor, erhåller ett fordon, som från rakspår ingår i en kurva (eller tvärtom), en hastig ändring av rörelseriktningen, vilket medför, att stötar uppstå, som anstränga spårmaterielen. För att göra övergången mellan ett rakspår och en kurva mjuk, inlägges en övergångskurva, så konstruerad, att dess radie successivt minskas från ett oändligt stort värde till det värde, som svarar mot den cirkulära kurvans radie. Övergångskurvorna givas vanligen parabolisk form. Beträffande dessas konstruktion m. m. hänvisas till str. 239, del F.

**Kostnadsförslag.** *Kostnadsförslaget* för en järnvägsanläggning kan bl. a. upptaga följande poster: jordlösen och skadeersättningar, terrasseringsarbeten, vattenbyggnader, banöverbyggnad, bangårds- och linjebyggnader, anslutningar till befintliga järnvägar, vägkorsningar, stängsel, elektrifiering, telefon-, signal- och säkerhetsanläggningar, rullande materiel samt administration och oförutsedda utgifter.

**Trafikledens ekonomi.** När kostnadsförslaget föreligger färdigt, gäller det att avgöra, huruvida inkomsterna genom anläggningen kunna giva skäligen ränta och amortering av kostnaderna för företaget i dess helhet. Beräkning av trafikinkomsterna är mer vansklig att utföra än övriga förarbeten, i det att man därvid huvudsakligen måste bygga på tillgänglig statistik för de trakter, genom vilka järnvägen skall framgå.

**Beslut ang. anläggningens utförande. Koncession.** Resultatet av förarbetena sammanfattas slutligen i en sammanställning, utvisande beräknade inkomster och utgifter för anläggningen, varefter vederbörande myndigheter kunna taga ställning till förslaget. Gäller det en statsbana, fatta statsmakterna beslut om järnvägsanläggningen efter av järnvägsstyrelsen därom gjord framställning. Avser däremot anläggningen en enskild järnväg, inlämna intressenterna till regeringen det uppgjorda förslaget med begäran om *koncession*, d. v. s. medgivande till företagets igångsättande och bedrivande.

Sedan det beslutats, att viss järnvägslinje skall utföras, vidtager renstakningen och detaljbearbetningen av den preliminärt utstakade linjen. De härför erforderliga arbetena utgöra i stort en upprepning av de vid den preliminära undersökningen verkställda arbetena, men utföras fullständigare och med iakttagande av större noggrannhet.

## **B. Ombyggnader.**

Till följd av olika omständigheter (tyngre trafik, ökad hastighet, elektrifieringsarbeten o. dyl.) förekommer stundom, att redan utförda järnvägar omläggas utmed viss sträcka.

Grundförhållandena kunna vara sådana, att de icke medgiva ökad påfrestning genom högre hastighet eller tyngre trafik, bangårdar kunna bli otillräckliga för att ombesörja den ökade trafiken etc.

Vid utbyggande av en enkelspårig järnvägslinje till dubbelspårig bör det undersökas, om det nya spåret kan läggas omedelbart intill det befintliga, eller om man icke genom nyanläggning av dubbelspårig bana på större eller mindre sträcka kan erhålla så stora fördelar genom ökade kurvradier och minskade stigningar, att förräntning av anläggningskapitalet erhålles.

En annan typ av ombyggnadsarbeten, som torde bli alltmer aktuell, avser ombyggnad av smalspåriga bandelar till normalspåriga. Förutsättningen för ett sådant arbetes utförande är helt naturligt, att de därigenom vunna fördelarna i olika avseenden stå i ett gynnsamt förhållande till kostnaderna för ombyggnaden.

För varje sådant arbete, som ovan berörts, gäller det givetvis att utföra de undersökningsarbeten som erfordras för ett rättvist bedömande, huruvida företagens genomförande är ekonomiskt berättigat.

### III. Banunderbyggnad.

I byggnadshänseende utgöres en järnväg av banunderbyggnad och banöverbyggnad. Den förra, som i vidsträckt bemärkelse innefattar allt, som erfordras för överbyggnadens uppbärande, får bl. a. till ändamål att utjämna terrängens ojämnheter. Benämningar,  
definitioner  
m. m.

Allt efter balansplanets läge i förhållande till markytan bildas underbyggnaden (banvallen) genom skilda arbeten, nämligen:  
*schaktning* eller *sprängning* (skärning, tunnel), då balansplanet ligger under markytan,  
*planering*, då balansplanet ligger i markytan och  
*fyllning* (bank), då balansplanet ligger över markytan.

Ovan under II A vid kantrubriken »Plan- och profilritningar» hava begreppen balanslinje och balansplan definierats. Ytterligare benämningar och förtydliganden beträffande banvallen framgå av fig. 6, i vilken *banvallens krönbredd (A)*, *ballastens krönbredd (B)*, *ballastens djup (C)*, *banvallens bombering (D)* samt *banketten (E)* åskådliggöras.

Ballasten skall givas sådan krönbredd, att spåröverbyggnaden icke kan förskjutas i sidled. Ballastens djup bör vara så stort, att belastningen, som nedföres genom sliprarna, erhåller tillfredsställande utbredning.

#### A. Grundundersökningar.

Vid planerandet av ett byggnadsföretag är det nödvändigt att i första hand skaffa sig kännedom om byggnadsgrundens beskaffenhet.

*Berggrunden* är i större eller mindre grad genomdragen av sprickor och andra svaghetszoner, vilka särskilt måste beaktas vid undersökningarna och sedermera vid arbetenas utförande. I allmänhet kan dock vårt lands berggrund betraktas som god byggnadsgrund. Berggrund.

*Jordarternas bärighet* är synnerligen varierande och måste därför vanligen bestämmas i varje särskilt fall. Omfattningen av den härför erforderliga geotekniska undersökningen blir beroende av de speciella krav, som ställas på den ifrågavarande anläggningen. Icke Jordgrund.

sällan erhålles vid undersökningen sådant resultat, att det blir nödvändigt att utföra en förstärkning av undergrunden. Detta blir erforderligt i de fall, då undergrunden är av sådan beskaffenhet, att den icke förmår att direkt uppbära de belastningar, som uppkomma genom den planerade anläggningen.

Då det gäller att utröna bärigheten hos mark, över vilken ny bana skall framdragas, eller stabiliteten hos redan befintlig bana, bör den första åtgärden vara att genom allmän rekognoscering fastställa, vilka delar av den föreliggande sträckan, som utan vidare kunna förklaras riskfria. Platser, som sålunda ej tarva undersökningar för vanliga bankar och skärningar, äro i stort sett endast sådana, där marken utgöres av berg och morän eller av grus och sand utan eller med endast obetydliga inlagringar av lera, mjäla eller jordarter av växt- och djurrester, och där samtidigt den naturliga markens lutning eller lagring icke är alltför brant.

**Sondborrning.** Består marken däremot av mjäla, lera, torv eller gyttja, måste densamma underkastas en rekognoscering medelst borrhning för att i stort angiva de förefintliga jordlagrens mäktighet och beskaffenhet. Därvid utföres endast en gles borrhning med sondborr i förening med en undersökning av ytlagens beskaffenhet. Genom *sondborrhning* kan man i regel utröna läget för »fast botten», när denna finnes på rimligt djup och täckes av lösare jordlager. Man kan också i gynnsamma fall fastställa mäktigheten hos de olika jordlagren och bilda sig en ungefärlig uppfattning om desammas beskaffenhet.

**Provtagning m. m.** I de fall, då en sondborrhning icke givit för bedömandet av frågan om markens lämplighet som byggnadsgrund uttömmande resultat, måste sådan borrhning kompletteras med andra undersökningsmetoder såsom *provgrävning*, *upptagning av jordprov medelst borrhning samt provens närmare undersökning*.

Om ett jordlager ej kan uppbära den belastning, som en avsedd anläggning — järnvägsbank eller konstbyggnad — beräknas åstadkomma, måste grunden förstärkas. En redogörelse rörande vissa grundförstärkningsmetoder lämnas nedan under rubriken E »Bankar».

Grundundersökningarna för en järnvägsanläggning skola dock icke endast avse att fastställa olika förekommande jordarters hållfasthetsegenskaper. Man måste även taga reda på den naturliga markens uppbyggnad och lutningsförhållanden.

## **B. Jordskärningar (schaktningsarbeten).**

**Benämningar** När man i dagligt tal talar om schaktningsarbeten, avser man undanskaffande av sand, jord och andra lösa jordlager genom *grävning*. Då det gäller motsvarande arbeten i bergarter, användes begreppet *bergsprängning* eller stundom *bergschaktning*. Allt efter utseendet av den anläggning, som skall skapas, skiljer man mellan *öppet schakt* och *tunnel-* eller *ortschakt*. Tunnlrar och orter utföras vanligen i berg och endast i undantagsfall i lösare jordarter.

Arbetet med jord- eller bergmassans lösgörande ur en skärning, upplastning, borttransport och lossning betecknas med ett gemensamt namn *terrassering*. För att utföra en terrassering bör man först skaffa sig kännedom om massans beskaffenhet och därefter välja lämpliga redskap och arbetsmetoder. Ett arbete i hårdare jordart kräver vanligen helt andra verktyg än i lösare.

**Jord- och bergarters klassificering.** Man kan ur schaktningssynpunkt gruppera jordarterna efter hårdhet och bergarterna efter hårdhet och homogenitet i olika klasser:

Klass I. Hit hör varje jordart, som utan att fordra särskilt arbete vid lösgörandet, lätt kan skyfflas ut, som t. ex. torr sand, löst grus och singel o. s. v. Arbetet kan verkställas med vanliga skyfflar och spadar.

Klass II. Till denna klass höra alla jordarter, som utan andra redskap än spadar kunna skäras ut t. ex. matjord, torv och icke alltför fast lera.

Klass III. Hit hänföres alla jordarter, som behöva en särskild uppluckring med jordhacka, s. k. korp, innan spade kan användas för deras bortschaktande. Till sådana jordarter räknas fastare lera och pinnmo. Mången gång användas sprängämnen för dessa jordarters lösgörande.

Klass IV. Hit föres söndervittrat berg, mjukare sandstens- och skifferarter, som kunna sönderdelas med spett, korp eller knoster.

Klass V. En del lagrade bergarter med tydliga skiktgångar, vilka tillåta klyvning efter skiktgångarna med spett eller bräckjärn s. k. underkilning.

Klass VI. Omfattar berg i fasta, mäktiga pallar, som endast kunna uttagas med användande av sprängämnen.

Till ledning för bedömning av tidåtgången för arbeten med schaktning eller sprängning utan maskinella hjälpmedel i olika jord- och bergarter, då lastningen antages ske i vanliga skottkärror, lämnas i det följande vissa uppgifter. I tidåtgången, som är angiven för klass I—VI enligt ovan, ingår ej tid för massans borttransport. Tidåtgång för uttagning av jord- och bergmassor.

För varje m<sup>3</sup> uttagen massa erfordras sålunda:

klass	I	0,5—	0,9	timmar
	»	II	0,9—	1,5 »
	»	III	1,5—	2,3 »
	»	IV	2,3—	4,0 »
	»	V	4,0—	6,0 »
	»	VI	6,0—	10,0 »

Ovan meddelade tidsuppgifter äro helt naturligt blott ungefärliga, och för varje klass angivas, som synes, relativt stora variationer. Med ledning av dessa uppgifter kan ungefärliga dagsprestationen för varje man beräknas och följaktligen erforderliga antalet dagsverken för hela arbetet.

Det må nämnas, att undersökningar pågå, som avse att skapa en mera exakt klassificering av olika jord- och bergarter med hänsyn till hårdheten eller svårighetsgraden vid bearbetningen. Sedan dessa undersökningar slutförts, torde det vara möjligt att erhålla tillförlitligare uppgifter för olika massors uttagning för hand eller med maskin. Det bör dock beaktas, att dylika försök endast kunna giva närmevärden på arbetsprestationen under vissa förhållanden. I praktiken visar det sig nämligen, att de lokala förhållandena ofta äro mycket olika vid samma arbetsplats, och att bl. a. väderleken är en variabel faktor, som icke sällan rubbar de utförda beräkningarna.

En arbetares *dagsprestation*, exempelvis storleken av den jordmassa han förmår uttaga och med skottkärra borttransportera en viss väglängd under en dag, kan erhållas ur ekvationen: Arbetsseffekt.

$$A = v \cdot n; \text{ där } A = \text{total arbetsseffekt}$$
$$v = \text{skottkärrans volym}$$
$$n = \text{antalet utkörda kärror per dag.}$$

Om sålunda storheterna  $v$  och  $n$  kunna bestämmas, erhålles värdet på  $A$ .

Exempel:

Det förutsättes, att en arbetare på en 8 timmars dag (480 min.) förmår tillryggalägga 24 000 m bakom sin skottkärra (=50 m per min.). Antag vidare, att för varje i- och urlastning av kärran åtgår 4,0 min. (inkl. spilltid), d. v. s.  $\frac{1}{120}$  av arbetsdagen. Denna tidåtgång motsvarar enligt ovan en väglängd av 200 m.

Betecknas transportvägens längd med  $L$  fås sålunda

$$n = \frac{24\,000}{2 \cdot L + 200};$$

Om  $L$  antages vara 60 m fås

$$n = \frac{24\,000}{2 \cdot 60 + 200} = 75$$

Förutsättes skottkärrans volym  $v = \frac{1}{13} \text{ m}^3$ , erhålles

$$A = \frac{1}{13} \cdot 75 = 5,75 \text{ m}^3.$$

Under förutsättning att timförtjänsten bör uppgå till cirka 1,85 kr., blir kostnaden för lastning, transport och lossning:

$$\frac{8 \cdot 1,85}{5,75} = 2,58 \text{ kr./m}^3.$$

#### a) Jordschaktning för hand.

Verktyg.

Vid schaktning för hand måste verktygsvalet anpassas efter massans hårdhet och i vissa fall även efter förhållandena på arbetsplatsen. De vanligaste verktygen äro spett, jordhackor (korpar), spadar och skyfflar. En mångfald olika typer av spadar och skyfflar förekomma för samma arbete. Verktygsvalet försvåras härigenom, men är därför inte mindre betydelsefullt. Viss standardisering bör eftersträvas.

Det vanligaste sättet att vid en järnvägsanläggning driva arbetet i en jordskärning är att först taga ut det s. k. *livet*, ytan a—b—c—d—a i fig. 7, därefter slänter, ytorna a—b—e—a och c—d—f—c samt slutligen diken, ytorna i.

Schaktnings-  
arbetets be-  
drivande.

Schaktningsarbetets bedrivande är beroende icke allenast på jordens beskaffenhet utan även på schaktets utseende, framför allt djup. Vid allt dylikt arbete bör eftersträvas, att lyfthöjden vid lastning i skottkärror eller tippvagnar blir den minsta möjliga. Detta vinnes enklast genom att vid arbetets början först utschakta en tillräckligt bred grav, i vilken transportmedlet kan uppställas, och därefter vidga schakten (se fig. 8).

Vid alla schaktningsarbeten böra jordmassorna och schaktets botten hållas så torra som möjligt genom anordnande av överdiken eller diken i skärningens botten.

#### b) Jordschaktning med maskin.

Förutsätt-  
ningar för  
maskin-  
schaktning.

Om utschaktning av massorna i en skärning skall ske för hand eller med maskin, är framför allt beroende på arbetets omfattning och transportförhållanden. För att maskinschaktning skall tillgripas fordras, att transportererna skola kunna ordnas så, att maskinernas kapacitet kan utnyttjas. Vidare måste det röra sig om relativt stora massor, då t. ex. en gräv-maskin med 0,65 m<sup>3</sup> skopa under normala förhållanden kan avverka c:a 150 m<sup>3</sup> fast jordmassa på åtta timmar. Man kan som regel räkna med, att det är ekonomiskt för-

delaktigt med maskinschakt, om de massor, som skola uttagas, utgöra minst 10 000 m<sup>3</sup>. Även vid mindre massor, särskilt om maskinen och decauvillematerielen finnas lätt tillgängliga och de lokala förhållandena i övrigt äro lämpliga, lönar det sig ofta med maskinschaktning. Användningen av maskin för mindre schaktningsarbete bör dock föregås av noggrann kostnadskalkyl.

De vanligast använda maskinerna vid schaktningsarbeten äro *grävmaskiner*, *släpskopor*, *gripskopor* och *paternosterverk*. För speciella schaktningsarbeten förekommer även vattenspolning eller sugning.

Av grävmaskiner finnes en mångfald konstruktioner, lämpade för olika förhållanden och arbetsätt. De grävmaskiner av äldre typ, som använts och fortfarande äro i bruk vid statens järnvägar, uppställas under arbetet på ett särskilt spår, oftast bestående av ett antal korta spårdelar, som vid grävmaskinens förflyttning i ett schakt successivt flyttas från bakre till främre delen av uppställningsspåret (se fig. 9). Dessa maskiner äro utrustade enbart för ångdrift. De moderna grävmaskinerna äro försedda med s. k. larv- eller krypkedjor och kunna förflyttas och vändas i olika riktningar, oberoende av spår, samt äro utrustade för ång-, bensin-, diesel- eller elektrisk motordrift. En grävmaskin av nyare typ är avbildad i fig. 10. Grävmaskin.

Grävningens anordningen på en grävmaskin utgöres av en skopa, som vid grävningen föres antingen från maskinen och uppåt (höggrävande) enligt fig. 11 eller nedifrån mot maskinen (djupgrävande) enligt fig. 12. Stundom användas även begreppen skjutskopa resp. drag-skopa. Från maskinhuset överföres kraften till skopan genom ett system av linor, och rörelserna dirigeras från en manöverhytt i maskinens främre del. Skopan, som är försedd med kraftiga, utbytbara tänder av stål, har en rymd av 0,5 till 2,0 m<sup>3</sup>. På en »höggrävare» måste skopans botten vara öppningsbar för att möjliggöra tömningen. Skopans botten är sålunda rörlig och upphängd på gångjärn vid skopans baksida och så avvägd, att den slår igen, då skopskaffet lutar 45° eller brantare mot marken. Stängningen verkställles medelst en tung skjutregel, som vid tömningen frändrages med tillhjälp av en lina. Det förekommer även, att skopan förses med en sektorlucka, som möjliggör en reglerbar tömning av skopinnehållet.

En modern grävmaskin utföres ofta så, att den genom utbyte av grävvarmen kan användas för antingen hög- eller djupgrävning. Under senare år har även tillverkats grävmaskiner, som genom mindre omställningar kunna arbeta med drag-, grip- och planeringsskopor eller som lyft- och pålkrantar.

De kvantiteter per tidsenhet, som medelst en grävmaskin kunna uttagas ur ett schakt, äro givetvis beroende av en hel del faktorer, såsom skopans rymd, markens beskaffenhet, schaktets höjd och möjligheten att alltid hava transportvagnar till hands för att grävmaskinen utan tidspillan skall kunna avgiva skopinnehållet i dessa, samt sist men icke minst maskinskötarens vana vid arbetet. Man torde kunna räkna med, att det normalt åtgår högst en minut för skopans fyllning, svängning och tippning vid schaktning i lera, sand eller grus. Det bör alltid tillses, att grävmaskinen placeras så, att svängningen blir den minsta möjliga.

En släpskopeanläggning kan anordnas enligt fig. 13. Släpskopespelet är vanligen ett friktionsspel med tvenne lintrummor. Spelet placeras invid den plats, dit materialet skall framforslas. En ståltrådslina — draglinan — går direkt från släpskopespelets främre lintrumma till släpskopans främre fäste. En annan ståltrådslina — returlinan — fastsättes vid skopans bakre del och går därifrån ut över hela området, som skall utgrävas, över blockskivor, som äro uppsatta på en bock e. dyl. vid den yttre gränsen av skopans räckvidd, tillbaka till spelets Släpskopa.

bakre lintrumma. I de flesta fall placeras i närheten av spelet en centralmast med blockskivor, vilka styra såväl drag- som returlinan.

Genom en manöverspak sätter maskinskötaren den främre lintrumman jämte draglinan i funktion, varvid skopan drages framåt och fylls. Sedan »flyter» den över marken till avlastningspunkten. Genom att med manöverspaken fränkoppla den främre draglinetrumman och tillkoppla den bakre trumman sättes returlinan i verksamhet och för släpskopan tillbaka för ny lastning.

Släpskoporna, som utföras bågformiga för att bättre motstå påfrestningarna, förses med lös slitplåt av specialstål, och för grävning i hårt material anordnas på skoporna skärtänder av manganstål.

Släpskoporna ha numera stor användning för lastning i grusgröpar.

**Gripskopa.** Schaktning med gripskopa kommer i allmänhet endast till utförande i lösa jordarter. Gripskopan består av två sektorformade halvkor, som av egna vikten nedtryckas i jordmassorna och sedan slutas vid uppdragningen. För bekväm manövrering av gripskopan är denna monterad på ett flyttbart kranmaskineri (se fig. 14).

**Paternosterverk.** Paternosterverket (elevatoren) består av ett maskineri samt en ändlös, med ett flertal skopor försedd kedja, monterad mellan tvenne valsar (se fig. 15). Vid kedjans rotation skrapa skoporna mot marken och fyllas med jordmassa, för att sedan tömmas, då de passera högsta punkten.

Paternosterverket användes ofta för lastning i grusgröpar samt av lösare jordarter.

### C. Bergsprängning.

**Sprängämnen.<sup>1</sup>** Vid ett sprängämnes explosion (explosion=ögonblicklig förbränning) bildas gaser, och värmeenergi frigöres. Explosionsvärmets, gasvolymen och explosionens hastighet äro de faktorer, som i första hand avgöra de olika sprängämnenas kraft och verkningssätt. Med hänsyn till explosionshastigheten skiljer man mellan långsamt verkande sprängämnen (t. ex. svartkrut) och hastigt verkande eller brisanta sprängämnen (t. ex. dynamit och trotyl). Sker förbränningen med *mycket* stor hastighet, säges sprängämnet *detonera*. Sådana sprängämnen kallas *brisanta*, och för dem användas benämningarna detonationsvärme, detonationshastighet etc. Även i andra avseenden än ovan berörda förhålla sig de skilda sprängämnen mycket olika, t. ex. beträffande inverkan av eld, stötar och rivning. Vissa ämnen äro sålunda mycket känsliga för dylika impulser, under det att andra kunna motstå kraftiga slag och till och med eld, utan att explosion eller antändning inträffar. I fria luften kan ett sprängämne förbrinna utan explosion, men däremot inträffar en våldsamt sådan, om samma sprängämne inneslutes i ett fast föremål.

Det vid bergsprängning vanligast använda sprängämnet är *dynamit*. Sådan den ursprungligen framställdes av svensken Alfred Nobel, bestod dynamiten av en explosiv vätska, nitroglycerin, blandad med kiselgur (gur-dynamiten). Detta sprängämne har numera ersatts av s. k. *extradynamit*, som har en kraftigare verkan. Genom att extradynamiten äger stor formbarhet, kan laddningsrummet fullständigt utfyllas med sprängämnet, vilket bidrager till stor sprängningseffekt. En annan utmärkande egenskap för detta ämne är dess goda motståndsförmåga mot fukt och vatten, vilket gör, att det även kan användas vid sprängningar i vatten.

<sup>1</sup> Beträffande sprängämnen m. m. se även »Handledning i allmän materiallära», avd. IX.



Av extradynamit förekomma i handeln numera speciella sorter, som äro lämpade för särskilda arbeten, såsom t. ex. sprängning under vatten, i stark kyla etc.

För sprängningsarbeten, som icke kräva ett allt för brisant sprängämne, har *territ* visat sig mycket lämpligt. Territ har lägre explosionshastighet än extradynamit.

Under senare år ha även andra sprängämnen alltmer börjat användas. Bl. a. förekomma i marknaden s. k. »säkerhetsprängämnen». Dessa ämnen äro mindre kraftiga än ovanberörda, men de besitta mycket stor okänslighet för slag, rivning och eld. De vanligaste säkerhetsprängämnen äro *nitrolit* och *carlsonit*. I jämförelse med dynamit, som är plastisk, äro sistnämnda ämnen pulverformiga och hava lägre specifik vikt, c:a 1,1 mot c:a 1,5 för dynamiten. Då säkerhetsprängämnen sålunda äro mindre formbara, kunna de icke bringas att utfylla laddningsrummet i samma grad som dynamiten. Denna omständighet jämte den mindre specifika vikten medför, att säkerhetsprängämnenas effekt blir mindre än dynamitens.

De sistberörda ämnena äga hög explosionshastighet även i friliggande laddningar, vilket gjort dem särskilt väl lämpade för sprängning i jord och av stubbar och lösa stenar (s. k. »bulldosor», se fig. 16). De äro relativt okänsliga för köld och kunna således användas även vid låga temperaturer.

En ny förbättrad typ av säkerhetsprängämnen, benämnd *borenit*, finnes nu att tillgå i handeln. Boreniten, som har en spec. vikt av omkring 1,5, har plastisk konsistens och äger sålunda god formbarhet. Boreniten är praktiskt taget ofrysbar och har stor motståndsförmåga mot vatten.

*Svartkrut* utnyttjas alltjämt för sprängningsarbeten närmast till följd av dess egenskap att vara mera långsamt verkande. Om släta och jämna ytor samt minsta möjliga sprickbildning eftersträvas, användes med fördel svartkrut. Detta sprängämne har därför stor användning inom stenindustrien.

De viktigaste egenskaperna för de vanligaste sprängämnen framgå av följande sammanställning.

	Trotyl	Bomullskrut	Gummi-dynamit	Extra dynamit	Borenit	Carlsonit	Nitrolit
Konsistens	Stavar		Degformiga patroner			Pulverformiga patroner	
Färg	Gul	Ljulgul	Gul	Röd	Gul	Grå	
Spec. vikt	1,6	1,4	1,6	1,4	1,5	1,1	
Känslighet mot: slag och rivning	Okänsliga		Känsliga		Föga känsliga		Okänsligt
	Okänsliga		Känsliga			Föga känsliga	
	Okänsliga			Föga känsliga		Känsliga	
	Okänsliga		Fryser vid $-20^{\circ}$ C		Okänsliga		
Initieras av	Tändhatt	Detonator jämte tändhatt	Tändhatt				
Hämföras i transport-hänseende till sprängämnesklass	II	II Detonator klass I	I		II		

Tändmedel. De vid vanliga sprängningsarbeten använda tändmedlen äro krutstubin, pentylstubin och tändhattar.

*Stubinen* utgöres av en krutkärna, som är omspunnen av jute- eller bomullsgarn. Garnomhöljet är impregnerat för att förhindra, att vatten intränger till krutet. Vid tillverkningen av stubinen eftersträvas bl. a., att kärnan blir möjligast jämn, så att stubinen kommer att brinna med jämn hastighet. Den vanliga stubinen har en bränntid av c:a 2 min. per meter. Dessutom tillverkas för militärt behov s. k. snabbstubin (pentylstubin) med en mycket kort bränntid.

För att bringa ett sprängämne till fullständig detonation (initiera laddningen) användas *tändhattar*. I varje laddning införes en tändhatt, vilken vanligen består av en aluminiumhylsa, fylld med blyazid och trotyl eller tetryl. Det förstnämnda ämnet utgör tändsatsen för trotylen, och blyaziden i sin tur antändes medelst stubintråd (se fig. 17) eller medelst elektrisk tändning. För den sistnämnda tändningsmetoden tillverkas numera även s. k. momenttändare och tidtändare. Vid tändning medelst tidtändare kunna de olika laddningarna bringas till tändning i viss följd, vilket medför, att sprängningsarbetet kan bedrivas på det för varje särskilt fall lämpligaste sättet.

Borrhål. Då sprängämnets volym i detonationsögonblicket mångfaldigas, måste sprängämnet, för att få så stor effekt som möjligt, i tändningsögonblicket vara väl inneslutet i berget. För detta ändamål är det nödvändigt att utföra *borrhål* in i berget, där sprängämnet placeras i hålets botten. Om laddningen skall utföras så stor, att den icke får plats i den inre delen av borrhålet, måste detta förstöras genom s. k. »urbränningar». En mindre laddning anbringas i hålets botten och antändes, varvid en utvidgning av hålet, s. k. »gryta» erhålles. Genom successivt ökade laddningar utvidgas grytan, tills denna kan rymma hela den som erforderlig beräknade sprängämnesmängden. Mellan varje sådan sprängning urspolas grytan med vatten för att avkylas och för att bortskaffa det söndersmulade berget.

Borrstål. Borrningen sker medelst *borrstål*, som skall vara av möjligast hårt och segt stål för att få så liten slitnings- och så hög verkningsgrad som möjligt.

Allt efter borrarformens skiljer man mellan *mejselborrar* och *kronborrar*. Mejselborrar, som ha mejselformigt skär, användas mest för borrning i mjuka bergarter. Kronborrar användas vid borrning i hårdare bergarter, och som regel vid maskinborrning. Kronborrarna hava skär med flera egg. Oftast användes borrar med sex skär, då dessa riva sönder berget bäst och hava mindre benägenhet att fastna. Eggens längd skall göras ungefär 1,3 gånger borrarstålens diameter, för att kunna öka borrarrens lättrörlighet, vilket är en mycket viktig faktor vid borrningen, då borrarne eljest lätt fastnar. Några olika typer av borrarform och borrar visar på fig. 18.

Under de senaste åren har bergborrningen med *hårdmetallskär* vunnit stor spridning. Sådana borrar kunna med fördel användas vid mindre sprängningar för grunder, rörgravar och liknande. Hårdmetallskäret är utformat såsom ett mejselbollar antingen med hårdmetallen fäst i en utbytbar krona eller direkt inlöd i borrar. Borrningshastigheten, som är flera gånger större än för vanliga borrar, kan vid borrning i gnejs och granit uppgå till 10 à 12 m/tim. Arbetet kan därigenom bedrivas snabbt och utgifterna för såväl arbetslöner som maskinkostnader sjunka. Borrmedjan bortfaller helt, då den enda skärpning av borrar, som kommer i fråga, är en slipning av skäret. Detta kan lätt utföras på arbetsplatsen med en tryckluftdriven handslipmaskin.

För tunneldrift, gruvbrytning och andra större uppgifter hava dessa borrar med stor

fördel kommit till användning, och intet sådant arbete torde numera påbörjas, utan att denna möjlighet tagits under överbägande.

Borrningsarbetet försiggår antingen för hand eller maskinellt genom slag eller stötar.

Vid *handborrning* skiljer man mellan enmans- och tvåmansborrning, allt eftersom det är en eller två man, som sköta borrhningsarbetet för ett hål. Även tremansborrning förekommer, men bör undvikas, ty kostnaden blir väsentligt högre, utan att effekten ökas i motsvarande grad. Enmansborrning ger den största effekten.

Hand-  
borrning.

Borrning för hand tillgår så, att efter varje slag lyfts borren upp och vrides något; borrhnsnittet i hålets botten bilda sålunda en massa strålar, som skära varandra i centrum. För att skärningsvinkeln för varje slag skall bli så stor, att borren tager jämnt med sig i borrhålets botten, bör den ovannämnda vridningsvinkeln vara ungefär 36°. Den kantiga formen hos borrhstålet är till för att underlätta kringvridningen. Grovleken hos borren varierar mellan 20 och 45 mm, längden i regel mellan 0,4 och 1,5 m.

Vid större bergsprängningar förekommer i allmänhet *maskinborrning*. De moderna bergborrmaskinerna äro s. k. hammarmaskiner, i vilka en fram- och återgående kolv slår på den stillastående borren. Den av kolven under den framåtgående rörelsen uppsamlade energien avgives i stötögonblicket till borren och ger upphov till det mycket höga tryck mot berget, som fordras för att framkalla dess krossning under skäreggarna. För att av denna lokala söndermalning framkalla ett borrhål fordras, att eggarna förflyttas så, att hela bottenytan bearbetas, vilket sker genom borrens vridning. Stöten kommer till sin rätt först om borrens skäreggar före stöten äro i intim kontakt med bergväggen. Därför skall maskinen tryckas mot bergväggen antingen för hand vid handhållna maskiner eller med hjälp av matningsanordningar vid monterade maskiner. För att erhålla ett gott borrhningsresultat fordras dessutom, att det krossade berget, »bergmjölet», omedelbart avlägsnas, så att skäret ständigt är i beröring med och bearbetar en »frisk» yta. Renspolning av borrhålet sker i de moderna maskinerna genom det ihåliga borrhstålet antingen med luft eller med vatten.

Maskin-  
borrning.

Såsom ovan nämnts, kunna bergborrmaskinerna antingen vara avsedda att under arbetet hållas i handen eller att monteras på pelare. De förra äro försedda med handtag, oftast gummiklädda för att vara bekväma att hålla i (fig. 19). De senare äro utrustade med en matningsanordning, som fyller det dubbla syftet att uppbära maskinen och att skjuta den fram mot berget, efter hand som borrhningen fortskrider. Är maskinen dessutom självroterande, sker borrhningsarbetet helt automatiskt och erfordrar endast tillsyn av arbetaren.

För matningsmaskinens montering användas vid tunnelsprängningar pelare, som vanligen spännas mellan botten och tak. Numera användas praktiskt taget uteslutande tryckluftpelare, i vilka, sedan foten stötts mot marken, dubben av lufttrycket spännes mot taket. Maskinen kan antingen monteras direkt på pelaren (se fig. 20) eller i en pelarklämma, satt på en tvärram, vilken i sin tur är fästad på pelaren (se fig. 21).

Självroterande bergborrmaskiner kunna ofta med fördel monteras på en klen »luftpelare», som både uppbär maskinen och trycker den mot berget, s. k. »knämatning», vars arbetssätt framgår av fig. 22. Dessa maskiner hava under senare åren fått allt mera användning även vid större arbeten.

Borrmaskiner finnas för såväl tryckluft som ånga och elektricitet, men äro f. n. tryckluftmaskinerna de mest använda. Kraftkällan för dessa pneumatiska borrhmaskiner utgöres av kompressoraggregat, i allmänhet byggda för 6 à 7 atmosfärers tryck. Fig. 23 visar en transportabel, elektriskt driven luftkompressor.

Under senare år har marknaden tillförts en ny typ av borrar-maskiner, där kraftkällan, en explosionsmotor, finnes inbyggd i borrar-maskinen (se fig. 24).

Vad beträffar *borrningsarbetets bedrivande*, bör iakttagas, att maskinernas nettoborrtid blir så lång som möjligt. Därför bör före varje arbetsskift tillses, att nödiga verktyg och behörlig materiel äro framförda till arbetsplatsen. Vidare må beaktas, att borrar-ring ej utföres med oskärpta borrar, ty det som eventuellt kan sparas genom icke borrar-byte och transport av borrar, förloras mångdubbelt i minskad borrar-ringseffekt.

Varje borrar-bas bör noga hava studerat de anvisningar, som lämnas i »Handledning för maskinbarrare, borrar-medel och borrar-maskinsreparatörer vid gruvor», utarbetad inom Jernkontorets gruvbyrå.

*Tryckluftledningarna* utföras av galvaniserade stålrör eller gummislangar av olika grovlek, beroende på antalet borrar-maskiner och ledningens längd. Som regel kan sättas, att en borrar-maskin fordrar 25 mm, två borrar-maskiner 37 mm samt tre och fyra maskiner 50 mm ledning. Det är av synnerlig vikt att tillse, att tryckluftledningen är fullt tät även i skarvarna, så att ej lufttrycket onödigtvis minskas.

Laddning och tändning.

*Laddningen av ett borrhål* tillgår så, att man med laddstaken försiktigt inför en eller flera patroner av sprängämnet till borrhålets botten, där patronen sakta tryckes ihop. Laddstaken skall vara gjord av trä, eventuellt med beslag av mjuk metall (ej stål, enär gnistbildning då kan uppstå vid beröring med berget). Sedan det nödiga antalet patroner på detta sätt packats i hålets botten (grytan), införes den s. k. tändpatronen, i vilken tändhatten med stubintråden (eller den elektriska tändhatten) är placerad. Borrhålet stoppas sedan med sand, torr lera eller papper (förladdningen), varefter skottet tändes med stubintråden (vid elektrisk tändning med tändapparaten).

Täckning.

I närheten av byggnader, allmänna vägar och trafikleder, kontaktledningar eller eljest, när fara för person eller egendom föreligger, skall sprängskott alltid omsorgsfullt täckas med mattor och sammankedjade stockar på sådant sätt, att stenar icke kunna kringslungas vid sprängningen.

Sprängskotts placering och laddningarnas storlek.

Verkan av en i berg anordnad sprängladdning är beroende av så många mer eller mindre kända faktorer, att en noggrann teoretisk beräkning av berglossningen för en på visst sätt placerad laddning är helt utesluten. Bland sådana faktorer, som ej kunna uttryckas med siffervärden, må nämnas: bergets struktur och lagringsförhållanden, hållfasthet, förekomsten av slag och sprickor m. m. Dessa faktorerens betydelse för berglossningen kan endast bedömas genom praktisk erfarenhet. Vid sprängning av »trasigt» berg bör stor försiktighet iakttagas. Under vissa förhållanden, speciellt vid tunnelsprängningsarbeten, kan det bliva nödvändigt att anordna provisoriska förstärkningar under byggnadstiden.

I allmänhet utgöra borrar-ningens kostnaderna den viktigaste ekonomiska faktorn vid sprängningsarbeten, och det ställer sig därför i regel gynnsammast att arbeta med största möjliga försättningar (se fig. 25) och möjligast kraftiga sprängämnen. Gäller det däremot att i möjligaste mån skydda de bergpartier, som skola kvarstå efter sprängningen, anbringas man ett flertal borrhål med liten försättning och ringa sprängämne. Denna metod är icke ekonomiskt fördelaktig men kan, som sagt, i vissa fall av försiktighetsskäl behöva tillgripas. Fig. 25—27 visa några typiska fall av borrhålsansättning.

Tunnel-sprängning.

Vid *tunnelsprängning* måste borrhålens lägen och djup noggrant avvägas med hänsynstagande till bergart, bergets struktur och lagringsförhållanden samt förekommande slag och

sprickor. »Öppning» i berget för varje salva erhålles genom s. k. *kilskjutning*, varvid borrhålen givas en viss vinkel i förhållande till tunnelns längdriktning.

Anordningen i princip för sprängning av mindre tunnelsektioner framgår av fig. 28. Siffrorna angiva, vilken grupp resp. borrhål tillhör. Varje grupp borrar och laddas för sig, samt bringas till explosion i angiven ordningsföljd.

Vid större tunnelsprängningsarbeten uppstår betydande organisations- och transportproblem m. m., vilka inverka på valet av arbetsmetoder. Då dylika arbeten mera sällan förekomma vid statens järnvägar, redogöres ej närmare här för desamma.

Olyckor vid sprängningsarbeten inträffa oftast på grund av oförsiktigt handhavande av sprängmedlen. Vid all sprängning skall med största noggrannhet iakttagas de föreskrifter, som bl. a. förekomma i av Riksförsäkringsanstalten utfärdade »Anvisningar angående skydd mot yrkesfara vid sprängningsarbete». Dessa anvisningar skola *mot kvitto* tillställas varje arbetare, som är sysselsatt med sprängningsarbete. Arbetsledaren skall vid varje nytt arbete förvissa sig om, att arbetaren äger kännedom om dessa anvisningar och under arbetets gång noga tillse, att de i anvisningarna meddelade föreskrifterna följas.

Säkerhetsföreskrifter.

Nitroglycerin Aktiebolaget har även utgivit en broschyr, betitlad »Tio budord för svenska bergsprängare», vilken helt kortfattat redogör för de vanligaste orsakerna till olyckor vid sprängningsarbeten. De tio budorden framgå av fig. 29—38.

I Kungl. Maj:ts förordning angående explosiva varor finnes föreskrivet vissa bestämmelser rörande inköp, förvaring och vård av sprängämnen. För att kunna inköpa mindre mängd sprängämnen fordras s. k. säkerhetsintyg, som utfärdas av polismyndigheten i orten, och för inköp av större kvantiteter sprängämne skall tillstånd därtill hava inhämtats från länsstyrelsen i resp. län eller i stad hos polismyndighet (i Stockholm hos överståthållarämbetet). Sprängämnena skola förvaras på i förordningen föreskrivet sätt.

Tillstånd att förvara sprängämne och företaga sprängning.

Föreskrifter äro även utfärdade beträffande försiktighetsåtgärder vid transport av sprängämnen, bl. a. för »transport å småfordon», se str. 243, § 19.

Den person, som skall utföra sprängningsarbete i stad eller tätbebyggt samhälle, skall inhämta polismyndighetens tillstånd därtill. Dylik ansökan remitteras av myndigheten till de instanser, som komma att beröras av sprängningsarbetet. Därvid meddelade villkor sammanställas i den s. k. sprängningsresolutionen. Enligt ovanberörda förordning kan »envar, som beträdes med vårdslöshet vid handhavande av explosiv vara, straffas med böter från och med tjugofem till och med femhundra kronor».

#### D. Planering.

I de fall, då den projekterade bankroppens balansplan ligger i själva markytan eller strax under eller strax över densamma, bruka de erforderliga terrasseringsarbetena benämnas *planering*. Arbetena omfatta då röjning, stubbrytning, grästorv- och matjordsavtagning, utplanering av mindre ojämnheter, dikningar, sprängning av jordstenar m. m., allt arbeten, som kräva kort tid och draga ringa kostnader i jämförelse med utschaktning av djupa skärningar och utfyllning av höga bankar.

För utförande av planeringsarbeten i större omfattning (flygfält etc.) tillverkades i Amerika under det senaste kriget ett flertal olika typer av schaktningsmaskiner. Av dessa må särskilt nämnas den s. k. *traktorplögen*, med vilken planeringar för flygfält, järnvägar och vägar numera kunna utföras i en väsentligt raskare takt än som tidigare var möjligt.

## E. Bankar.

Allmänt, sidotipp, sidoupplag. Den ur skärning uttagna jordmassan eller sprängstenen utlägges i allmänhet i *bank*. Mången gång kan det dock vara ekonomiskt fördelaktigare att transportera ut massorna från skärningen till ett upplag invid denna, s. k. *sidoupplag* eller *sidotipp*. Banken utfylles då med massor, som tagas på mindre avstånd från ett s. k. *sidoschakt*. Även om skärningen är belägen nära invid den planerade banken, kan det ändock inträffa, att sistnämnda förfaringsätt måste tillämpas. Så sker i de fall, då jordmassorna ur skärningen äro olämpliga eller mindre lämpliga som bankfyllning, eller då massorna från närliggande skärning äro otillräckliga.

### a) Förarbeten.

Röjning, stubbrytning m. m. Före bankfyllningens utläggande erfordras ofta inga andra förarbeten än *röjning*. Stubbar o. d. behöva vanligen borttagas endast vid låga bankar, då de vid förmultningen kunna förorsaka ogynnsamma sättningar i bankfyllningen. Även större stenar, som kunna befaras frysa upp i banan, böra vid låga bankar undanskaffas. Är marken gräsbeväxt eller odlad, borttagas grästorv och matjord, om dessa material skola användas till exempelvis släntbeklädnad.

Myrdikning. Skall bank utfyllas i myrmark, kan det ofta för arbetets utförande vara nödvändigt att dränera området någon tid, innan banken utfylles. På sådana marker böra dikena läggas på stort avstånd från banken. Lämplig bankettbredd är bl. a. beroende av djupet till fast botten och bör vanligen uppgå till 5 à 10 m. Äro bankdiken icke absolut nödvändiga för vattnets avledande från terrängen (ur odlingssynpunkt eller liknande), böra sådana icke utföras, såvida icke arbetenas utförande nödvändiggöra dessa.

### b) Grundförstärkning.

Vid svag undergrund kunna förstärkningsåtgärder erfordras. Behovet, arten och omfattningen av dessa avgöres genom geoteknisk utredning (rörande åtgärder för bedömning av grundförhållandena, se Avd. A. Grundundersökningar).

Nedpressad bankfyllning. Förstärkningsåtgärderna kunna vara av skilda slag. Sålunda kan det visa sig lämpligt att låta fyllningsmassorna sjunka ned i den lösa grunden, till dess att jämvikt ernås (se fig. 39). Därvid kan det i vissa fall vara behövt att redan i samband med utfyllningsarbetet

Överbelastning. utföra *överbelastning* av banken för att ernå god arbetseffekt. I varje fall skall *slutligen* sådan överbelastning verkställas såsom ett belastningsprov. Vikten av överbelastningen skall minst motsvara vikten av ballast och tåg, inberäknat dettas dynamiska verkan.

Tryckbankar. I stället för att på detta sätt genom fyllningsmassornas nedpressande i de lösa jordlagren skaffa järnvägsbanken nödig stabilitet, kan sådan i många fall åstadkommas med hjälp av *tryckbankar*, d. v. s. i allmänhet relativt låga utfyllningar, som utläggas på ena eller båda sidor om järnvägsbanken i avsikt att motverka den tendens till upptryckning av den under och utanför densamma befintliga naturliga grunden, som eljest skulle framkallas av belastningen från järnvägsbanken (se fig. 40).

Pålning. Under vissa förutsättningar är det lämpligt att stabilisera en blivande järnvägsbank medelst *pålning* (se fig. 41). Så gott som alltid användas därvid träpålar, vilka i allmänhet anordnas i rader, vinkelräta mot banlinjen. I vanligen förekommande fall är det lämpligt att

kapa pålarna i eller strax ovan markytan och antingen påföra fyllningen omedelbart över pålhuvudena (direkt på markytan) eller, där torrskorpa saknas, underbädda fyllningen med risbädd.

I fig. 42 visas i princip ett speciellt fall, där grundförstärkning medelst pålning bör komma till användning. Bankfyllning skall anordnas utmed ett vattendrag, och undergrunden är av mindre god beskaffenhet. Vattendragets läge möjliggör icke anordnandet av erforderlig tryckbank, utan nedsjunkning och sidoförskjutning måste i ett dylikt fall förhindras genom pålning.

Stundom, främst vid myrmark, kan en *risbädd* (utan pålning) vara en lämplig förstärkningsanordning. Riset bör då till större delen med sin huvudriktning läggas vinkelrätt mot banlinjen. Framför allt enris, men även granris, är det mest hållbara och sega materialet för risbäddar. Tallris kan också användas. Ris av lövträd har ej samma hållbarhet som ris av barrträd, men kan dock användas, där det gäller att för några år framåt åstadkomma en förstärkning. Detta kan vara fallet dels vid provisoriska anläggningar, dels t. ex. vid torvmark för att åstadkomma en extra förstärkning av ytan, innan torven komprimerats till erforderlig styrka.

Risbädd.

*Rustbädd* (av rundvirke) är en anordning, som mera sällan är berättigad framför någon av de ovan nämnda. Såväl rustbäddens som framför allt risbäddens funktion är vanligen mindre att verka direkt »tryckfördelande» än fastmer att förläna ytskorpan ökad seghet och draghållfasthet. Vid nedsjunkningen av en på marken utlagd fyllning sker alltid en tänjning av markens ytskorpa (se fig. 43), och vid större sjunkning utvecklas denna tänjning i regel till en markerad bristning. Det är främst ett förhinder härav, som åsyftas med ris-(rust-)bädden.

Rustbädd.

I samband med behandlingen i det föregående av principerna för grundförstärkning av bankar bör framhållas vikten av att även en *breddning eller höjning av befintlig bankfyllning* icke utföres, förrän geotekniska undersökningar visat, att en sådan utbyggnad är ur stabilitetssynpunkt möjlig. Genom den påförda fyllningen kan nämligen bankens jämviktsläge så förändras, att grundförstärkning erfordras. Fig. 44 visar ett fall, där en breddning av banken (streckad yta) skulle kunna medföra risk för sidoförskjutning till följd av undergrundens beskaffenhet.

Att beakta vid breddning m. m. av befintlig bank.

#### c) Fyllningsmaterial.

Till bankfyllning kan som regel med fördel användas *sand* och *grus*. Är sanden mycket jämnkornig och icke »skarp» — kornen rundade — kan dock, framför allt vid högre bankar, särskilda anordningar behöva vidtagas, såsom ökning av krönbredden och utflackning av slänterna eller annan släntförstärkning.

Sand och grus.

Ett synnerligen gott fyllningsmaterial är *pinnmo*. Även *mo*, *mjåla* och *lera* kunna hänföras till användbar fyllning. Leran och även mjålan böra då emellertid icke vara av allt för lös beskaffenhet. Kravet på fastheten hos dessa material växer med stigande bankhöjd. Vid användning av pinnmo, mo, mjåla eller lera bör beaktas, att dessa material kunna vara känsliga för frost (tjälskjutande), varför särskilda försiktighetsmått kunna vara påkallade.

Pinnmo, mo, mjåla, lera.

Vid icke allt för låg bankhöjd är *sprängsten* — och även annan sten — ett gott fyllningsmaterial. Det gäller emellertid generellt inom byggnadstekniken, att jord med liten korn-

Sten.

storlek icke bör fyllas direkt mot lager av grov sten, då snart olägenheter kunna uppstå av den anledningen, att »finjorden» tränger in i stenlagrets håligheter. Detta är tillämpligt även vid bankfyllningar av sten. Innan ballasten påføres, bör därför krönet av en stenbank avjämnas och tätas med skärv eller liknande. Analogt blir fallet, om en stenfyllning är utlagd som underdel av en bank, vilken skall bringas i full höjd medelst jordfyllning. Alldeles särskilt framträder kravet på ett sådant tillvägagångssätt, då en stenbank är utfylld i eller invid ett vattendrag med möjlighet för vattnet att nå upp till finjorden. Denna sköljes då vid de högre vattenstånden ned i stenfyllningen, valvbildning i finjorden uppkommer och vid fortsatt materialtransport störtar valvet (taket) ned, och en mer eller mindre djup tratt uppkommer i ballastläget.

**Torv.** Även *torv* kan i vissa fall godtagas såsom fyllningsjord, åtminstone såsom lager ingående i bank av annat fyllningsmaterial vid bankfyllningar över myrar. Under särskilda förhållanden kan torvfyllning i viss utsträckning vara önskvärd (tjälkskydd).

**Lättfyllning.** Under vissa betingelser, då det gäller att göra banken så lätt som möjligt, kan grus och sand (pinnmo, mo, mjåla, lera) vara mindre lämpliga som fyllningsmaterial. Sten, särskilt sprängsten, kan då vara lämpligare, så framt man kan hålla den helt fri från inblandning, och styckestorleken är någorlunda ensartad. En sprängstensfyllning kan nämligen under gynnsamma betingelser bringas ned till en volymvikt av 1,5 ton pr m<sup>3</sup> eller t. o. m. något mindre, vilket däremot icke är möjligt vid användning av de ovan angivna övriga materialen. Ännu lättare kan fyllningen göras vid användning av t. ex. slagg.

**Fyllning med olika material.** Användes i samma bank olika material, böra de ordnas så, att ojämnheter till följd av olika sättningar i möjligaste mån motverkas.

#### d) **Tippning.**

Såvida icke dåliga grundförhållanden eller ogynnsamma omständigheter i övrigt nödvändiggöra iakttagandet av större försiktighet vid fyllningens utläggande, avstjälpas de uttagna schaktmassorna till sådan höjd, att tippens överyta befinner sig något högre än balanslinjens nivå, såsom närmare angives i det efterföljande. Vid bankfyllning med tjälfarlig jord bör dock fyllningskrönet icke förläggas högre än på frostfritt djup under blivande r. u. k.

Då utrymmet på tippen i regel är relativt litet på grund av den ringa bredden, kan det ibland vara lämpligt att hålla en smalare förtipp, för att det behövliga antalet kärror eller tippvagnar skola kunna lossas samtidigt.

#### e) **Fyllningens hopsättning m. m.**

Den första tiden, efter det att banken blivit utfylld, sker större eller mindre sättningar i densamma till följd av sammanpressning av de undre lagren i banken. Detta förhållande bör beaktas vid utfyllning av högre bankar, såsom i det förestående framhållits, när bankkrönets bredd vid en eventuellt erforderlig påfyllning eljest blir för liten och måste ökas (se fig. 45). Det är således behövt, att vid utfyllning av en högre bank utforma denna med större krönbredd, än den fastställda sektionen anger. För breddningen av bankar på *fast* mark bruka följande regler tillämpas (se fig. 46).

$$X=0,07 h \text{ och } X_1=0,07 h+0,02 h_1.$$

Formlerna äro konstruerade efter företagna mätningar vid utförda bankfyllningar, men gälla givetvis inte alla slag av fyllning. För bankar å eftergivande mark måste breddningen helt naturligt göras större.



f) **Sammanpressning av utfyllda massor.**

I avsikt att minska sättningarna efter utfyllningen av bankar hava under senare år vissa försök att *komprimera* massorna utförts med en speciell vibreringsmaskin, »Vibromax». Försök hava även gjorts att sammanpressa bankkroppen genom *vältning*. Dessa försök äro led i strävandena att förhindra rörelser i en nyutfylld bankkropp, vilket är en nödvändig förutsättning för att man redan från början skall kunna åstadkomma ett sådant spårläge, som under en längre tid kan bibehållas praktiskt taget oförändrat. Härigenom kunna underhållskostnaderna för spåret hållas nere. Det förutsättes därvid, att vältning av ballasten även utföres, samt att undergrunden icke är eftergivande.

g) **Kvarstående svällning av utschaktad massa.**

Vid *balansering* av en banlinje skall, om så anses erforderligt, hänsyn tagas till den *kvarstående* svällningen hos utschaktad jordmassa resp. utsprängt berg. Den *kvarstående svällningen* kan vanligen beräknas utgöra för:

grus och sand .....	1— 2 %
moränmaterial .....	2— 4 %
lera .....	6— 8 %
berg .....	10—90 %

**F. Transporter.**

Sedan massan, vare sig det är jord eller berg, blivit lösgjord för hand eller med maskinkraft och upplastad, måste den också i regel transporteras längre eller kortare väg till den slutliga upplagsplatsen. Denna transport verkställs på olika sätt allt efter arbetets omfattning, transportvägens längd och beskaffenhet. Ett ändamålsenligt ordnande av transporterna är mycket viktigt för ett schaktningsarbets rationella bedrivande. Särskilt då det är fråga om större massor, tarvar transportproblemet noggrann planläggning.

Allmänt.

Om arbetet berör mindre massor och kortare vägsträckor, sker massornas förflyttning enklast genom *langning*, varvid arbetaren endast begagnar sin spade eller skyffel för att slunga jorden antingen direkt eller genom mellanlangning till upplagsplatsen. Langning förekommer ofta vid uppfordring av schaktmassor från djupare schakt. För att underlätta mellanlangningen uppläggas massorna mellan varje etapp på bord anordnade ovanpå stämplingar (se fig. 47). Avser arbetet att uppfordra större schaktmassor, brukar hand- eller maskindriven byggnadskran användas för uppfordringen.

Langning.

För korta transportavstånd och trång arbetsplats är det fördelaktigaste transportmedlet *skottkärror* (tippkärror). Vid små schakter kunna skottkärror vara lämpligaste transportmedlet, även om transportvägen är relativt lång. Kostnaderna för förflyttning av decauville-materiel till och från arbetsplatsen samt utläggning och upptagning av transportspår kunna i dylikt fall bliva för stora. Även vid öppnandet och första bearbetandet av en stor schakt användes med fördel ofta skottkärror. Skottkärrorna framföras vanligen på plankvandring.

Transport i skottkärror.

Flera typer av skottkärror förekomma: av trä och av järn (med skrov av plåt); de senare torde numera vara de vanligaste. Hittills har en skottkärra som regel haft endast ett hjul. På senaste tiden har provats skottkärror med två, relativt tätt sittande hjul, varigenom balanseringen underlättas. En skottkärras hjul bör om möjligt förses med gummiring. Det förekommer även kärrhjul, som utrustas med kullager.

Transport i  
tippvagnar  
och på trallor.

Då det är fråga om större transporter, användas numera så gott som alltid *tippvagnar* (fig. 48) — stundom trallor (platåvagnar) för stentransporter (fig. 49). I undantagsfall kan schakten vara så stor och transportvägen av sådan längd, att järnvägstransport kan vara fördelaktig. Inom bangårdsområden och i vissa fall även på linjen kunna lastbilar utnyttjas för transporter.

Dragkraft.

Tippvagnar och trallor skjutas för hand, dragas av häst eller decauvillelok (fig. 50) på för ändamålet utlagda transportspår.

*Decauvilleloken* utföras i olika typer, de vanligaste med en lokvikt av 2,5—6 ton. Lokets dragkraft brukar sättas = lokvikten/4,5. Vidare torde man kunna utgå ifrån, att största vikten å tågsätt inkl. lok, som kan framföras på horisontal bana (utan avseende på hastigheten) = dragkraften  $\times 100$ . Den största hastighet, med vilken loket med full last kan framföras, är beroende på tillgängligt antal hkr å motorn. I vanliga fall torde dock ej hastigheten vid full last böra sättas högre än 10 km per timme och utan last 50 à 75 % större. Loken äro mestadels byggda för dieselmotordrift med 10—20 hkr motor. Brännoljaförbrukningen kan beräknas till c:a 2 liter per timme vid normal drift.

Transport-  
och lastspår  
m. m.

De klenare decauvillerälerna (vikt = 10 à 12 kg/m) äro icke lämpliga vid längre transporter. Dylika räler, som äro relativt lätta att flytta, bruka däremot användas inom schakten. Sådana transportspår, som få ett mera permanent läge under arbetets utförande, böra utläggas med s. k. arbetsräler om 17—21 kg:s vikt per meter, vilka räler utläggas på träsyllar.

Transportspåren böra anordnas med största omsorg, så att underhållskostnaderna för spåret bliva minsta möjliga och risken för urspårning ringa. En störning i transporterna till följd av urspårning eller dylikt, medför dyrbara avbrott i arbetsgången. Om spåret skall gå fram över jord, som lätt upplöses av regn, är det lämpligt att snarast möjligt förse dessamma med en grusbädd. På nyfylld mark kan det bliva erforderligt att under spåret dessutom utlägga en »rustbädd» av ris och virke (bakar eller ungträd), för att därigenom ernå ett tillfredsställande spårläge.

Vid lastning med grävmaskin är transportspårens plananordning, särskilt i schakten och på tippen, av stor betydelse. Tillgången på vagnar och dragkraft är även av avgörande betydelse, för att schaktningsarbetet skall kunna fortgå utan avbrott. Spåren måste vara så anordnade och driften så planerad, att tomma vagnar alltid finnas vid grävmaskinen. En tidspillan av några sekunder, som man knappast lägger märke till, kan lätt orsaka en förlust av 10—20 % av maskinens arbetsförmåga.

Vid planering av hur *arbetsspår* böra ordnas, kan det viktigaste sägas vara, att man får erforderliga uppställningsspår och mötesspår eller spår för rundgång med lok. Hur spåren i övrigt skola anordnas, är beroende på de lokala förhållandena och på grävmaskinstypen (hög- eller djupgrävningssmaskin).

Användes höggrävningssmaskin, står denna vanligen i skärningens botten, där också spåren i regel anordnas. Själva lastspåret kan dock i vissa fall läggas på ett högre eller lägre plan i förhållande till grävmaskinen.

Djupgrävningssmaskinen placeras däremot ofta med fördel ovanpå den outhägnade marken, på vilken även spåren då lämpligen kunna utläggas.

De vanligaste tippvagnarna rymma 1 m<sup>3</sup>. Vid maskinlastning och längre transporter kan det vara fördelaktigare med större vagnar, rymmande 1,5 m<sup>3</sup>.

Sker lastningen med grävmaskin, måste maskinell dragkraft användas för transporterna. Även vid handlastning är det stundom lämpligt med maskinell dragkraft, men då kan även

häst i vissa fall utnyttjas. Avgörande vid dragkraftsvalet är, att man väljer den i förhållande till storleken av de uttransporterade massorna billigaste dragkraften.

*Decauville*lok och *-vagnar* utsätts för stort slitage och kräva därför *omsorgsfull tillsyn*. För maskin- eller vagndelar, som äro särskilt utsatta för skada eller förslitning, böra så vitt möjligt reservdelar finnas på arbetsplatsen.

Maskinskötaren bör vara väl utbildad för sin uppgift.

## G. Dikning.

En viktig synpunkt vid bankroppens utbildande är att skapa en *effektiv torrläggning av banvallen*. Såväl stabiliteten hos underbyggnaden som det framtida spår läget och underhållskostnaderna kunna vara väsentligt beroende av huru dräneringen anordnas.

Allmänt.

Därvid gäller i första hand att skydda banan mot vågsvall och bortsköljning och att ordna så, att vattnet från diken och vattendrag i lämpliga vattenavlopp ledes genom eller vid sidan av banvallen, så att denna icke kan undermineras eller på annat sätt skadas. I vissa fall kommer därtill behovet att bortdränera eller sänka grundvattnet med hänsyn till tjälfaran. En närmare redogörelse rörande bankroppens dränering i denna avsikt lämnas nedan under avd. IX »Spårisolering och dränering».

Vid bestämmande av banvallens höjdläge i förhållande till förekommande högvatten i angränsande vattendrag och sjöar bör hänsyn tagas till bl. a. undergrundens och banvallens beskaffenhet, vattenytans variationer (högsta och lägsta vattenytan) samt förekomsten av vågsvall och isgång.

För att uppsamla och bortleda ytvatten (i vissa fall även grundvatten och källådror) användas i regel *öppna diken*. I jordskärning erfordras sålunda alltid diken på båda sidor om banvallen, även då järnvägen ligger i markens plan eller i bank på mark med ingen eller obetydlig sidolutning. I bergskärningar i sidolutande mark, där vanligen endast ena sidan är vattenförande, erfordras normalt blott ett dike, vilket också kan vara tillfyllest i ej alltför »våta» tunnlrar.

Öppna diken.

En bank, som anordnas på sidolutande mark, kräver dike på översidan för att hindra vatten att rinna in i bankfoten. I vissa fall kan det dock bliva nödvändigt att även gräva ett dike på nedsidan för att uppsamla vatten från ett skärningsdike, varigenom skadegörelse på åkerjord el. dyl. förhindras.

Banketten — markremsan mellan bankfoten och närmaste dikeskant — skall givas tillräcklig bredd, vanligen ej mindre än 2 m men ofta, särskilt vid mossar, upp till 5 à 10 m.

Vid bestämningen av ett dagdikes dimensioner skall hänsyn tagas till de lokala vatten- och markförhållandena. Skärningsdike, som har till uppgift att avleda vatten från ett mycket begränsat område, brukar givas en bottenbredd av 0,4—0,5 m och ett djup av 0,4—0,6 m under balansplanet. Normalsektionerna för banans bildande visa även dimensionerna för de öppna diken.

Bandikets lutning bör om möjligt följa banans profil, men normalt ej understiga 2 ‰. Har banprofilen i skärning en lutning, som är otillräcklig för vattnets avledning, måste bandiket successivt fördjupas, för att erforderligt fall skall erhållas.

Dikesbottens lutning får icke vara så stor, att den därigenom uppkommande vattenhastigheten kan medföra urskärningar i dikesbotten eller dikesslänter. Om vattenhastigheten beräknas bliva för stor för förefintlig jordart, bör dikets framtida bestånd säkras genom torvbeklädnad eller stensättning. Ett dikes släntlutning skall anpassas efter det material, i

vilket diket anordnas. Om släntlutningen i undantagsfall måste göras brantare, skall slänten stabiliseras genom torvsättning, stembeklädnad eller genom anordnandet av stödmur.

**Överdiken.** Vid skärning i sidolutande terräng kan det ibland vara nödvändigt att anordna ett s. k. *överdike* (se fig. 51), för att hindra dagvatten eller på ringa djup framrinnande grundvatten att rinna ned i skärningen och förstöra slänten. Ett överdike bör läggas minst ett par meter (helst avsevärt mera) från övre släntkanten och anordnas så, att vatten endast kortare vägar behöver ledas utmed släntkanten. Om överdiken läggs för nära släntkanten, giva de ofta anledning till släntras, enär slänten därigenom kan bliva vattenförande och försvagad. Även kan inträffa, att överdike tillför vatten till ett genomsläppligt jordlager, varigenom en glidyta kan bildas, eller friktionen i en sådan minskas. Följden härav kan bliva, att delar av slänten rasa ned i skärningen (se fig. 52).

**Täckdiken.** För avledande av grundvatten och källådror äro öppna diken i många fall ej tillräckliga eller lämpliga, utan härför erfordras ofta *täckdiken*. Sådana anordnas i många fall i syfte att förhindra banans uppfrysning, och härför redogöres närmare under avd. IX.

**Ballastmurar.** I bergskärning åstadkommes erforderligt dike (eller diken) genom anordnandet av *ballastmur* enligt respektive normalsektioner för banvallens bildande. Ballastmurar utföras numera vanligen av betong, men även dylika murar av sten anordnas.

En ballastmur av betong bör uppdelas i sektioner av högst c:a 10 m:s längd, för att därigenom förhindra sprickbildningar genom temperaturvariationer i luften. Vid gjutningen kunna sektionerna åtskiljas genom inläggning av dubbla pappmellanlägg. Vidare bör iakttagas, att erforderligt vattengenomlopp anordnas i muren för ballastens torrläggning. Dylikt vattengenomlopp kan åstadkommas genom att i lågpunkter utföra ursparingar i murens underkant eller genom ingjutning av 3" eller 4" tegelrör på sådana punkter.

## H. Släntbeklädnad.

Sedan en jordskärning uttagits, en bank utfyllts eller ett öppet dike anordnats, böra slänterna mestadels beklädas på ett eller annat sätt, för att förhindra dessas raserande genom inverkan av vatten och väderlek (regn, frost och vind). Släntbeklädnaden kan utföras på olika sätt bl. a. beroende på jordartens beskaffenhet, lutningens storlek och karaktären av den skadeverkan, som befaras uppkomma.

**Beklädnad med matjord eller grästorv m. m.** Vanligen utföres en släntbeklädnad med *grästorv*, *matjord* eller *väl förmultnad dyjord* eller *med grästorv i förening med mat- eller dyjord*. Obladad dyjord bör dock användas endast i undantagsfall. Den säkraste och snabbast verkande beklädnaden erhålles, om ytorna i sin helhet torvsättas med frisk grästorv. Till sådan beklädnad användes i regel den föreschaktningsarbetets utförande resp. bankfyllningens påförande avtagna grästorven (matjorden). Då torven avtages, uppskäres den i fyrkantiga, rätvinkliga bitar med 20—40 cm sida. Skall torven förvaras längre tid, innan den användes för beklädnad av slänterna, upplägges den i staplar med gräsytan vänd nedåt. Torven får härvid ej läggas i för stora och täta staplar, enär rötterna då lätt taga skada. Lägges den glest och i mindre staplar, kan den ligga oskadad från försommaren till hösten, men icke över vintern, då rötterna i allmänhet förstöras. Vid torka böra torvstaplarna om möjligt begjutas med vatten. Även om torven skulle hava förstörts genom en övervintring i upplag, brukar den dock användas till slänt-

beklädnad, enär dessa sammanhängande jordstycken äro behändiga att utlägga och ny gräsvall snart bildas, om de förstörda rötterna vid torvsättningen vändas uppåt.

Vid all torvsättning bör varje torva fästas (»pinnas») väl i marken med träpinnar av minst 0,3 m längd. Torven sättes i förband så, att genomgående skarvar i den största lutningens riktning ej uppkomma.

Föreligger det svårighet att anskaffa tillräckligt med torv, beklädas slänterna i stället med matjordslager, som packas väl. Matjorden påfyller till ett djup av 12—20 cm, beroende på underlagets större eller mindre lämplighet för främjande av den växtlighet, som skall sammanhålla ytlagret, och på tillgången av beklädnadsjord. Matjorden måste i vissa fall givas ett tillskott av konstgödsel och besås med lämpliga gräsfröblandningar. För att det i diken framrinnande vattnet icke skall skölja bort matjorden, torvsättes vanligen slänten närmast dikesbotten.

På höga slänter eller på slänter, där det kan befaras att matjorden kommer att glida ned, sättes torvränder av c:a 30 cm bredd i lutning (fig. 53) eller korsvis utefter släntytorna (fig. 54). Dyliga parallella torvränder anordnas på ett avstånd sinsemellan av 3—5 m. Mellan torvränderna ifylles matjorden, som avjämnas och packas.

Är tillgången på torv mycket ringa, kunna torvsträngarna ersättas med kantställda 4" utskottsbräder eller kantskurna bakar, vilka stagas med i marken nedslagna träpinnar av tillräcklig längd.

I de delar av landet, där *backtimjan* (*Thymus serpyllum*) förekommer, kan denna växt planteras glest direkt i grusslänten och bildar då inom kort en sammanhängande, risartad, tät matta. Kostnaderna för planteringsarbetet uppvägas av, att man genom denna åtgärd icke behöver påföra slänten grästorf eller matjord.

En annan risartad växt, som trivs på torra platser och genom sitt växtsätt binder jorden, är *mjölon* (*Aretostaphylus uva ursi*). Mjölon användes därför också för plantering i grusslänter, dock icke i samma omfattning som backtimjan.

Beträffande släntbeklädnad med torv eller matjord, se i övrigt str 22.

Vid bankslänter utmed vattendrag eller större vattenyta utföres beklädnaden med fördel av *sten* för att hindra vattnets mekaniska inverkan på fyllningsmaterialet. Denna beklädnads stödjande inverkan är dock ganska ringa, om bakmur ej finnes, och försöken att genom ytbeklädnad med sten erhålla en brantare släntlutning än materialets naturliga släntvinkel, misslyckas därför oftast, helst som vatten kan intränga genom fogarna mellan stenarna.

Beklädnad  
med sten.

Stenbeklädnaden bör utföras antingen som *ordnad stenfyllning* eller som *glacismur*. Enklare glacis lägges av sprängsten eller kilad sten i goda förband med fogarna väl fyllda med skol av lämplig storlek. Bättre glacis lägges med någorlunda jämn sten, som tuktas till möjligast täta fogar och stadigt uppmuras med skol, som väl inkilas. Därvid böra bindare in i bakfyllningen anbringas. Stenbeklädnaden enbart eller tillsammans med bakfyllning av annat lämpligt material bör givas sådan tjocklek, som med hänsyn till jordarten kräves för beklädnadens frostbeständighet, och vid foten bör den stödjas mot en stenfyllning, så anbragt, att den kan hindra stenbeklädnadens glidning utför slänten. Sand- eller lerslänter, som kunna urspolas genom beklädnadsfogar, förses lämpligen under stenbeklädnaden med ett skyddande gruslager.

## IV. Hägnad.

Allmänt. Inhägnad av järnvägsområde avser dels att skydda järnvägstrafiken och hålla banan såvitt möjligt fri från intrång, dels att utmärka ägo gränsen för järnvägens område. Beträffande sistnämnda må framhållas, att *befintligt* stängsel icke alltid står i gränslinjen. Även om hägnad i vissa fall icke ansetts vara erforderlig för järnvägstrafikens skyddande, kan det ändock ha varit nödvändigt att till följd av viss överenskommelse med ägare till grannfastighet hålla järnvägsområde inhägnat. På sådana platser, där naturliga avstängningar såsom vattendrag, skarpa bergslutningar el. dyl. bildat gräns mot banan, hava i regel icke anordnats särskilda hägnader. Ävenså saknas hägnader på många sträckor, där banan går fram genom skogs- och ödemarker eller utmed sträckor, där järnvägen går fram över sådan öppen jord, där markägarna själva icke ha inhägnat sina ägor och sålunda få förutsättas taga vård om sina kreatur genom vakthållning eller annorledes.

Ursprungligen användes i stor utsträckning gärdesgårdar och stenvägg samt sedermera slanstängsel till att avgränsa och skydda banområden.

Häckar av hagtorn eller gran utnyttjas även till hägnader. Då emellertid anläggnings- och underhållskostnader för häck äro relativt höga, sker numera ej nyanläggning av häck för hägnads anordnande. Beträffande underhåll av häck, se str. 22.

### A. Olika stängseltyper.

Slanstängsel. Den tidigaste konstruktionen av slanstängsel utgjordes av *fyra liggande slanor*, uppburna av i marken nedsatta stolpar. År 1893 föreskrefs, att dylikt stängsel vid omsättning skulle ersättas med *treslanigt* stängsel av 1,20 meters höjd, där hinder härför icke mötte till följd av avtal, som eventuellt träffats med jordägare.

*Stängselslanor* skola vara av gran och bestå av friskt, rakt, väl avbarkat rundvirke av minst 3,6 m längd och 8,5 cm diameter i lilländan samt itusågat längs efter.

Till *stängselstolpar* användes framför allt virke av furu eller ek. Stolparnas längd varierar mellan 1,8—2,1 m. Toppdiametern för stolpar av furu skall vara minst 12,5 cm. Stolpar av ek, oklurna, skola hava minst 9 cm tjocklek i lilländan, och ekstolpar med minst 15 cm toppdiameter skola vara mittklurna.

Stängselslanorna uppbäras av stolpar på omkring 3 meters avstånd från varandra. Stolparna kunna vara antingen »jordstolpar» (stolpar nedslagna i marken) eller »fotstolpar» (stolpar på tvärså med försträvning). Jordstolpar användas vid icke tjälskjutande mark och fotstolpar vid tjälskjutande sådan, vid djord och på berg (fig. 55).

Vid uppsättning av stängsel måste tillses, att alla hörnstolpar vid brytpunkter i stängslet *strävas* åt båda sidor, att vid alla öppningar för grindar de två sista stolparna strävas åt ena sidan och att i övrigt normalt var 20:e stolpe strävas åt båda sidor. Strävorna böra gå från ena stolpens topp till närmaste stolpes bas, c:a 20 cm ovan jordytan.

Stängsel av slana och tråd. På grund av svårigheter att anskaffa stängselvirke i tillräcklig mängd framkom sedermera en ny stängseltyp. Sålunda erhöles linjemyndigheterna år 1906 Kungl. Järnvägsstyrelsens medgivande att använda stängsel av trästolpar med en slana överst och därunder tre ståltrådar eller vridna stålband. Ur banan upptagna kasserade sliprar skulle i möjligaste mån utnyttjas till stängselstolpar. På 1920-talet blev det allt vanligare att stängselslanan i sistberörda utförande ersattes med en platt vriden tråd.

Trådstängsel med taggtråd. Från år 1935 användes i allt större utsträckning *taggtråd* till inhägnad av järnvägsområden, sedan länsstyrelserna nämnda år förklarade sig i stort sett icke hava något att erinra mot en

stängseltyp, bestående av en taggtråd överst och därunder två runda trådar. Sådan hägnad fick sålunda användas »å sträckor, där järnvägen genomgår trakter, där  *kreatur bruka gå lösa*». Från denna regel gjordes följande undantag:

»Där järnvägsområdet gränsar mot tät skog, och trådarna i hägnaden därför svårigen kunna uppmärksammas av betande kreatur, må taggtråd icke användas till järnvägens hägnad.

Icke heller må taggtrådsstängsel användas, där hägnaden står så nära allmän väg, att gående å vägen härigenom skulle kunna erhålla skada.

Där ungdjur eller hästar mera regelbundet och i större mängd utsläppas på bete, bör taggtrådsstängsel undvikas.

Likaså bör taggtråd icke användas, där hägnaden går i skarp inåtgående vinkel.»

Kungl. Järnvägsstyrelsen har sedermera, *för åstadkommande av likformighet i utförandet av stängsel utmed banan*, genom skrivelse den 27 november 1945 föreskrivit, att utmed bansträckor, där stängsel skall *åter- eller nyuppsättas*, detta skall utföras på följande sätt:

»Stängselstolparna, som företrädesvis å de sydligare distrikten böra utföras av ek, skola placeras på ett inbördes avstånd av 3,5 m och sammanbindas med tre stängseltrådar, varav den översta skall vara slät, rund tråd och de övriga taggtråd. Då tillgången av ekstolpar näppeligen torde vara tillfyllest för att täcka behovet även å IV och V distrikten, skall i förekommande fall ekstolparna ersättas med stolpar av furu. Avståndet mellan trådarna skall vara 35 cm. I och invid samhällen och utmed allmänna vägar skall taggtråden utbytas mot slät tråd.»

För allt trådstängsel är behovet av strävning i längdriktningen helt naturligt större än vid de tidigare använda stängslen med slana. Sålunda bör iakttagas, att ett tillräckligt antal stolpar strävas åt båda sidor.

F. n. pågår prov med *elektriska stängsel* i avsikt att utröna lämpligheten av att mera allmänt övergå till användande av sådant stängsel. Undersökningarna beröra såväl entrådigt som tvåtrådigt stängsel.

Elektriskt stängsel.

Om inhägnaden skall tjäna att skydda viss anläggning eller visst område för obehörigas tillträde, användes vanligen stängsel av annan typ än ovan beskrivna. För detta ändamål har sålunda vid statens järnvägar i stor utsträckning utnyttjats det s. k. *idealstaketet*. Det utgöres av träribbor, sammanhållna med ståltråd. Denna ribbmatta fästes vid tvenne horisontella slator, vilka uppbäras av stängselstolparna (fig. 56).

Idealstaket.

Då idealstaketets konstruktion möjliggör, att hål relativt lätt upptages i detsamma, är det mindre lämpligt att använda, om hägnaden skall avse att *effektivt förhindra tillträde till visst område*. För sådant ändamål utnyttjas vanligen *nätstängsel*, vilka allt efter förhållandena kunna givas olika utförande.

Nätstängsel.

Nätstängslet utgöres av ett nät av galvaniserad ståltråd (se fig. 57), upphängt på lämpliga stolpar. Nätet, vars höjd bestämmes av de skyddstekniska anspråk, som ställas på hägnaden, fästes vid stolparna genom på utsidan fastskruvade plattstänger eller medelst fastnäjning med ståltråd (event. saxpinnar) genom i stolparna borrhåll. Såväl i nätets övre som nedre kant drages en stagtråd, som fästes med stagskruvar i grindhörn och ändstolpar samt i erforderligt antal mellanstolpar (sträckstolpar).

Till stolpar användas profilstänger (se fig. 57) eller rör, men även betongstolpar (se fig. 58) och trästolpar förekomma.

Stolpar av stål böra ingjutas i betongplintar. I sådana fall, då risk för tjälskjutning före-

ligger, bör plinten isoleras med kolaska el. dyl. till erforderligt djup. Vid stolpsättning i lös mark kunna plintarna göras bredare i basen än i toppen, så att desamma ej lätt kunna borttagas. Vid nedsättandet i marken bör tillses, att plintarna komma att sticka upp 5—8 cm över färdigplanerad mark. Stolpavståndet skall normalt vara c:a 3,0 m och avpassas med särskild uppmärksamhet vid slänter och vid brytpunkter i horisontalplanet (se fig. 59). Stolpen kan antingen utföras rak eller också utbockas dess övre del. Ovanför nätduken drages i regel ett antal taggtrådar.

Om stolpe skall anordnas på berg, utsmides den till en spets, som, jämte två snedsträvor av vinkelstänger, inburras och fastgjøtes i berget.

Grindar i skyddsstängsel av ovan beskrivna typ böra upphängas så, att gångjärnen komma på insidan. Ävenså bör sådana anordningar vidtagas, att grinden icke går att lyfta av, vilket enklast sker genom att det övre gångjärnet vändes nedåt (se fig. 60).

Som regel bör man vid framdragandet av ett *skyddsstängsel* genom mindre jämn terräng nedskära detsamma uti upphöjningarna medelst rännor eller diken i stället för att utfylla de högre partierna. Om stängslet korsar dike eller annan betydande fördjupning, kan det kompletteras med ett särskilt stycke, väl iskarvad och förankrad duk (se fig. 61).

Grindar och bommar. För att kunna avstänga vägövergång i banans plan, då ett tåg skall passera, användas grindar eller bommar.

*Grindar* användas numera huvudsakligen för ägovägar, byvägar och mindre körvägar. En typ av ägovägsgrind visas i fig. 62.

*Bommar* utgöras antingen av en grövre i horisontal led vridbar träsparre eller av en i vertikal led fällbar stång, s. k. *fällbom*. Det senare utförandet är det vanligast förekommande. Varje fällbom består av en bom av trä eller plåtrör, så anordnad på ett invid vägen uppsatt stativ, att bommen kan antingen nedfällas och avstänga vägen eller höjas, då vägen skall lämnas öppen. Om fällbommarna manövreras manuellt, sker detta antingen vid platsen för stativet eller från stationen (ställverket).

Vägbomanordningarna förses med s. k. förljudande ringverk, d. v. s. ringklockor, som giva varningssignaler strax före och under det bommarnas fällning sker.

För att bommarnas lägen skola kunna bedömas av tågpersonalen och vägtrafikanter, förses bommarna med särskilda signallykter och signalplåtar.

## B. Förordningar m. m.

Lag om stängselskyldighet för järnväg m. m. Omfattningen av den stängselskyldighet, som åvilar statens järnvägar, har tidigare icke varit fullt klar. Genom den år 1945 antagna lagen om stängselskyldighet för järnväg m. m. (Svensk författningssamling nr 119/1945) har denna skyldighet närmare fastställts. Lagen, som trädde i kraft den 1 juli 1945 och gäller såväl statens som enskilda järnvägar, har i *utdrag* följande lydelse:

### § 1.

»Innehavare av järnväg är, där ej annat följer av vad nedan stadgas, pliktig att hålla stängsel utmed järnvägen till skydd för större hemdjur (hästar och nötkreatur) under betesgång, såframt kostnaden för stängsel icke är oskäligen i förhållande till nyttan därav för betesbruket.

### § 2.

Stängsel skall vara så beskaffat, att större hemdjur, som icke är okynnes eller otamt, därigenom bör utestängas från järnvägens område.

Om skäl äro därtill, äger Konungen medgiva undantag från vad i första stycket stadgas.



### § 3.

Stängsel, som hålles av järnvägs innehavare, må ej borttagas eller lämnas att förfalla, med mindre genom dom fastställles, att innehavaren icke är stängselskyldig eller medgivande lämnas av ägaren till den fastighet, mot vilken stängslet uppförts, och annan, som må äga att nyttja fastigheten för betesbruk.

Är järnvägs innehavare på grund av särskilt åläggande eller åtagande före denna lags ikraftträdande gentemot sakägare pliktig att hålla stängsel, må utan hinder därav enligt de i 1 § angivna grunderna prövas, huruvida stängsel skall hållas för där angivet ändamål.

---

### § 7.

Har järnvägs innehavare före denna lags ikraftträdande ej uppfört stängsel å viss bansträcka eller har, beträffande bansträcka vid statens järnvägar, järnvägsstyrelsen i enlighet med Kungl. brevet till styrelsen den 18 november 1932 efter tillstyrkan av länsstyrelsen upphört att hålla stängsel, föreligger ej stängselskyldighet enligt denna lag, med mindre behov av stängsel efter lagens ikraftträdande inträtt till följd av väsentligt ändrade förhållanden i avseende å järnvägens drift eller Konungen efter ansökan föreskriver, att stängsel å bansträckan skall hållas.»

---

Intill dess annorlunda kan bliva överenskommet eller bestämt, skall av statens järnvägar eller förutvarande enskild järnvägs ägare uppsatt stängsel underhållas i det skick lagen föreskriver.

Banbefälet skall noga uppmärksamma, om förhållandena utmed banan ändras så, att det kan anses obehövt för statens järnvägar att hålla stängsel. Där så visar sig vara fallet, skola i anslutning till stadgandet i lagens § 3, första stycket, erforderliga åtgärder vidtagas i syfte att vinna befrielse från skyldigheten att bibehålla stängslet.

Därest betande djur tar sig igenom stängsel eller grind och kommer in på banan och blir skadat genom påkörning av tåg eller annat järnvägsfordon, får icke sådan förändring eller reparation av stängslet eller grinden utföras, att bedömande av hägnadens beskaffenhet omedelbart före olyckan försvåras. Besiktning bör först utföras av baningenjören eller banmästaren i närvaro av opartisk person.

Åtgärder då betande djur tagit sig igenom stängsel.

## V. Bangårdar.

Bangårdens uppgift är att förmedla *den allmänna trafiken* samt den härför erforderliga *drifttjänsten*. Bangårdsanläggningarna utgöra sålunda *dels* föreningslänken mellan järnväg och andra kommunikationsmedel och allmänheten, *dels* de platser, där tågen iordningställas, upplösas eller ombildas, samt där andra för trafikens upprätthållande erforderliga arbeten utföras.

Bangårdens uppgift.

På flertalet bangårdar förefinnas i regel icke särskilda avdelningar, spårgrupper m. m. för dessa olika ändamål, utan samtliga arbetsuppgifter lösas inom samma begränsade område. Så är förhållandet på de mindre bangårdarna. Inom de större bangårdsanläggningarna däremot kan man särskilja olika delar, som var och en har sin speciella uppgift och därför givits en för detta ändamål lämpad utformning och utrustning.

### A. Bangårdars indelning.

Bangårdarna indelas lämpligen med hänsyn till:  
det huvudändamål, för vilket de tillkommit,  
deras läge i förhållande till linjenätet,  
deras yttre gestaltning eller grundform.

Uppdelning med avseende på ändamål. Med avseende på *ändamålet* kan en bangårdsanläggning uppdelas i följande grupper:

**I. Trafikanläggningar.**

- a) Personbangårdar jämte därtill hörande anläggningar för resgods-, ilgods- och posttransport. Förutom spårplaneringar erfordras härför stationshus, plattformar, magasin m. m.
- b) Godsbangårdar. Med godsbangårdar avses:
  1. Anläggningar för stycke- och godstrafik med godsmagasin jämte tillhörande kaj- och spårplaneringar.
  2. Anläggningar för vagnslastgodstrafik med kajer, spår, lastgator och upplagsplatser, lastnings- och lossningsanordningar, anläggningar för speciella varuslag m. m.
  3. Anläggningar för särskilda trafikslag (hamn-, malm- och industribangårdar m. m.).

**II. Drifthanläggningar.**

- a) Ranger- och driftbangårdar. Med rangerbangårdar avses de bangårdar, inom vilka godståg upplösas och nybildas, och driftbangårdar benämns de bangårdar, som ombesörja liknande arbeten för persontåg.
- b) Bangårdar för särskilda ändamål.

Bland dylika må nämnas:

  1. Anläggningar för lokomotivtjänsten med lokstallar och vändskivor, vatten-, kol- och sandgivningsanordningar, revisionsanläggningar, personalhus m. m.
  2. Anläggningar för verkstads tjänst med verkstadsbyggnader jämte tillhörande spårsystem.
  3. Anläggningar för förråds- och lagertjänst med husbyggnader för lagring av olika materialier samt anordningar för materialiernas emottagande och utlämning m. m.

Uppdelning med avseende på läget. Med avseende på bangårdarnas *lägen* i förhållande till linjenätet skiljer man mellan:

- a) Utgångs- eller slutstationer. Härmed avses sådana stationer, där den huvudsakliga delen av trafiken, åtminstone vad som rör den långväga trafiken, utgår eller upphör. Såsom typiska slutstationer må nämnas ändstationerna på enstaka linjer, gränsstationer mellan angränsande länder med olika spårvidd på järnvägsmateriellen, hamnbangårdar, där godset omlastas från järnväg till fartyg o. s. v.
- b) Mellanstationer. Med dylika stationer avses sådana, som med hänsyn till lokala förhållanden eller för åstadkommande av möjlighet till tågmöte eller tågförbigång, äro anordnade utefter en järnvägslinje mellan dennas ändpunkter.
- c) Övergångs-, anslutnings- eller skiljestationer.

I den händelse en station betjänar två eller flera linjer, benämnes den övergångsstation, enär övergången mellan de olika linjerna av såväl resande som gods ombesörjes på densamma. Om på en station vid genomgående linje en annan linje antingen helt upphör på stationen eller också inledes på den genomgående linjen för att framgå till en närbelägen större station, benämnes den anslutnings- eller skiljestation.

Uppdelning med avseende på yttre gestaltning. Med avseende på deras *yttre gestaltning* (grundform eller typ) uppdelas bangårdarna i följande grupper (användes huvudsakligen för särskiljande av olika huvudtyper vid personbangårdar):

- a) Säck- eller terminusstationer (se fig. 63).

Spårsystemet slutar stumt och i regel vinkelrätt mot stationshuset. Detta kan dock ligga

helt på sidan om spårsystemet, utan att stationen därigenom förlorar sin karaktär av säckstation. Denna bangårdstyp förekommer mest vid utgångs- eller slutstationer, men kan även förekomma vid en mellanstation, där de lokala förhållandena framtvunga en dylik anordning. Såsom exempel på säckstation kan nämnas Göteborg C.

b) Genomgångsstationer (se fig. 64).

Vid en sådan station passerar spårsystemet helt genom stationen och stationshuset är vanligen placerat vid sidan om spåren. Detta är den mest förekommande stationstypen, speciellt på mellanstationer. Även en slutstation, där samtliga tåg upphöra eller utgå, kan utformas såsom genomgångsstation. Därmed avses sådana stationer, där tågen, sedan de tömts på resande och gods, fortsätta genom stationen till en driftbangård för uppställning. I sådant fall fungerar personstationen såsom mellanstation.

Det är att märka, att ovan företagits en uppdelning av personbangårdarna i säck- och genomgångsstationer ur spårteknisk synpunkt. Givetvis kunna samma indelningsgrunder tillämpas ur trafikteknisk synpunkt. En säckstation kan således mången gång fungera som mellanstation för genomgående tåg och likaledes kan en genomgångsstation trafiktekniskt sett tjänstgöra såsom säckstation.

Det förekommer även bangårdar, vilka med hänsyn till grundformen kunna vara både av genomgångstyp och av säckstationstyp (Stockholm C). En sådan bangård brukar betecknas *kombinerad säck- och genomgångsstation*. Även ur trafikteknisk synpunkt kan en bangård för viss del av trafiken tjänstgöra såsom säckstation och för annan del såsom genomgångsstation.

c) Kilstationer (se fig. 65).

Vid en sådan station är stationshuset med plattformar placerat i kilen mellan tvenne anslutande linjer.

d) Östationer (se fig. 66).

Detta är en mera sällan förekommande stationstyp, som kännetecknas därav, att stationshuset med plattformar är uppfört mitt inne i spårsystemet och helt omgivet av det samma.

Valet av grundform (typ) vid anläggning av personstation bestämmes av läget i förhållande till samhället, möjligheterna att åstadkomma ändamålsenliga anordningar för resandef trafikens bekväma och snabba avveckling samt lämpligaste spårplaneringar för ekonomiskt handhavande av trafikarbetet.

## B. Tekniska bestämmelser m. m. för bangårdar.

Längden av en bangård bestämmes i allmänhet av den erforderliga *fria längden* av olika Fri spårlängd. spår på densamma, framför allt tågspår, samt dessa spårs lägen sinsemellan. Med fria längden av ett spår avses den del av spåret, på vilken vagnar kunna stå uppställda, oberoende av vagnrörelser till och från angränsande spår. Ett tågspårs fria längd bör i regel vara så stor, att längsta förekommande tåg, som göra uppehåll på stationen, kunna »stå fritt» på därtill avsedda spår för möjliggörande av rörelse eller förbigång med andra tåg. Den fria längden av övriga spår anpassas efter föreliggande lokala behov.

Spårsystemet på en bangård förlägges vanligen i det närmaste horisontellt. Många gånger Spårens lut-  
nödvändiggöra dock de lokala förhållandena, att hela bangården eller del därav måste ning.

anordnas i lutning, som helst icke bör överstiga 1,25 ‰. Om spåren skola utnyttjas för uppställning av vagnar, får lutningen icke göras så skarp, att vagnarna kunna sätta sig i rörelse av sig själva och rulla ut från spåret. I regel beräknas denna maximilutning, i vilken vagnar kunna stå stilla, den s. k. friktionslutningen, till 2,5 ‰ (1 : 400). Om starkare lutningar icke kunna undvikas, måste bangården utrustas med säkerhetsspår eller andra sådana anordningar, som förhindra, att en vagn, som eventuellt sätter sig i rörelse, kan rulla ut på linjen.

Spårens  
planläge.

Spårsystemet bör anordnas så rakt som möjligt och beträffande kurvor bör mindre radie än 600 m icke förekomma å normalspårig bana; detta för att icke försvåra hopkoppling av vagnar. Vid smalspårsbanor kan mindre radie medgivas.

Det vanliga spåravståndet på en bangård vid normalspårig bana är 4,5 m, vilket i undantagsfall och efter järnvägsstyrelsens medgivande kan minskas till 4,24 m. Angivna spåravstånd måste i vissa fall utökas, såsom där rangerspår ligga omedelbart intill tågspår, på vilka tåg framföras med stor hastighet, liksom ock uteder växlgator, där personalen skall förflytta sig i stor utsträckning under pågående växlingsarbete. Ävenså är det nödvändigt att mellan vart femte eller sjätte spår i ett spårssystem av många parallella spår utöka spåravståndet över det normala i och för placering av belysningsstolpar, bryggstolpar m. m. För smalspårsbanor är spåravståndet mindre och beroende på för banan gällande normalsektion.

För de spår inom bangården, på vilka genomgående tåg passera med stor hastighet, skola de för linjen gällande tekniska bestämmelserna angående anordnandet av lutnings- och övergångskurvor samt rälsförhöjning m. m. tillämpas.

### C. Stationsanordningar.

Allmänt.

Till en bangårdsanläggning höra förutom ett eller flera spårssystem även byggnader och anordningar av olika slag. Det är helt naturligt icke möjligt att angiva några bestämda principer för en bangårdsanläggnings utformning i dessa avseenden, enär ett flertal varierande faktorer äro avgörande vid bestämningen av de anordningar, som skola tillhöra bangården. Bland sådana faktorer må nämnas trafikens omfattning och art samt bangårdens läge i förhållande till det omgivande samhället.

De stationsanordningar, som kunna förekomma på en trafikanelläggning, äro stationshus (med ställverkshus), godsmagasin, plattformar, lastkajer, lastgator m. m. och på en driftanläggning lokstall, vagnhall, verkstadsbyggnad, expeditions- och personalhus, förråds- och lagerbyggnad m. m.

#### a) Stationshus.

Stationshusets uppgift är att förmedla övergången mellan samhällets kommunikationsleder och tågen. Inom stationshuset skall sålunda finnas rum och anordningar för de resandes förseende med biljetter, för in- och utlämning av resgods, för de resandes uppehåll under väntetider m. m., varjämte erforderliga tjänstelokaler måste anordnas.

#### b) Godsmagasin.

På mindre och medelstora stationer behandlas vanligen såväl ankommande som avgående gods inom ett och samma magasin, under det att stationer med större godstrafik förses med skilda magasin för ankommande gods och avgående gods. I anslutning till magasinbyggnaden anordnas även erforderliga expeditionslokaler för godstrafikrörelsen. Magasinbyggnaderna förses med lastkajer i sådan utsträckning, att godsets transport mellan

magasinsutrymmena och järnvägsvagn eller åkdon möjliggöres, även om lastning eller lossning måste ske till järnvägsvagn eller åkdon, vilka stå uppställda mellan magasinportarna. — De till godsmagasinet hörande lastspåren kunna anordnas efter olika system, beroende på bl. a. de lokala förhållandena och godstrafikens beräknade omfattning. Några exempel på huru spårsystemet till ett godsmagasin kan vara anordnat visas i fig. 67—70.

### c) Plattformar.

För att underlätta de resandes på- och avstigning samt in- och urlastning av gods i persontågen anordnas plattformar invid spåren på högre nivå än räls överkant. På mindre stationer användas gemensamma plattformar för såväl resande som för transporten av resogods, men på större personbangårdar anordnas särskilda person- och särskilda resgodsplattformar.

Allt efter plattformarnas lägen i förhållande till stationshuset och spåren givas de olika Benämningar benämningar.

En mellan stationshuset och närmaste spår belägen plattform benämnes *huvudplattform* och mellan spåren anordnade plattformar betecknas *mellanplattformar*. Plattform, som är belägen utanför det yttersta spåret, brukar betecknas *yttreplattform*, stundom *sidoplattform*. En för resgodstransporter avsedd plattform benämnes *resgodsplattform*. Förbindelsen mellan stationshuset och plattformarna utgöres vanligen av en över spåren i höjd med räls överkant anordnad gång- och körbana.

På vissa stationer är skenfri (planskild) förbindelse anordnad mellan plattformarna och stationshuset, varigenom de resandes gång till och från tågen icke störes till följd av tågrörelser på bangården. Sådan tunnel- eller broförbindelse anordnas vanligen med anslutning till plattformarnas mitt eller till dessas ena ände.

Vid en säckstation brukar den utefter stationshuset löpande plattformen benämnas *stamplattform*. Från denna utgå mellanplattformar, vilka vid en säckstation även kallas *tungplattformar*.

Vid sättning av plattformskanter bör iakttagas, att dessa icke komma närmare spårets mittlinje än gällande bestämmelser föreskriva. De minimiavstånd, som i detta avseende skola tillämpas vid spår i *raklinje*, framgå av följande tabell. Läge i förhållande till spårmitt; höjd

	Normal-spårig bana	Smalspårig bana	
		spårvidd 1 067 mm	spårvidd 891 mm
<i>Låg plattformskant</i>			
Minsta avstånd från spårmitt .....	1 520 mm	1 300 mm	1 400 mm
Höjd över r. ö. k. ....	350 »	350 »	350 »
<i>Mellanhög plattformskant</i>			
Minsta avstånd från spårmitt .....	1 680 mm		
Höjd över r. ö. k. ....	580 »		
<i>Hög plattformskant</i>			
Minsta avstånd från spårmitt .....	1 680 mm		
Höjd över r. ö. k. ....	730 »		

Anm. Enligt äldre principer hava plattformar utförts så, att desamma tangera normalsektionen för minsta fria rummet.

I tabellen angivna minsta avstånd från spårmitt böra vid sättning eller justering av plattformskant ökas något med hänsyn till kantens eventuella utpressning. I *kurvor* skola avstånden ökas i enlighet med härför gällande bestämmelser i särtryck nr 239, del A 2, angående normalsektionens utvidgning i kurvor.

Olika utförande av plattformar.

Den erforderliga *bredden på en plattform* varierar alltefter trafikens krav och kunna generella breddmått icke angivas.

Plattformens överyta, vare sig det gäller huvud- eller mellanplattform, bör ligga i *lutning* 1 : 20—1 : 30 mot närliggande spår, så att regnvatten kan rinna av. Om plattformen är försedd med slitlager av betong, asfalt eller plattor av något slag, kan lutningen minskas till 1 : 50.

Huvudplattformarna ha tidigare i regel utförts med kant av sten och bakfyllning av grus. Äldre mellanplattformar konstruerades på olika sätt. Den vanligaste, som alltjämt förekommer i stor utsträckning, då det gäller plattformar av mera provisorisk karaktär, var helt av trä. Mellanplattformar utfördes även med sidostöd av trä och mellanfyllning av grus.

Plattformar med betongkanter.

Omkring år 1910 igångsattes tillverkningen av *plattformskanter av betong*. Sådana användas numera vid nyanläggningar av *permanenta plattformar*, vanligen utgörande betongkanter med grusfyllning. Dessa kanter äga den fördelen, att de äro relativt enkla att montera samt fordra intet underhåll långa tider efter utförandet. Vid flyttning av sådan plattform kunna flertalet kanter i regel utnyttjas för den nya anläggningen.

De ursprungliga plattformskanterna av betong utfördes så, att färdig plattform fick en höjd av 760 (numera 730) eller 580 mm över r. ö. k. De benämndes *hög* resp. *mellanhög* plattformskant. Av vissa skäl, främst till följd av de höga anläggningskostnaderna, utföras numera ej plattformar med hög plattformskant.

Den mellanhöga kanten kan dock alltjämt komma till utförande i vissa fall, då speciella skäl tala för dess användning, men såväl mellanhög som hög plattform få dock icke utföras utan järnvägsstyrelsens medgivande i varje särskilt fall. Sålunda användes numera vanligen endast den *låga plattformskanten*, som ger plattformen en höjd av 350 mm över r. ö. k. Kanterna tillverkas vid statens järnvägars betonggjuteri i Motala och användas såväl för normalspårs- som smalspårsbanor. Plattformskanternas detaljutformning framgår av betonggjuteriets katalog.

*Undergrunden till kanterna* skall bestå av icke tjälskjutande material (kolaska, masugnsslagg, grus eller i undantagsfall sten), nedfört till frostfritt djup. Då urgrävning härför företages, skall återfyllningen ske i lager om c:a 20 cm tjocklek, som stampas eller vältas väl under vattenbegjutning. Det är av största vikt, att undergrunden för kanterna blir så fast som möjligt, så att sättningar framdeles icke uppstå. Kanternas underbädd skall dräneras.

Mellan plattformskanterna *utföres uppfyllningen med icke tjälskjutande material*, vanligen grus. Även denna fyllning påföres i lager, som vältas väl. Skall plattformen permanentbeläggas, bör detta ej ske, förrän fyllningen helt stabiliserats.

Vid stationer med ringa trafik utföres plattformarnas *slitlager* av grus eller pinnmo på underbädd av grus. Slitlagret bör vältas. Slitlagret kan sedan indränkas med asfatemulsion. För att underlätta framförandet av plattformsvagnar eller kärror anordnas *hjulbanor av plank, sten- eller betongplattor*.

*Plattformar, som skola upptaga större och tyngre trafik* kunna lämpligen förses med någon av följande beläggningar: betong, smågatsten, betong-, klinker- eller stenplattor, gjutasfalt på betongunderlag, sandasfalt på asfaltbetong, makadam kompletterad med lämpligt bindemedel, essenasfalt (kallasfalt) på betongunderlag eller ett lager av makadam, som uppblandas med stennjöl och vältes hårt samt vattenbegjutes.

Fig. 71 visar en plattform utförd med beläggning av sandasfalt på asfaltbetong.

Plattformar av trä.

*Plattformar av provisorisk karaktär* utföras vanligen såsom *träkonstruktioner*. En tidigare ofta använd typ av mellanplattform av trä visas i fig. 72. Kapade långsliprar utgöra under-

lag för plankbeläggningen. Denna konstruktion är dock mindre lämplig, när de direkt på marken placerade delarna inom relativt kort tid förstöras av röta. Det förhållandet, att konstruktionen icke möjliggör luftväxling i det av plankbeläggningen skapade slutna rummet, bidrager även till virkets snabba förstörande.

Fig. 73 visar en annan typ av träplattform, där ovan påtalade förhållanden beaktats. Stödskonstruktionen för plankbeläggningen är i detta fall upplagd på plintar av betong eller sten, varigenom virkets direkta kontakt med marken undviks. Dessutom finnas stora öppningar i sidorna för att möjliggöra en tillfredsställande evakuering av utrymmet inom plattformen.

#### d) Lastkajer och lastbryggor.

För att underlätta lastning och lossning av gods från järnvägsvagn eller åkdon till magasinutrymme eller direkt från åkdon till järnvägsvagn anordnas lastkajer eller lastbryggor.

I förhållande till intilliggande spår skall lastkajkant placeras enligt följande uppgifter, då spåret ligger i *raklinje*. Läge i förhållande till spårmitt; höjd.

	Normal-spårig bana	Smalspårig bana	
		spårvidd 1 067 mm	spårvidd 891 mm
Minsta avstånd från spårmitt .....	1 700 mm	1 530 mm	1 400 mm
Höjd över r. ö. k. ....	1 120 »	1 040 »	900 »

*Anm.* Enligt äldre principer hava lastkajer och lastbryggor utförts så, att desamma i sidled tangerar normalsektionen för minsta fria rummet.

Med hänsyn till att lastkajkanten kan komma att pressas ut eller spåret rubbas i sidled, böra mittavstånden ökas något vid sättning eller justering av lastkajkant. Vid anordnandet av lastkaj invid *spår i kurva* skola angivna mittavstånd för resp. bantyper ökas i enlighet med härför gällande bestämmelser i särtryck nr 239, del A 2, angående normalsektionens utvidgning i kurvor.

Lastkajerna utfördes under tidigare skeden med kant av trä eller sten. Sedan *armerad betong* börjat komma till allmänare användning, har detta material tagits i bruk även till lastkajkanter. En förr ofta använd lastkajkant av betong bestod av särskilda stödjeplintar med däremellan anbragta betongplattor (se fig. 74). Sedan numera tyngre fordon trafikera lastkajerna, har denna utformning av kanten blivit för svag och har man därför övergått till att använda hela vinkelformade kanter av armerad betong (se fig. 75). Berörda typer av lastkajkanter tillverkas vid statens järnvägars betonggjuteri i Motala. Olika utförande av lastkajer; betongkant.

Lastkajkant bör på lämpligt sätt förankras i *bakfyllningen*. För dessa förankringars fästande vid betongkanten finnas särskilda öglor av rundjärn fastgjutna i betongen. *Undergrunden* för lastkajkanten bör vara av samma beskaffenhet och givas samma behandling, för vilken ovan redogjorts beträffande plattformarnas konstruktion. Detta gäller helt naturligt även bakfyllningen. Uppfarternas till lastkaj böra icke hava skarpare *lutning* än 1: 10.

Lastkajplanets *kör- och slitlager* givas det utförande, som anses lämpligt med hänsyn till trafikens beräknade storlek och beskaffenhet. Såsom lämpliga beläggningar må nämnas grovt grus eller makadam — vanligen med bindemedel — asfaltbeläggningar av olika slag, smågatsten eller betong. Fig. 76 visar ett utförande av lastkaj med betongkanter och betongbeläggning.

Lastkajer kunna utföras såväl enkel- som dubbelsidiga. Den enkelsidiga kajen har lastkajkanter endast utefter den sida, som ligger närmast spåret. Närmast kajkanten lägges överytan till en bredd av c:a 4,0 m i lutning 1 : 20, varifrån lastplanet sedan kan falla i större lutning ned mot omgivande mark. I regel användes enkelsidig lastkaj för lastning av levande djur.

Lastkajer  
av trä.

*Lastkajer och lastbryggor av trä* utföras i allmänhet endast för ett kortvarigt behov, enär underhållskostnaderna för en sådan konstruktion kunna bliva relativt dryga, om den skall bevaras en längre tid. Vanligast förekommande typer av trälastkajer visas i fig. 77. För att öka konstruktionens livslängd bör iakttagas, att virke icke anordnas i direkt beröring med marken samt att alla ändytor av träet isoleras så, att fuktighet förhindras intränga och orsaka röta. För den skull böra dylika ytor bestrykas med effektivt isoleringsämne samt täckas med god asfaltpapp.

Om så kan ske utan alltför stora merkostnader, bör träkonstruktionen, då det är önskvärt att öka dess livslängd, utföras av impregnerat virke. Utföres kajen med såväl bär- som slitlager av trä, böra anliggningsytorna omsorgsfullt impregneras.

#### e) Lastkajer för speciella ändamål.

Lastbryggor förekomma i ett flertal olika utföranden allt efter det ändamål, för vilket de äro avsedda.

Omlastnings-  
bryggor o. d.

*Omlastningsbryggor* eller *lastplattformar*, som de även kallas, för s. k. isoleringsgods och lastbryggor för avlämning och avhämtning av mjölkflaskor o. d., äro i regel utförda av trä med motsvarande konstruktion, som ovan beskrivits för lastkajer. Bryggplanet höjdläge över r. ö. k. anpassas efter det behov, som bryggan huvudsakligen skall tillgodose.

Träkolsbryg-  
gor och torv-  
lastnings-  
bryggor.

På platser, där regelbunden *lastning av träkol* förekommer, anordnas ofta särskild lastbrygga för att underlätta lastningen. Bryggorna uppföras i regel av trafikanterna själva, endast i undantagsfall av statens järnvägar. En träkolsbrygga har i princip det utförande, som visas i fig. 78. Bryggan konstrueras i regel så, att den medgiver transporter med lastbilar.

Bryggor för *lastning av torv* (torvströ) givas ungefär samma utförande som träkolsbryggorna, men utföras med mindre höjd.

Betlastnings-  
bryggor.

För *lastning av betor* finnas även särskilda bryggor, betlastningsbryggor (betlastkajer), ävensom speciella mekaniska anordningar för betlastning. Fig. 79 visar en betlastningsbrygga i betongkonstruktion.

Kolgivnings-  
bryggor.

*Kolgivningsbryggor* finnas i ett flertal olika utföranden. Den enklaste formen av dessa är den på mellanstationer vid eller mellan spår uppsatta fristående bryggan (av trä) eller »kolbordet» (se fig. 80). På bryggan uppställas de med kol fyllda korgarna. En annan typ av kolgivningsbrygga visas i fig. 81. På bryggan är uppmonterad en kran, med vilken »kolbaljorna» hissas upp från det intilliggande kolupplaget och uppställas på bryggan intill dess att kolgivning sker.

Vid lokstationer, där kolgivning förekommer i större omfattning, finnas vanligen mera komplicerade anordningar. Fig. 82 visar en vid järnvägarna vanligen använd större kolgivningsbrygga. Kolen fraktas upp på bryggan medelst decauvillevagnar, varefter tippningen sker i tendern med tillhjälp av en höj- och sänkbar plåträna.



En lastningsanordning, som dock icke är att betrakta såsom en egentlig lastbrygga, förekommer på vissa lokstationer för *upplastning av kolaska* (slagg). Anordningen består av en slagggrav under det spår, varå slagging sker, samt en från denna grav gående lutande brygga. Vid slagging uppställs i graven under lokomotivet en mindre vagn, som sedan den fyllts, drages uppför bryggan, varefter kolaskan tippas i upplag eller i en på bredvidliggande spår uppställd järnvägsvagn.

Anordning för  
upplastning  
av kolaska.

f) Stations- och lastplaner samt vägar.

Stations- och lastplaner byggas efter samma grunder som vägar. Anläggningens konstruktion skall sålunda anpassas efter den beräknade trafikens karaktär och omfattning, och i plan skall anläggningen givas sådan utformning, att den kan rationellt utnyttjas för avsett ändamål.

Allmänt.

I anslutning till stationshuset bör finnas en rymlig *stationsplan* med lämpliga anordningar dels för fordons framförande till stationshusets ingång, dels även för uppställning av fordon framför utgången för ankommande resande. Under senare år har dessutom uppstått ett allt större behov av att anordna cykelparkeringsplatser på eller invid stationsplanen. På stationer inom städer och större samhällen, där trafiken på stationsplanen är relativt livlig, böra gångbanor anordnas på sådant sätt, att de gående erhålla tryggad väg till och från samhällets kommunikationsleder.

Stationsplaners  
utformning.

*Lastplaner* (lastgator) givas en sådan bredd, att fordon kunna uppställas invid magasin eller spår och att dessutom utrymme finnes för minst en dubbel körfil. Då så är möjligt, bör tillträde till lastplanen anordnas från vardera änden, så att cirkulation på körtrafiken kan erhållas.

Lastplaners  
utformning.

Bärighet, bärlager, slitlager m. m.

Alltefter arten och mängden av den trafik, som kan förväntas på planen eller vägen, samt det material, varav marken består, utföres det *bärlager* eller det *slitlager*, som förhållandena påkalla.

Allmänt.

Bärlagret, som har till uppgift att utbreda belastningen från fordonen till underliggande marklager, anordnas, där undergrunden ej består av tillräckligt bärkraftigt material, och utföres antingen av bindjord (pinm) eller av stenmaterial.

Bärlager av *bindjord* användes huvudsakligen vid väganläggningar och körplaner med liten och lätt trafik samt gives en tjocklek av 15—20 cm. Bindjordslagret skall genom vältning eller på annat sätt givas tillräcklig fasthet.

Bärlager av  
bindjord.

Till lastplaner och väganläggningar för tyngre trafik samt till sådana väganläggningar, som skola fördes med hel- eller halvpermanent beläggning, användes i regel *bärlager av sten*. Detta kan utföras av *makadam*, *fältsten* eller *packsten* och anordnas antingen såsom *öppet bärlager*, vid vilket hålrumprocenten är relativt stor, eller som *tätt bärlager*, vid vilket hålrumprocenten är liten.

Bärlager av  
sten.

Med *öppet bärlager* avses sådant bärlager, som helt igenom består av sten, varvid den grövre stenen undan för undan hopkilats med mindre sten samt överytan slutligen tätats med finkornigt material, såsom stenmjöl, bindjord eller grus.

Med *tätt bärlager* avses sådant bärlager, där icke endast överytan utan även stenlagret till hela sitt djup tätats med finkornigt material, såsom grus eller bindjord.

Som allmän regel kan sägas, att *öppet bärlager* bör användas såsom underlag för hel- eller halvpermanenta beläggningar, medan det *täta bärlagret* bör användas för sådan körplan eller väg, där slitbanan beräknas komma att under längre tid utgöras av grus.

Bärlager av sten bör ej utläggas på nyterrasserat plan, förrän underlaget beräknas hava satt sig och vunnit nödig stadga. Dylikt bärlager skall icke utläggas direkt på lera eller annan finkornig jordart, enär sådant underlag vid vältningen eller genom trafikens åverkan kan tränga upp i eller genom bärlagret. För undvikande härav bör isoleringslager av halm, granris, enris eller pinnmo anbringas före bärlagrets utläggande.

Om bärlager av sten endast anordnas inom viss del av den plan eller väg, som skall utföras, bör tillses, att bärlagret blir effektivt dränerat.

Bärlager av makadam.

Vid *öppet bärlager av makadam* utlägges till föreskriven tjocklek (normalt 8 cm löst mått) grovmakadam med storlek 45—75 mm<sup>1</sup> samt därovanpå finmakadam med storlek 15—45 mm (normalt 5 cm löst mått), varefter överytan under vältning tätas med flis och stenmjöl 0—15 mm (normalt 2 cm löst mått) eller bindjord, innan slitlagret anbringas.

Vid *tätt bärlager av makadam* påföres å grovmakadamlagret krossgrus, grusig pinnmo eller material från lämplig gammal vägbana till sådan mängd (normalt 4 cm löst mått), som erfordras, för att bärlagrets hålrum skola bli i stort sett utfyllda, varefter finmakadam anbringas och yttätning verkställs, på sätt som ovan beskrivits beträffande öppet bärlager.

Bärlager av fältsten.

Vid *öppet bärlager av fältsten* utlägges fältsten till föreskriven tjocklek (normalt 15 à 20 cm, beroende på den tillgängliga stenens storlek), varefter fältstenslagret avjämnas med makadam (normalt 5 cm löst mått), som under vältning tätas i ytan med flis, stenmjöl eller bindjord, innan slitlagret anbringas.

Vid *tätt bärlager av fältsten* påföres å fältstenen, på sätt ovan beskrivits för tätt bärlager av makadam, erforderlig mängd grus, grusig pinnmo eller material från lämplig gammal vägbana, varefter makadamavjämning och yttätning verkställs.

Bärlager av packsten.

Vid *öppet bärlager av packsten* utlägges ett lager noggrant sorterad slagen sprängsten med en höjd av c:a 20 cm och en största längd av 30 cm. Stenarna ställas med den spetsiga ändan uppåt, så tätt intill varandra som möjligt och med någorlunda jämnstora stenar intill varandra. Packstenen hopkilas med skärv och denna med makadam, som under vältning tätas i ytan med flis, stenmjöl eller bindjord, innan slitlagret anbringas.

Vid *tätt bärlager av packsten* påföres å packstenen för tätning erforderlig mängd grus, grusig pinnmo eller material från lämplig gammal vägbana, varefter makadamavjämning och yttätning verkställs under vältning.

Slitlager.

Ovanpå bärlagret anordnas det *slitlager* eller den *beläggning*, som anses mest lämplig med hänsyn till den beräknade trafikens karaktär. Slitlagret kan bestå av ett lager grus eller makadam (eventuellt kompletterat med lämpligt bindemedel), bituminösa beläggningar, betong eller gatsten (små- eller storgatsten).

Slitlager av grus.

De mycket goda grustillgångarna i vårt land hava medfört, att flertalet av våra vägar, stations- och lastplaner hava *slitbana av grus*. På enklare anläggningar med ringa trafik utlägges gruslagret i regel på ett bärlager av bindjord. Grus påföres därvid till en tjocklek av

<sup>1</sup> Uppgifter om stenmaterialets storlek avse här material, erhållet genom sortering med såll (runda hål). SJ makadam av klass I respektive II kan användas.

omkring 10 cm. Grusmaterialet bör väljas så, att en tät slitbana erhålles. Detta vinnes, om gruset har en sådan gradering, att de mindre och medelstora partiklarna förmå utfylla hålrummen mellan de större partiklarna. De mindre kornstorlekarna i gruset böra dock icke förekomma i så stor mängd, att överskott uppstår, enär dammbildningen därigenom ökar. För mycket finmaterial i slitlagret medför också, att ytan blir »smetig» vid fuktig väderlek.

Planer och vägar med slitlager av grus äro i allmänhet slirfria. Genom användning av lämpliga bindemedel (t.ex. vägoljor, klorkalcium eller sulfittlut) kan *dammbildningen* minskas.

Grusvägar och grusplaner kräva ett *periodiskt underhåll*, ty genom trafikens inverkan uppstå håligheter och korrugeringar i vägbanan, vilka måste avlägsnas genom grusning och hyvling.

Grusvägar och grusplaner ytbehandlas i vissa fall med bituminösa bindemedel (tjära eller asfalt).

För tyngre och mera intensiv trafik kan med fördel användas en väg bana av med bituminösa ämnen ytbehandlad eller indränkt makadam. Dyliga beläggningar bruka med ett gemensamt namn betecknas *halvpermanent beläggningar*. Närmare beskrivningar på dyliga beläggningar återfinnas i »Handledning i allmän materiallära» Avd. V.

Slitlager av makadam

För anläggningar, där trafikens krav på en god väg bana äro stora eller anläggningens läge inom tätbebyggt samhälle nödvändiggör användandet av en väg bana med god vattenavrinning och ringa dammbildning, har man huvudsakligen att välja mellan följande huvudgrupper av *högvärdiga beläggningar*, nämligen:

Högvärdiga beläggningar.

Bituminösa högvärdiga beläggningar.

Betongbeläggningar.

Gatstensbeläggningar.

Samtliga dessa typer av beläggningar bruka benämnas *helpermanenta beläggningar*, varmed avses, att underhållet av sådan väg bana blir relativt ringa. Det är givetvis icke möjligt att bland dessa typer utpeka någon universalbeläggning, som förenar alla goda egenskaper. Valet måste i viss grad bli beroende av sådana omständigheter som tillgängligt kapital, trafikens storlek och art, undergrundens beskaffenhet m. m.

Då de *högvärdiga bituminösa beläggningarna* beskrivas under avd. V i »Handledning i allmän materiallära» skola i det följande endast beröras betong- och gatstensbeläggningar.

*Betongbeläggning* utföres numera så gott som undantagslöst med speciella maskiner, som blanda, utlägga och avjämna betongen. För att motverka sprickbildning gjutes betongen i regel med såväl längsfog som tvärfog. Beläggningens tjocklek brukar vara 15—20 cm och armeringen utgöres av rutnät. Betongbeläggningar kunna till skillnad från andra beläggningstyper läggas direkt på den färdigterrasserade vägen utan grundförstärkning i form av packsten och makadamisering, *under förutsättning att underliggande grund icke är svag*.

Betongbeläggning.

Fördelen med betongbeläggning är bl. a. dess jämnhet och stora slitstyrka. En olägenhet, som särskilt bör framhållas är, att betongvägarnas tjocklek icke kan anpassas efter det lokala behovet, så att en förenklad typ kan utföras på mindre starkt trafikerade vägar.

*Beläggningar av gatsten* användas i mycket stor utsträckning. Tidigare utfördes beläggning med *storgatsten* i större omfattning än med *smågatsten*. Denna senare äger den fördelen framför storgatsten, att den är billigare att framställa och ger en jämnare yta. Gatstensbeläggningar, framförallt smågatsten, kräva liksom asfaltbeläggningar en mycket god undergrund. Gatstenen bör sättas i ett c:a 5 cm tjockt gruslager, och fogarna mellan stenarna böra

Gatstensbeläggning.

hava en bredd av c:a 1 cm. Vid sättningen kunna olika mönster användas såsom diagonal-sättning, bågsättning m. fl.

I vanliga fall fyllas fogarna med fint grus, men i vissa fall kan det vara ändamålsenligt att fylla övre delen av fogen med något asfaltpreparat för att öka gatstenens varaktighet och minska dammbildningen. Det är olämpligt, att såsom ibland förekommer, fylla fogarna med cementbruk, såvida icke stenen står på ett betongunderlag.

Anslutning  
mellan gatu-  
räl och ga-  
tubeläggning.

Ett speciellt problem är *anslutningen mellan gaturäl och gatubeläggning*. Om beläggningen — det må vara bituminös beläggning eller gatsten — framdrages direkt mot gaturälen, uppstår så småningom skador i beläggningen, beroende på spårets rörelser i vertikal- och horisontalled. Särskilt kraftig blir denna rörelse i kurvor och i växlar. Gatstenarna pressas upp genom rälernas pumpande rörelser och beläggningen brytes sönder. För att förebygga detta har ett flertal olika metoder prövats med mer eller mindre tillfredsställande resultat. En förstärkning av spårområdet med ett väl dränerat packstenslager, som avjämnas med skärv eller makadam, medför minskning av rälernas rörelser i vertikalled. Beläggningen framdrages mot rälerna, och den mot räslivet uppkomna ursparingen fylls med en blandning av varm asfalt och filler. Vid gatstensbeläggningar förekommer också, att ursparingen fylls med grus och någon gång med tegel.

I de fall, då kraven på en mycket god anslutning mellan beläggningen och gaturälerna eftersträvas, kan det bliva erforderligt att lägga rälerna på en betongplatta eller vid relativt god undergrund anordna en betongsträng under vardera rälerna.

Gångbanor.

En *gångbana* bör hava en fast och jämn yta, som icke är »halkig» eller »smetig». Vidare bör den vara lätt att hålla ren, giva god avrinning för vatten samt icke vara dammbildande. Bland de för gångbanor vanligast använda beläggningarna må nämnas *grus, stensättning, bituminösa beläggningar, klinker- eller betongplattor*. De utföras i huvudsak på samma sätt som ovan berörts beträffande motsvarande beläggningar å vägar och planer, men är kravet på en god underbädd helt naturligt mindre. Klinker- och betongplattor utläggas på en väld underbädd av grus. I fogarna mellan plattorna nedsopas fint grus.

*Kantstöd för gångbana* kan utföras — där så erfordras — av råkantsten, storgatsten eller betong.

Lutning för  
vattenav-  
rinning.

Vid utförandet av all ytbeläggning bör noggrant iakttagas, att tillräckliga lutningar skapas, så att *god vattenavrinning erhålles*. En lutning mindre än 1 : 40 bör endast i undantagsfall tillåtas. Vid betong- och asfaltbeläggningar kan dock lutningen minskas till 1 : 50. Stations- och lastplaner böra läggas i lutning c:a 1 : 30 från stationshuset resp. närmaste spår eller lastkaj. Omedelbart intill frilastspår eller kajkant bör planen dock vara i det närmaste horisontal till sådan bredd, som erfordras för uppställning av fordon.

## D. Bangårdsmaskinerier.

### Vagnvägar.

För vägning av lastade vagnar användas i spår nedlagda vägar, över vilka de vagnar framföras, som skola vägas. Vägningresultatet är i regel avsett att läggas till grund för fraktberäkningen.

På äldre vågkonstruktioner voro farrälerna upplagda direkt på vågbryggans bärbalkar. Då emellertid det spår, i vilket vågen är anordnad, normalt även användes som passagespår och i många fall för växlingsrörelser, blir vågen i sådana fall utsatt för farliga påkänningar

och skakningar vid varje tågrörelse över densamma. För att i möjligaste mån skydda vägen härför konstrueras vågarna numera så, att farrälerna uppläggas på vågens fundament och vågbryggan förses med särskilda bärskenor, på vilka hjulflänsarna vila under vägningen. Övergången mellan ovan nämnda farräler och bärskenor förmedlas antingen genom en avfasning vid bärskenornas båda ändar eller genom rörliga uppkörsskenor, vilka redan utanför vägen fånga vagnens hjulflänsar och föra vagnen upp på den upplyftade vågbryggan. Härigenom kan åstadkommas kontinuerlig vägning, så att samtliga vagnar i ett tågsätt kunna vägas, medan sättet långsamt drages fram över vägen. En vagnvåg av modern konstruktion visas i fig. 83.

Vanliga vagnvågar för normalspår byggas numera för 60 tons max.belastning och med 10 m vågbrygga samt 2,9—3,2 m avstånd mellan kolonnerna. Vagnvågar för 1 067 mm spårvidd avses att hädanefter byggas för 40 tons max.belastning med 8 m vågbrygga och för 891 mm spårvidd för 30 tons max.belastning med 7 m vågbrygga. För vägning av malmvagnar användas vågar med en bärighet av 65 ton och med 6,15 m lång vågbrygga.

Nya vagnvågar förses i regel med visareapparat, kombinerad med skjutviktsanordning. Den förstnämnda användes vid kontinuerlig vägning, den senare vid noggrannare vägning av enstaka vagnar. För vågbryggans höjning och sänkning användes antingen en mekanisk eller ock en elektriskt driven hydraulisk snabbsänkingsanordning.

Fundamenteringen för en vagnvåg skall utföras så, att sättningar i fundamenten icke kunna uppstå. En obetydlig sättning i grunden kan medföra avsevärda kostnader för justering av vägen.

#### **Vändskivor.**

Vändskivor användas såväl för vändning av fordon som för överföring av vagnar från ett spår till ett annat och för fördelning av lokomotiv på de enskilda stallplatserna i ringformade lokomotivstallar.

Vändskivorna betecknas allt efter användningen *vagnvändskivor* och *lokomotivvändskivor* (lokvändskivor). Dessutom förekomma för verkstadsbruk *hjul- och boggivändskivor*.

Vagnvändskivor tillverkas av helvalsade I-balkar med en längd av 10 m. De användas huvudsakligen vid hamn- och industrianläggningar.

För vändning av lokomotiv och för deras införande i cirkulära lokstallar användas vändskivor med bärbalkar av nitad eller svetsad konstruktion. Lokvändskivorna finnas i längder om 15 och 20 m, vilket sistnämnda mått numera användes vid nytillverkning.

Vid behov förses såväl vagn- som lokvändskivor med elektrisk drivanordning.

Grundläggningen för en vändskiva utfördes förr av sten, men numera uteslutande av armerad betong. Om det icke är möjligt att nedföra betongkonstruktionen direkt till fast botten, så uppbygges konstruktionen på pålar, nedslagna till fast botten.

Fig. 84 visar en lokvändskiva sådan den f. n. konstrueras.

#### **Fristående vattenkastare.**

Där vattentagning till lokomotiv ej lämpligen kan ske direkt från vattentorn eller cistern, användes *fristående vattenkastare*, vanligen uppställd mellan tvenne spår. Härigenom möjliggöres vattengivning till lokomotiv på vilket som helst av spåren. Fig. 85 visar en typ av den nu mest förekommande fristående vattenkastaren. Denna är självflänsande, vilket innebär, att när efter vattengivning pådragsventilen stänges, en avloppsventil öppnas automatiskt, genom vilken det i vattenkastaren och dess rördelar kvarvarande vattnet kan bortrinna. För att denna anordning skall fungera även vintertid, skall brunnen under vattenkastaren göras så djup, att isbildning icke kan uppstå vid avloppsventilen. I kallare trakter

kan i brunnen anordnas ett mellandäck; mellanrummet mellan detta och det övre däckets fyller med något värmeisolerande ämne, såsom halm, säckar med sågspån e. d., för att bereda ytterligare skydd mot kyla i vattenkastarebrunnen.

#### **Omlastnings- och andra kranar.**

För att överföra tyngre gods mellan banor av olika spårvidd anordnas s. k. omlastningskranar av skilda typer och med olika bärförmåga. Dylig kran består i allmänhet av en över två spår av olika spårvidd uppställd bock, ofta rörlig i spårens längdriktning. Ovanpå bocken löper en med lyftanordning försedd vagn, som manövreras genom vindspel, fastsatt i den ena av bockens sidor.

För lastning och lossning av tyngre gods användas vanligen hand- eller motordrivna svängkranar. Dyliga kranar utnyttjas stundom såsom omlastningskranar.

## **VI. Kallvattenledningar utomhus.**

Se även »Handledning beträffande utförande och skötsel av sanitetsanläggningar». Avd. II.

### **A. Förundersökningar.**

Vid anordnande av en vattenledning böra förundersökningar vidtagas i huvudsak i samma omfattning, som angives i efterföljande avd. VII i fråga om avloppsledning. Kraven på jämna lutningsförhållanden m. m. äro dock ej desamma, vilket kan underlätta valet av sträckning för ledningen.

### **B. Rörledningsdimensioner och rörledningsmateriel.**

En vattenlednings dimension är beroende av den högsta sammanlagda förbrukningen vid de tappställen, till vilka den skall servera vatten, samt under vilket tryck vattnet framföres i ledningen. Utvändig vattenledning bör dock ej ha mindre invändig diameter än 32 mm (1  $\frac{1}{4}$ ").

Ledning med 51 mm eller mindre invändig diameter utföres av galvaniserade smidesjärnsrör. Grövre ledning utföres av heltjocka gjutjärnsrör eller heldragna stålrör (s. k. Mannesmann-rör).

### **C. Utförande av kallvattenledning.**

Läge i plan och profil.

Kallvattenledning skall läggas på frostfritt djup (se fig. 57 i »Handledning beträffande utförande och skötsel av sanitetsanläggningar».) Kan så ej ske för rimliga kostnader, måste ledningen isoleras på betryggande sätt.

Ofta lägges vattenledning i samma grav som avloppsledning. I sådant fall bör vattenledningen läggas ovanpå och helst på särskild pall vid sidan av avloppsledningen enligt fig. 86, så att sistnämnda ledning blir åtkomlig för reparation, om så skulle påfordras, utan att vattenledningen behöver rubbas.

Isolering.

Då vattenledning anordnas i samma grav som avloppsledning och alltså kommer att ligga högre än denna, kan det inträffa, att djupet under markytan ej blir frostfritt på alla punkter av ledningen, varför behovet av vattenledningens isolering noga bör övervägas, särskilt

vid korsning av väg, gata eller annat trafikerat område. Dylig isolering kan åstadkommas genom att använda torv, torvmull, sågspån eller granulerad slagg till återfyllning i erforderlig omfattning.

Beträffande grävning och återfyllning av rörgrav för vattenledning gäller i huvudsak det- Återfyllning.  
samma, som angives i efterföljande avd. VII för avloppsledning. Det bör tillses, att återfyllningsmaterialet närmast omkring rören är av sådan beskaffenhet, att galvaniseringen eller rostskyddsbestrykningen ej skadas vid påfyllningen, ävensom att detta material ej har på järn skadlig inverkan (rostbildande). Kolaska har sådan egenskap och får sålunda ej användas till fyllning kring vattenledning av järnrör. Även granulerad slagg verkar i vissa fall frätande på järnrör, varför detta material bör underkastas kemisk analys före användandet.

Återfyllning får ej ske, förrän ledningen provtryckts till hela sin längd eller på delsträckor, efter hand som ledningsgraven skall fyllas igen.

#### **D. Avstängningsventiler och brandposter.**

För att endast viss del av ledningsnätet skall behöva avstängas vid inträffad skada på vattenledning, insättes *avstängningsventil*, dels på grenledning omedelbart intill huvudledningen, dels på enstaka ställen på en längre huvudledning.

För eldsläckningsbehov kunna, om ledningens dimensioner och vattentrycket äro tillräckliga, *brandposter* insättas vid lämpliga ställen i förhållande till befintliga byggnader.

Såväl avstängningsventil som brandpost omgivas av en tjärad trätrumma eller brunn av cementrör, täckt i markytan med gjutjärnslock.

#### **E. Reparation av rörledning.**

Om ett rör av någon anledning gått sönder, så att läcka uppstått, måste det repareras, d. v. s. i regel utbytas. Detta tillgår så, att de båda på ömse sidor om det skadade stället befintliga avstängningsventilerna stängas, varefter rörledningen blottas. Skulle skadan visa sig enbart vara otäthet i en muff, omdiktas denna. Är läckan belägen på röret, måste detta tagas bort. Det blottade röret avskäres mellan läckan och den ena muffen med tillhjälp av s. k. röravskärare, varefter den söndriga rördelen mellan det nya skäret och vidliggande rörs muff borttages. En ny rörbit av samma längd som den borttagna tillpassas och inlägges i den förras ställe. För skarven vid platsen för avskärningen användes ett särskilt formrör, s. k. dubbelmuff, som påträdes den kvarliggande delen, innan den nya rörbiten inlägges. Därefter skjutes dubbelmuffen över skarven, så att dess mitt kommer över rörskarven. Härefter tätas och diktas i muffarna på vanligt sätt, varefter den sträcka, varå reparationen skett, provtryckes, om så är möjligt. Återfyllning får ej ske, förrän vattnet släppts på och det konstaterats, att de nya skarvarna äro täta.

#### **F. Provtryckning av ledning.**

Vid provtryckning fylles ledningen i sin helhet eller den del därav, som skall provtryckas, med vatten och all luft i ledningen avlägsnas. Härefter anslutes till ledningen en propump, vilken är försedd med manometer. Pumpning sker, tills avsett tryck uppnåtts. Därefter avstänges förbindelsen mellan pump och ledning medelst på kopplingsledningen befintlig ventil. Provtrycket skall bibehållas under 20 minuter och manometern får under denna tid icke registrera märkbart tryckfall i ledningen.

## G. Korsning med järnväg.

Där vattenledning korsar järnväg, måste den läggas i något skyddande hölje. Skulle nämligen rörledningen under spåret gå sönder, kan i ogynnsamt fall såväl banvall som grusbalklast spolats bort. Dyligt skyddsror anordnas vanligen så, att vattenledningsröret inlägges i ett annat grövre rör av järn eller armerad betong eller ock i en trumma av armerad betong. Skyddsroret skall på ömse sidor om järnvägen mynna i en nedstigningsbrunn. Från den ena av dessa anordnas avloppsledning till närmaste öppna dike e. d. Vid eventuell läcka på vattenledningsröret uppsamlas det utströmmande vattnet i skyddsroret eller trumman och ledes till nedstigningsbrunnen samt genom avloppsröret till diket. Genom vattenströmningen i diket blir man uppmärksamgjord på skadan.

Det bör tillses, att skyddsroret och nedstigningsbrunnarna anordnas på sådant sätt, att vattenledningens frostfrihet icke äventyras.

I regel skall avstängningsventil insättas i vattenledningen på båda sidor om järnvägen. Avstängningsventil erfordras ej på nedströmssidan, om tryckförhållandena i ledningen äro sådana, att risk för vattens utströmmande i läcka under banvallen icke förefinnes, om ledningen avstänges på tilloppssidan.

## VII. Avloppsledningar utomhus.

Se även »Handledning beträffande utförande och skötsel av sanitetsanläggningar». Avd. II.

### A. Förundersökningar.

Vid projektering av ett avloppsnät är det av största vikt, att man noga undersöker den sträcka ledningen skall gå, varvid särskild uppmärksamhet ägnas markens lutningsförhållanden. Sedan ledningens ungefärliga planläge fastställts, utföres utsättningarna för densamma, och plan- och profilritning uppgöres. Även en undersökning av markförhållandena är nödvändig för att fastställa förekomsten av berg och beskaffenheten av de jordlager, i vilka ledningen kommer att anordnas. Med tillhjälp av undersökningarna kan man bl. a. utrona, huruvida ledningen skall utläggas direkt i marken utan grundförstärkningar. Det är av väsentlig betydelse att äga kännedom om dessa faktorer, om man närmare önskar uppgiva de beräknade kostnaderna för den planerade anläggningen. Förekommer berg inom de områden, inom vilka ledningen skall förläggas, kan det bli nödvändigt att undersöka kostnaderna för olika planlägen för ledningen. Många gånger finner man, att en ledningsdragning vid sidan av förekommande bergpartier kan bli ekonomiskt fördelaktig, även om ledningens längd därigenom skulle ökas.

### B. Ledningens läge i plan och profil.

Läge i plan.

Som regel bör ledningen i plan förläggas så, att vattnet ledes kortaste vägen. Det bör vara möjligt att inspektera varje del av ledningen, varför denna i såväl plan som profil bör förläggas i räta linjer mellan inspektionspunkterna. Ledningen gives sålunda formen av en polygonlinje och i varje brytpunkt anordnas en brunn (se fig. 87).

Frostfria djupet.

Avloppsledningens djupläge påverkas av frostfria djupets läge. (Se fig. 58 i »Handledning beträffande utförande och skötsel av sanitetsanläggningar».) Ur ekonomisk synpunkt



bör man sträva efter att förlägga ledningen på minsta möjliga djup, men även om man icke i normala fall behöver befara, att en avloppsledning fryser igen, bör densamma dock icke läggas för högt över tjälgränsen. Risk föreligger eljest för att rören komma att deltaga i markens rörelser vid tjälskjutningen, vilket kan orsaka otätheter i skarvförbindningarna, varjämte ledningens rätlinjighet i plan och profil kan brytas.

Ledningens lutning bör följa markytans, om denna ej är för svag och ojämn eller andra skäl föreligga, t. ex. då en mindre ledningsdimension kan erhållas genom en något starkare lutning. Avloppsledningarna äro nämligen för sin vattenavledningsförmåga beroende av sina dimensioner och lutningar. För samma vattenmängd erfordras vid en svagare lutning en grövre ledning än vid en brantare lutning. Läge i profil.

Ledningar, som med fritt fall skola avleda avloppsvatten, böra utföras med en bottenlutning, som är tillräcklig, för att vattnets hastighet skall bliva så stor, att fasta föroreningar icke sjunka och avsätta sig vid botten, d. v. s. ledningen skall vara *självrensande*.

I *huvudnäts sidoredningar*, i vilka avrinningen oftast är obetydlig men stötvis, kan självrensning i regel påräknas vid en lutning av 8 à 10 ‰ och däröver. För *tomtledningar* har Svenska Kommunal-Tekniska Föreningen i »Reglemente och särskilda föreskrifter angående avloppsledningar inom fastighet» fastställt, att liggande ledning, som endast mottager vatten från tak eller badrum, skall ha en lutning av minst 10 ‰ (1 : 100), annan ledning 17 ‰ (1 : 60) och ledning från vattenklosetter i regel minst 20 ‰ (1 : 50).

Kan avloppsledning ej bliva självrensande, måste sådana anordningar vidtagas, att konstgjord rensning kan åstadkommas, helst genom spolning medelst slang från brandpost.

I praktiken tillrädliga minsta och största lutningar för avloppsledningar även från WC angivas i efterföljande tabell.

Ledningsdiameter mm	Minsta lutning ‰	Största lutning ‰
100 (4")	10 (1 : 100)	50 (1 : 20)
150 (6")	6,5 (1 : 150)	25 (1 : 40)
225 (9")	4,5 (1 : 220)	13 (1 : 77)
300 (12")	3,0 (1 : 330)	9 (1 : 110)
375 (15")	2,5 (1 : 400)	
450 (18")	2,0 (1 : 500)	
600 (24")	1,5 (1 : 660)	

### C. Ledningsdimensioner.

Vid bestämningen av rörloppets storlek skall man taga hänsyn såväl till det nuvarande behovet som det framtida. Då prisskillnaden mellan närliggande rördimensioner är relativt ringa, bör man som regel välja en något större dimension än den beräknade. Det bör dock beaktas, att en alltför stor rördiameter i förhållande till vattenmängden kan vara olämplig, när ledningens självrensande förmåga därigenom minskas.

Som allmän regel kan gälla, att utvändigt avloppsledning ej bör hava mindre diameter än 150 mm. Från mindre bostadshus — banvaktstuga e. dyl. — kan emellertid 100 mm ledning vara tillräcklig, även om avlopp från ett à två WC ingår, och ledningen ligger i god lutning.

### D. Rörledningsmateriel.

Till avloppsledningar användas glaserade lergodsrör eller betongrör och i särskilda fall gjutjärnrör. I det följande behandlas endast ledningar av lergodsrör och betongrör.

Glaserade lerrör äro motståndskraftiga mot kemisk åverkan och i regel tätare och slätare än betongrör. De förstnämnda rören äro emellertid icke oväsentligt dyrare än de sistnämnda. Vid bestämmande av vilken rörsort, som skall användas, gäller det att göra klart för sig, om ledningen inifrån eller utifrån kan bliva utsatt för kemisk åverkan genom förekomsten av på betongen frätande syror, exempelvis humus, och om det föreligger särskild anledning att hindra förorening av marken kring avloppsledningen genom avloppsvatten, som kan tränga ut genom icke absolut täta rör. I allmänhet äro förhållandena sådana, att omsorgsfullt och med förstklassiga materialier tillverkade betongrör kunna användas till avloppsledningar från bostads- och liknande fastigheter. Betongrör till dylika ledningar skola vara tillverkade enligt Svenska Kommunal-Tekniska Föreningens bestämmelser, vilket är förhållandet med rören från statens järnvägars betongvarufabrik i Motala.

Måste betongrör användas, där risk för kemisk åverkan föreligger, skola rören omsorgsfullt skyddas genom asfaltering in- och utvändigt. En dylik behandling av rören är dock icke av bestående värde, enär impregneringen oftast går förlorad efter någon tids förlopp.

Vid val av ledningsmateriel bör man ihågkomma, att kostnaden för detta vanligen är av underordnad betydelse i jämförelse med övriga kostnader för ledningens anordnande. Om man sålunda befarar, att avloppsvattnet kan innehålla för betongrör skadliga ämnen, bör man utföra anläggningen med glaserade lerrör.

#### E. Brunnar.

Till en avloppsledning hör förutom själva rörledningen även olika slag av brunnar. Ehuru dessa brunnars ändamål många gånger är detsamma, förekommer olika benämningar på brunnarna. De vanligast använda typerna äro följande.

**Gårdsbrunn.** *Gårdsbrunn* (se fig. 88) utföres lämpligen av glaserade lerrör eller betongrör och har till uppgift att uppsamla och avleda dagvatten från markytan. Gårdsbrunnens invändiga diameter bör ej vara mindre än 300 mm, och dylik brunn utföres alltid med *slamrum* (slamsamlare) om minst 350 mm djup. Slamrummet avser att hindra slam och sand, som medfölja regnvattnet ned i brunnen, från att fortsätta ut i ledningarna.

Gårdsbrunnarna förses med *vattenlås*, om anledning härtill föreligger. Vattenlåsets uppgift är att hindra kloakgaser att från ledningsnätet uppstiga till markytan. Är gårdsbrunn ansluten till ett avloppssystem, som endast avleder dräneringsvatten, utföres den i allmänhet utan vattenlås.

Betäckningen för en gårdsbrunn utgöres av ett gjutet eller smitt järngaller, vilande på en med fals försedd omfattning av huggen sten, betong el. dyl. eller på en gjutjärnskrans, ställd på brunnen.

**Regnvattenbrunn.** *Regnvattenbrunn* är en ofta förekommande benämning för gårdsbrunn.

**Nedstigningsbrunn.** *Nedstigningsbrunnar* (se fig. 89) hava till ändamål att möjliggöra en bekväm och effektiv inspektion av ledningarna. Dessa brunnar utföras av betong med en inre diameter av 0,90—1,00 m. De kunna antingen gjutas i på platsen uppförda formar eller också sammansättas av på förhand tillverkade betongringar. Brunnarnas nedre del göres cylindrisk och den övre konisk, upptill avpassad för en gjutjärnsbetäckning av 600 mm invändig diameter.

För att möjliggöra vattnets passage genom brunnen utan onödiga virvelbildningar och slamavlagringar utbildas botten med halv cylindriska rännor, som dragas upp till c:a halva ledningens höjd och utföras med minst 50 mm fall i botten. Brunnbotten i övrigt skall

anordnas med en lutning av c:a 1 : 5 mot rännorna. I brunnsväggen inhuggas stigning av 19 mm asfalterat eller galvaniserat rundstål.

Betäckningen till en nedstigningsbrunn utgöres av ett gjutjärnslock, som skall vara tätt eller i undantagsfall perforerat. Perforerat lock användes, om man önskar ventilera avloppsledningen på denna punkt.

Nedstigningsbrunnar anordnas på grövre huvudledningar i sådana punkter, där grenledningar anslutas. Nedstigningsbrunnar anordnas även i huvudlednings brytpunkter samt på lämpliga avstånd utmed en huvudlednings raksträckor. Som regel utföras nedstigningsbrunnar sålunda på alla de punkter på ledningen, som prövas erforderligt, vanligen med 60 à 80 m avstånd, för att möjliggöra en effektiv inspektion och rensning av denna.

För mindre ledningar, där rensning av ledningen kan ske genom spolning med vatten rån en brandpost, kan dylik brunn ersättas med inspektionsbrunn eller spolbrunn.

*Inspektionsbrunnar* (se fig. 90) anordnas i likhet med nedstigningsbrunnarna för att möjliggöra kontroll av ledningen. De utföras mestadels av 300—380 mm muffrör (även på ledningar med klenare dimension än nyssnämnda), vertikalt uppställda på ett i ledningen inbyggt T-rör med uppåtriktad gren. Inspektionsbrunnar utföras utan slamrum.

Inspektionsbrunn.

*Inspektionsrör, lyktbrunn* eller *spolbrunn* är konstruerad såsom en inspektionsbrunn, men utföres av klenare rör, 150 mm. Inspektionsröret förses med gjutjärnsbetäckning, vilken dock ej får vila direkt på röret, utan på en från röret fristående ram av gatsten, betong eller trä. Inspektionsbrunnar och -rör placeras i kombination med nedstigningsbrunnar på sådana platser i ledningen, att denna kan effektivt inspekteras och rensas. På långa raka ledningar anordnas sålunda inspektionsrör mellan nedstignings- och inspektionsbrunnarna.

Inspektionsrör.  
Lyktbrunn.  
Spolbrunn.

Om enskild fastighetsägare medgives rätt att ansluta spillvattenledning till en statens järnvägar tillhörig ledning, skall *reningsbrunn* i regel anordnas omedelbart före anslutningen eller omedelbart utanför statens järnvägars gräns. Vanligen användes därvid en s. k. Hoffman-brunn (se fig. 66 i »Handledning beträffande utförande och skötsel av sanitetsanläggningar»). Äro WC icke anslutna till spillvattenledningen, erfordras ej reningsbrunn.

Reningsbrunn.

## F. Avloppsledningars utförande.

Vid grävning av en rörgrav böra grästörv och matjord respektive gatu- eller vägbeläggning uppläggas skilda från den övriga jordmassan, så att de vid återfyllningen kunna placeras överst. Även större jordstenar uppläggas för sig på plats, varifrån de sedermera lätt kunna borttransporteras. Grävningen bör påbörjas i rörgravens lägst belägna del.

Utförande av rörgrav.

Är jorden ej så fast, att kanterna stå av sig själva, måste *stämpling* eller *spåntning* ske på vanligt sätt. — En god regel är att stämpla eller spånta i tid och inte vänta, tills graven börjar rasa igen. — Föreligger fara för ras på grund av regn el. dyl., som skulle påkalla relativt dyrbar stämpling eller spåntning, bör arbetet planeras så, att rörens nedläggning kan ske så tätt efter grävningen som möjligt.

*Rörgravens djup* är beroende av för ledningen bestämt höjdläge med tillägg för erforderlig grusbädd, minst 5 cm, eller eventuell grundförstärkning under ledningen. Vid bestämmande av lednings höjdläge bör, såsom ovan nämnts, beaktas, att den kommer ned på för avloppsledning frostfritt djup. Utloppsledning från byggnad kan på kortare sträcka på grund av spillvattnets temperatur läggas på mindre djup, om den ligger med gott fall. — Rörgrav i berg bör utsprängas till 10 à 20 cm större djup än för rörgrav i fast jord, varigenom underbäddens tjocklek ökas.

*Rörgravens bredd* i botten bör vara så stor, att rörfogarna bliva åtkomliga runt om, så att en fullgod hopfogning av rören kan ske. Härför erfordras vid rörledning av upp till 300 mm invändig diameter ett fritt utrymme av 15 cm på vardera sidan om röret. Vid grövre ledningar bör detta mått ökas till 20—35 cm.

Rörens nedläggning.

Muffrör få icke vila endast med muffarna mot fast botten, utan måste hava god anliggning längs hela rörets längd för att kunna uppbära återfyllningens tryck. Denna anliggning erhålles genom att utlägga förenämnda *underbädd* av grus eller sand. På bädden kan rörens inriktning och understoppning lätt utföras. Grusbädden skall givetvis packas väl, och skola gropar i gravens botten, som bildats efter upptagna stenar o. d., först igenfyllas med stenskärv eller grovt grus. På platser, där marken behöver dräneras, lägges under rören till 10 à 15 cm djup och upp till halva röret makadam eller grovt grus. — Skulle svårighet föreligga att anskaffa lämpligt material till underbädd, kunna rören undantagsvis läggas direkt på gravens botten med urtag för muffarna. — I berggrav kan utfyllningen i botten utföras med stenskärv eller grovt grus. I lös mark, vari sättningar kunna befaras, kan det vara nödvändigt att i botten på graven lägga en längsgående »stege», på vilken rören utläggas. Stegen utföres av längsgående plank med tvärreglar (se fig. 91). Stegen och rörens nedre del kringfyllas med grus, som packas väl.

*Lägges ledningen under spår* och fara för bristning kan föreligga, böra rören läggas i rymlig trumma av armerad betong, såvida icke ledningen på denna sträcka utföres med armerade betongrör.

Rören skola anordnas i rak linje i såväl plan som profil mellan förekommande anslutnings- eller brytpunkter, i vilka nedstigningsbrunn eller inspektionsbrunn skall finnas. Framdragas två ledningar i samma grav i olika höjd, böra de ligga så mycket förskjutna i sidled i förhållande till varandra, att den undre ledningen kan grävas upp, utan att den högre liggande rubbas eller skadas.

En rörlednings area får ej på något ställe minskas i riktning mot utloppet. Vid ändring av rörarean skola koniska övergångsstycken, s. k. *förminskningsrör*, användas.

Anslutningar.

Ledningarna skola utföras så korta och raka som möjligt och onödiga krökar undvikas. Två vinklar och krökar få ej förekomma, utan skola för ändamålet lämpliga rördelar användas, såsom krokrör, grenrör, förminskningsrör etc. T-rör får ej användas för dessa ändamål. En anslutning mellan huvud- och grenledning eller mellan grenledningar skall ske antingen genom en brunn i anslutningspunkten eller medelst ett grenrör i 45° vinkel. Om vinkeln mellan de båda ledningarna är 90° (se fig. 92), anordnas närmast grenröret ett 45° krokrör.

Rörfogar.

Alla rör och rördelar skola läggas med muffarna i riktning mot tilloppet. Rörfogarna i en avloppsledning skola vara täta, starka och varaktiga. Ligger ledningen i fast mark, så att fara för rörelse i densamma ej föreligger, kan fogningen lämpligen ske med *cementbruk i blandningen 1 : 2*, varvid invändigt uppkommande cementvalkar noga avjämnas. I motsatt fall böra fogarna tätas med *tjärdrev och asfalt* (asfaltmastix), som i smält tillstånd hålles i fogen, eller också blandad med asfaltgoudron och utkavlad till en valk, som lägges kring röret och inpressas i fogen. I förra fallet fylles vanligen muffen helt med asfalt i det senare endast muffens mellersta tredjedel, under det att återstoden till muffkanten utfylles med cementbruk (se fig. 93). Tjärdrevet har främst till uppgift att centrera röret, varför det bör packas jämnt kring hela omkretsen, samt att förhindra tätningsmedlet från att genom fogen komma in i ledningen.

Förr användes lera i rätt stor utsträckning till tätning av muffförbindning, vilket dock numera frångåtts, enär sådan tätning icke är hållbar. Trädrötter kunna intränga i ledningen och hindra vattnets avrinning.

Återfyllning får ej ske, förrän tätningen i fogarna — om denna utförts med cementbruk — återfyllning av rögräv. hårdnat tillräckligt.

Upp till minst  $\frac{3}{4}$  av ledningens höjd bör fyllningen bestå av grus. Om anskaffning av grusfyllning skulle bliva för dyrbar, må sand eller jord användas, såvida denna är någorlunda fri från organiska föroreningar. Huvudsaken är, att fyllningen packas mycket omsorgsfullt under och på sidorna av rören. Även i övrigt bör återfyllningsmassorna packas väl, så att framtida sättningar ej uppkomma. Detta är särskilt viktigt beträffande ledning under bangård, väg eller annat trafikerat område.

Upp till 0,3 m över rörsträngens hjässa får fyllningen ej innehålla sten. Däröver kan sten få förekomma, dock ej med större vikt än c:a 10 kg eller på mindre inbördes avstånd från kant till kant än 0,3 m.

Vid återfyllningen skall nödig försiktighet iakttagas, så att ledningen ej skadas. Förekommande spåntväggar och stämplor borttagas i mån av återfyllningens fortgång. Därvid iakttages försiktighet, så att ras ej inträffar. Till skydd häremot kan det bliva nödvändigt att kvarlämna någon del av spåntmaterialet i jorden.

Närmast markytan skall jorden (eller annat ytmaterial) såvitt möjligt återställas i sitt ursprungliga skick.

### VIII. Banunderhåll m. m.

*Med banunderhåll avses alla de arbeten, som äro erforderliga för att bibehålla en järnvägsanläggningens olika delar i ett fullgott och driftsäkert skick. Till banunderhållet kunna sålunda räknas de arbeten, som avse att eliminera och motarbeta den mångfald av olika krafter, som verka förstörande på anläggningarna, att förekomma uppkomsten av brister och skador samt att förnya skadade eller kasserade byggnader, anläggningar, materialier etc.*

Allmänt.

Underhållsarbetenas omfattning är beroende av den fordran, som man ställer på ifrågasvarande byggnadsverk. Därvid är givet, att underhållsarbetena icke få begränsas så, att driftsäkerheten äventyras, utan skall vid alla sådana arbeten iakttagas, att det åsyftade resultatet under alla förhållanden uppfyller trafiksäkerhetens fordran. Underhållet skall sålunda planeras och avvägas så, att de vidtagna åtgärderna motsvara de krav, som den rådande belastningen framtvingar. Underhållsstandarden, som följaktligen är beroende av varje bandels trafikbelastning, blir av denna anledning variabel och några exaktare värden för underhållets kostnad och arbetsåtgång kunna icke angivas.

Banunderhållets omfattning.

Även andra faktorer än trafikbelastningen inverka på underhållets omfattning inom olika bandelar. De skiftande klimatiska förhållandena samt banområdets geologiska uppbyggnad och terrängförhållanden ställa för olika delar av landet speciella fordringar beträffande banunderhållet.

Vad beträffar underhållets bedrivande, må framhållas önskvärdheten av att standarden så vitt möjligt hålles vid samma nivå inom det område, där samma krav föreligga. Ett grundläggande villkor för upprätthållandet av ett effektivt och ekonomiskt banunderhåll är planmässighet, som ernås, om arbetena baseras på omsorgsfulla undersökningar av banans

Banunderhållets planering.

tillstånd och på en med ledning därav uppgjord arbetsplan. Helt naturligt böra sådana faktorer som erforderlig arbetsstyrka, sättet för de olika arbetenas bedrivande, valet av lämpliga verktyg och maskiner m. m. i god tid detaljstuderas, så att underhållsarbetena kunna fortgå utan störningar och onödiga avbrott. Vid upprättandet av arbetsplanen för året bör hänsyn tagas därtill, att alla sådana arbeten, som utan ekonomisk förlust kunna bedrivas under den kalla årstiden, även utföras då, såvida icke speciella förhållanden framtvunga deras utförande vid annan tidpunkt.

Såsom ovan berörts, omfatta underhållsarbetena alla till en järnvägsanläggning hörande delar såsom under- och överbyggnad, broar, byggnader, vägar, maskinell och elektrisk utrustning m. m. Vidmakthållandet av ett effektivt brandskydd samt möjliggörandet av trafikens störningsfria fortgång vid snöfall och snöstorm kunna även nämnas bland de uppgifter, som tillhöra banunderhållet. I det följande kommer att närmare redogöras för dessa sistnämnda uppgifter samt för underhållet av banunderbyggnaden. Motsvarande arbeten beträffande brobyggnader återfinnas i efterföljande del II, »Järnvägsbroar», avd. V och beträffande underhållsarbeten å övriga vid järnväg förekommande anläggningar hänvisas till »Handledning» för resp. anläggningar.

#### A. Underbyggnad.

*Omfattningen av underhållet på banunderbyggnaden är främst beroende av de klimatiska förhållandena och markens geologiska uppbyggnad.*

Mest ogynnsam ställer sig därvid terräng, som utgöres av *lera* och *mjåla*, men även *tunnlar* och *skärningar i berg* med oläglig slagbildning kräva ofta ständig uppmärksamhet och successiva skydds- och förbättringsåtgärder. Genom förvittring och frostsprängningar kunna tidigare fasta delar av berget frigöras och glida eller falla ned på spåret. Till förhindrande härav böra tunnlar och bergskärningar regelbundet inspekteras och lösa partier, som kunna utgöra fara för trafiksäkerheten, avlägsnas. I äldre tunnlar kunna skadeverkningarna ibland nödvändigöra tunnelns förstärkning medelst armerade betongvalv eller annan stödkonstruktion.

*Förekomsten av lera* i mer eller mindre mäktiga lager i undergrunder och skärningar kan förorsaka lokala ras och sättningar, varför sådana platser böra ägnas särskild uppmärksamhet. En förändring av belastningsförhållandena på sådan bansträcka genom utförandet av en mera omfattande höglyft, breddning av järnvägsbanken, fördjupning av skärningsdike o. dyl. få icke företagas, utan att geotekniska undersökningar utvisat, att stabiliteten därvid blir tillräcklig.

*Det viktigaste av alla underhållsarbeten, såväl ur teknisk som ekonomisk synpunkt, torde dock vara bortledandet av vatten* och eventuellt i samband därmed utgrävningar av tjälskjutande jord. En ändamålsenlig dränering av bankroppen är av väsentlig betydelse för driftsäkerheten, ty genom dräneringen förhindras uppkomsten av vattensäckar och infiltrationer, av sättningar och tjälskjutningar m. m., vilka var för sig kunna leda till driftstörningar och i varje fall medföra ökade kostnader för banunderhållet. De arbeten, som i dessa avseenden kunna komma till utförande, beskrivas närmare under avdelning IX. »Spårisolering och dränering.»

Ett ursprungligen fullgott dränage eller avloppssystem erfordrar ett periodiskt underhåll, för att icke dess effektivitet skall minskas. Sålunda bör genom utförandet av rensningar förhindras, att dräner, avloppsdiken och trummor till följd av slamavlagringar, växtlighet el. dyl. erhålla en sådan minskning av sektionen, att uppdämning riskeras.

## B. Brandväsande.

### a) Brandskyddsverksamhetens uppgifter.

Brandskyddet avser främst att genom förebyggande åtgärder söka förhindra, att skada uppstår genom brand. Helt naturligt kan detta mål icke till fullo nås, varför brandskydds-rörelsen även måste inriktas på, att anläggning, om brand uppstår, är i sådant skick och försedd med sådana eldsläckningsmedel, att brandskadans omfattning kan begränsas till det minsta möjliga.

Användandet av anläggningen är sålunda i regel orsaken till brandens uppkomst, medan det är själva anläggningens beskaffenhet, planläggning och eldsläckningsmöjligheter, som äro avgörande, då det gäller att begränsa en utbruten brand.

Under en lång följd av år har därför brandskyddsverksamheten varit inriktad på att dels samla iakttagelser rörande betingelserna för brands uppkomst och de omständigheter, som underlätta antändning, dels utröna lämpligaste anordningar till begränsande av uppkom- men brand.

### b) Speciella brandrisker inom byggnader.

Orsakerna till att »elden kommer lös» äro mångahanda, men företagna undersökningar rörande de med antändningarna förknippade omständigheterna hava utvisat, att vissa brandorsaker äro dominerande. I det följande skall erinras om de speciella faromoment, som kunna förekomma inom statens järnvägars byggnader och anläggningar.

I första hand bör då beröras den brandrisk, som föreligger till följd av fel och brister i eldstadsanläggningar. Antändning kan sålunda ske genom gnistor eller bränder från eldstadsöppning, ask- eller sotlucka, från sprickor i eldstad eller rökgång samt direkt från skorsten. Eldsvåda kan även uppkomma genom överhettning från felaktigt anordnad rök- gång eller genom soteld.

Eldstads-  
anläggningar.

*Det är följaktligen av största betydelse, att eldstadsanläggningar med tillhörande rökgångar, ugnar m. m. ägnas den största uppmärksamhet.* Här må särskilt erinras om de stora brand- risker, som uppstå vid användandet av järnkaminer. Först och främst är det själva ugnen, som genom sin hetta kan åstadkomma antändning, samt ur fyren utfallande eld och glöd. Men ej mindre farliga äro de mer eller mindre långa, skarvade plåtrör, genom vilka gaserna bortledas. Även dessa bliva lätt överhettade och förr eller senare genombrända, helst vid krökarna.

I detta sammanhang må även varnas för *de risker*, som äro förknippade med ovanan *att torka klädesplagg inom pannrum eller i omedelbar närhet av eldstad*, samt att för kommande behov *lägga upp ved* till torkning på panna eller annan eldstad.

När man rengör eldstäder och rökgångar, är det självfallet, att i slaggen glödande och heta partiklar eller gnistor kunna medfölja. Lika självfallet bör det vara, att vad man då rensar ut, bör behandlas med försiktighet och icke förvaras annat än i *obrännbara kärl*. Slås det ut i det fria intill byggnad eller annan anläggning, måste man tillse, att marken där ej är belamrad med brännbara föremål. Många brandskador hava uppstått just till följd av brott mot detta till synes självklara faromoment.

En annan tyvärr mycket vanlig brandorsak är ovarsamt handhavande av vissa oljor och fernissor. I förening med organiska ämnen, såsom bomull, säckar, sågspån o. dyl. *hava dessa ämnen stor benägenhet för självantändning*. Speciellt eldfarlig i detta avseende är linolja. Om t. ex. linolja får sippra ned mellan golvbräderna i trossbottenfyllning av sågspån, torv-

Oljor och  
fernissor.

strö el. dyl., uppstår oftast självantändning. *Linolja och andra självantändande oljor få sålunda icke finnas i lokaler, där brännbar trossbottenfyllning finnes under golvet.*

Trassel och trasor.

Oljiga trasselsuddar ha förorsakat många förödande eldsvådor. Fig. 94 illustrerar, huru det kan gå, när en oljig trasselsudd kastas åt sidan efter användningen. Enda sättet att skydda sig mot den brandfara, som ständigt föreligger inom verkstäder och i övrigt, där *oljiga trasselsuddar, torkdukar och trasor* användas, är att med sträng ordning övervaka, att  *dessa uppsamlas i obrännbara kärl*. Då givetvis självantändning kan uppstå även i dessa, måste dessa vara försedda med självstängande, obrännbara lock. Ovanan att stoppa trasselsuddar i överdragsfickor efter användningen bör beivras på det bestämdaste.

Acetylengas-svetsning.

Inom järnvägarnas verkstäder användes i stor utsträckning acetylengassvetsning, som tekniskt hjälpmedel vid nytillverkningar och reparationer. För utförandet av sådan svetsning användes i behållare komprimerad gas. Dessa gasbehållare äro farliga, därför att de även vid relativt ringa värme kunna sprängas och åstadkomma skada och olyckor. Det bör av denna anledning noggrant iakttagas, att *sådan behållare icke kommer i närheten av starkt upphettade föremål*, enär en olycka då lätt kan inträffa.

Är svetsningsarbetet inom en verkstad av mera varaktig beskaffenhet, bör uppställning av behållarna ordnas i *särskilda skåp utanför byggnaden* med fasta ledningar till arbetsplatsen (fig. 95). Vid eventuellt inträffad brand i byggnaden skola behållarna lätt kunna kopplas loss och flyttas till säker plats. Måste ändock behållare finnas inom icke brandsäker lokal, bör behållaren vara uppställd på en för ändamålet tillverkad *kärra* eller dylikt och vid *arbetstidens slut ställas vid utgångsdörr* på särskilt utmärkt plats.

*Gällande föreskrifter rörande märkning, förvaring och handhavande av behållare för komprimerade gaser skola noga efterföljas.*

Elektriska anläggningar.

Brister beträffande utförandet och underhållet av elektriska anläggningar äro ofta orsak till inträffade eldsvådor. För att i möjligaste mån minska denna brandorsak föreskrives numera, att endast s. k. »*S-märkt*» materiel får användas till elektriska installationer. Med *S-märkt* materiel avses sådan materiel, som ur hållbarhets-, brand-, säkerhets- och andra synpunkter är lämplig.

Av största betydelse är, att *de elektriska säkerhetsanordningarna äro i fullgott skick*. Om säkerhetspropparna springa, ligger det närmast till hands, att något fel i ledningsnätet eller en överbelastning av detsamma varit anledning därtill. Därför måste en undersökning av orsaken till avbrottet vara det första, som bör vidtagas. Det är ej riktigt att bara utbyta den sprungna proppen, och det är oförsvarligt att, såsom tyvärr ofta händer, ersätta densamma med en motståndskraftigare. Därigenom berövar man sig den säkerhet, som just säkerhetspropparna avsett att bjuda. Även bör med skärpa understrykas, att endast fabriksstillverkade säkerhetsproppar få komma till användning, och *det är enligt lag straffbart att ersätta säkerhetsproppar med koppartråd, spikar eller dylikt*.

Ehuru installationsmaterielen numera blivit alltmer tillförlitlig, förefinnes alltjämt stor fara för kortslutning och överledning, närmast därför att det svårligen går att ständigt så övervaka anläggningen, att man genast upptäcker uppkomna brister. Om eldutbrott sker under den tid arbete pågår inom lokalerna, kan faran ofta förmärkas i så god tid, att elden kan begränsas och brandskadorna bliva obetydliga. Riskens är dock större, om strömmen står påkopplad ledningsnätet, även då arbetslokalerna stå tomma. *Elektrisk anläggning bör därför vara så anordnad, att ledningsnätet inom lokalerna genom lätt tillgänglig avstängare kan göras spänningslöst genom en huvudströmbrytare, placerad nära huvudingången, och bör åt särskild, pålitlig person uppdragas att ombesörja strömmens från- och tillkoppling*.



*Skräp, avfall och damm* kunna hastigt befordra spridandet av en uppkommen brand. På takstolar, bjälkar och dylikt inom en lokal samlas alltid damm, trämjöl, sot eller andra partiklar, beroende på lokalens användning. Dylåka ansamlingar kunna vid minsta eldsvådellbud föranleda övertändning av hela lokalen. *En grundlig rengöring då och då är därför nödvändig.*

Skräp, avfall  
och damm.

Av stor betydelse är även, att det brännbara avfall, som bildas vid bearbetningen av vissa material, ej får hopa sig i arbetslokalerna. *Sådant avfall skall sålunda undan för undan avlägsnas.*

Här bör även erinras om, att damm och avfall i förening med olja kan föranleda självantändning. Där sådan ansamling kan befaras, bör sålunda *största renlighet iakttagas.*

*Varmgång i en lageranordning* är ofta orsak till eldsutbrott. Förutom det att de maskinella anordningarna kunna förstöras genom varmgång, föreligger nämligen i en sådan situation risk för att eld uppstår till följd av den stora värmealstringen i lagret. Det är därför ur brandskyddssynpunkt ytterst viktigt att *genom ständig kontroll övervaka, att alla lageranordningar äro i bästa skick och att regelbunden smörjning ej försummas.*

Friktion och  
bristande  
smörjning.

Även *transmissionsremmar* kunna under vissa förutsättningar orsaka antändning. Som bekant sträcker sig så småningom en tungt belastad rem. Om denna ej i tid spännes, uppstår förr eller senare slirning, varvid remmen lätt antändes. Vidare är att observera, att dessa remmar i hastig rörelse komma i svängningar, om de äro långa. Då få inte remskydden vara anordnade så nära remläget, att friktion uppstår mellan skyddet och remmen, enär annars förr eller senare eld uppstår, särskilt om remskydden äro av trä.

#### e) Släckning av utbruten brand.

Möjligheterna att släcka en utbruten brand beror i hög grad på byggnadsanordningarnas beskaffenhet. Är byggnaden uppförd i *brandsäker konstruktion*, är dess motståndsförmåga mot uppkommen brand vanligen stor och brandskador kunna då de flesta gånger begränsas till en del av anläggningen. Vilka byggnadsmaterialier och konstruktioner, som äro att betrakta såsom brandsäkra m. m., redogöres närmare för i »Handledning beträffande husbyggnaders uppförande och underhåll» avd. XVII.

Byggnads-  
anordningar-  
nas beskaf-  
fenhet.

Då det gäller att begränsa en brand, är det av största vikt, att tiden, från det att elden utbrutit till dess den upptäckts och släckningsåtgärder börjat vidtagas, blir minsta möjliga. Man kan i korthet säga, att brandens omfattning mestadels står i direkt förhållande till denna tidrymd. *Ett snabbt och säkert alarmeringssystem är sålunda en förutsättning för ett effektivt brandskydd.*

Larmanord-  
ningar m. m.

Förutom de vanliga *brandskåpen*, som möjliggöra alarmering av brandkår, användes numera olika *automatiskt verkande apparater*, dels sådana som endast alarmera, dels sådana, som på samma gång de alarmera även bringa släckningsanordningarna i funktion.

Den *automatiska brandalarmen* bygger på den principen, att var helst inom en anläggning brand uppstår och temperaturen stiger, en därstädes uppsatt apparat, en *termokontakt*, påverkas därav och giver larm, på samma gång som det på en centralt placerad tavla angives, på vilken plats eld utbrutit. I de fall så är möjligt, står centralapparaten i direkt förbindelse med samhällets brandtelegraf, varigenom sålunda branden själv tillkallar brandkåren.

*Automatiska sprinkler-systemet* fungerar såsom brandalarm på ungefär samma sätt, som ovan beskrivits för automatisk brandalarm, men när sprinklern utlöses, skall den även släcka den utbrutna branden. *Sprinkler*, som liksom termokontakter utplaceras i lokalerna

på visst begränsat avstånd från varandra, *bestå av vattenventiler, som genom särskild anordning öppnas vid temperaturstegring.*

Därigenom strömmar vattnet ut förbi en spridare och dränker platsen kring sprinklern. Sprinklerna äro fastsatta på ett nät av rör, innehållande vatten under tryck från huvudnätet eller från en för detta ändamål särskilt byggd cistern.

Brand-  
redskap. För möjliggörande av ett effektivt ingripande mot utbruten brand äro statens järnvägars anläggningar i viss omfattning utrustade med *brandredskap*. Redogörelse beträffande de olika brandredskapens art och anvisningar rörande desammas vård m. m. äro intagna i statens järnvägars brandordning, särtryck nr 35.

#### d) Övriga brandskyddsåtgärder.

Brandsyn  
och sotning. *Brandsyn* skall, även i fråga om statens järnvägar tillhöriga byggnader, upplag och andra anläggningar, jämligt gällande brandstadga utföras av respektive kommunala brandsynenämnder. De erinringar, som därvid kunna vara att framställa, skola delgivas vederbörande fastighetsägare skriftligen och genom översändande av protokollsutdrag.

I fråga om *sotning* i statens järnvägars fastigheter gäller, att beträffande städer och köpingar samt därmed jämförliga tätbebyggda samhällen sotningen skall utföras av vederbörande kommuns skorstensfejare. I övriga fall tillkommer det fastighetsägaren själv att tillse, att sotning verkställs i den ordning, som föreskrives i kommunal brandordning.

Allmänna  
bestämmelser. Med avseende på de åtgärder i övrigt, vilka för tillfredsställande av skäliga anspråk på trygghet mot brandskada äro att iakttaga, skola de bestämmelser gälla, som meddelats genom den av Kungl. Maj:t fastställda brandstadgan (Svensk Författningssamling nr 522 år 1944) och på grundval av denna utfärdade lokala brandordningar, ävensom statens järnvägars brandordning, i den mån däri intagna föreskrifter icke ingå i brandstadgan eller lokal brandordning eller ock äro strängare, än vad i de sistnämnda stadgats.

### C. Snöskyddsanordningar.

För att förebygga störningar i trafiken vid snöfall och snöstorm måste en effektiv snöberedskap vara anordnad. Sådan beredskap avser förberedandet och vidtagandet av tvenne slag av åtgärder, vilka äro av helt skilda slag, nämligen snöskyddsåtgärder och snöröjningsåtgärder.

I *särtryck nr 318* lämnas närmare föreskrifter rörande dels organisationen av snöberedskapen, dels snöskydd och snöröjning m. m.

## IX. Spårisolering och dränering.

Allmänt. Ett av de svåraste problemen, som banteknikern har att bemästra beträffande spårunderhållet, är tjälproblemet. Icke obetydliga kostnader nedläggas årligen under den kalla årstiden för att bibehålla ett tillfredsställande spåråläge på de sträckor, där tjälskjutning förekommer. Därtill komma de arbeten, som utföras under andra tider av året, för att om möjligt förhindra eller i varje fall reducera tjälens skadeverkningar.

## A. Tjälbildningens förlopp och orsaker.

Innan närmare redogörelse lämnas för de åtgärder, som i de olika särfallen böra tillgripas för att avlägsna de nackdelar, som tjälen kan orsaka, skall i korthet beröras *tjälbildningens förlopp och orsaker*.

Under den kallare årstiden, då medeltemperaturen i vårt land under kortare eller längre perioder är lägre än fryspunkten, »nedtränger» kylan i marken, man säger att marken »tjälär». Marktemperaturen sjunker, till följd av att värme avgives från marken till luften. Vid långa köldperioder avgiver marken mera värme än vid kortare och temperaturen i de lägre ned belägna jordlagren sjunker. Sålunda sker en transport av värme från de djupare jordlagren upp mot markytan.

Tidigare var man av den uppfattningen, att tjällyftningen orsakades av att det i marklagren befintliga vattnet frös till is och att den därvid inträffade volymökningen (c:a 10 %) resulterade i en höjning av markytan. Den uppkomna tjällyftningen på en ort med c:a 1,0 m tjäldjup i jord med 30 volymsprocent vatten skulle enligt denna uppfattning nå ett värde av c:a 3 cm. Företagna mätningar av markytans höjdförändringar under tjälningen ha dock visat, att höjningen ofta är mångfaldigt större än som motsvarar den ursprungliga vattenhaltens volymökning vid frysning. *Härav framgår, att icke enbart det från början i lagret befintliga vattnets volymökning vid övergång till is är orsak till tjällyftningen.*

Om man närmare studerar en starkt tjällyftande jordart, skall man finna, att densamma i fruset tillstånd är åtminstone i något lager rikligt israndig (se fig. 96). Dessa isränder kunna variera från nästan mikroskopiskt tunna upp till en tjocklek av flera cm. Om man låter ett sådant stycke starkt israndig tjäle tina upp i en burk, erhålles ett större eller mindre vattenöverskott, vilket icke kan upptagas av den fasta jordmassan. Omröres provet, övergår det i en välling, och låter man sedan jorden avsätta sig, kvarstannar överst i burken ett vattenskikt. Jorden har sålunda under frysningen upptagit och inom sig kvarhållit ett vattenöverskott. Motsvarande inträffar vid tjälsmältningen på våren, då de vid upptiningen frigjorda vattenmängderna äro större, än vad som jordarten i ofruset tillstånd kan rymma i sina hålrum mellan partiklarna. Under tjälningens lopp orsakar detta vattenöverskott en volymökning, riktad uppåt, vilken benämnes *tjälskjutning* eller *tjällyftning*. Vid tjälens försvinnande under smältningen frigöres motsvarande vattenmängder, vilket har till följd, att markens bärighet minskar och s. k. *tjälskott* kunna uppstå. *Det fria överskottsvattnet beror på en tillförsel av vatten underifrån, vanligen från grundvattnet.*

Denna vattentillförsel sker i form av en *kapillär uppsugning*, d. v. s. strömning av vatten genom jordartens porer, driven av kapillärtrycket. Avgörande härför är främst jordartens *kapillaritet* och *genomsläpplighet*. Kapillariteten, eller maximala kapillärtrycket, som populärt också kan kallas »jordens sugkraft», uttryckes som en kraft per ytenhet ( $\text{kg/cm}^2$ ) eller som höjden av en vattenpelare, »kapillära stighöjden». Dessa olika benämningar betona olika sidor av kapillariteten: kapillära stighöjden är den högsta höjd, till vilken vattnet kan uppsugas i en pelare av visst jordslag, kapillärtrycket eller kapillära sugkraften betona kapillaritetens egenskap av strömningsdrivande tryck. Motståndet mot vattenströmningen beror av avståndet (»pelarhöjden») och jordartens specifika genomsläpplighet. | Både kapillaritet och genomsläpplighet bero av jordartens partikelstorlek (eller rättare, av porstorleken, som emellertid är nära beroende av partikelstorleken). *Ju finkornigare jord, desto högre kapillaritet och mindre genomsläpplighet.*

Tjälbildning.

Kapillär uppsugning.

Inverkan av jordarternas kornstorlek.

Kornstorleken inverkar *dels* på kapillära uppsugningsförmågan (genom kapillariteten och genomsläppligheten, enl. ovan), *dels* på själva förloppet av jordvattnets frysning (tjälningen).

I en *grov jordart*, t. ex. en strid sand, fryser vattnet inne i porerna utan någon sådan utvidgning av det frysande markskiktet, som yttrar sig i tjällyftning. Där sanden inte är helt vattenfylld, finns det god plats inne i porerna för den utvidgning med c:a 10 %, som sker, när vatten övergår till is. Är sanden helt vattenmättad (porerna helt vattenfyllda), så pressas vid vanlig tjälning lika mycket vatten undan, nedanför tjälgränsen, som det frysande vattnet utvidgar sig; *inte ens helt vattenmättad sand eller grus är tjällyftande!* (En annan sak är frysning i »slutet system», exempelvis en burk med vattenmättad sand).

Men i *mycket finkornig jord*, mjäla eller lera, går det till på helt annat sätt. Där bildas rena isskikt, som dra åt sig vatten och pressa undan jorden allteftersom de växa. Vid normal tjälning växa islagren just i tjälgränsen, vattnet tages underifrån (kapillär uppsugning), och volymökningen resulterar i en lyftning av den överliggande tjälkakan. Om frysningen inte sker fortare än att vattenuppsugningen »hinner med», resulterar det i att tjälgränsen står stilla, d. v. s. avkylningen tränger inte nedåt, utan går åt att frysa det uppsugna vattnet, och man erhåller ett alltmer växande isskikt, som kan nå decimetertjocklek och t. o. m. mer. Normalt rör sig dock tjälgränsen nedåt, men ju långsammare tjälningen skrider nedåt, desto större blir ismängden och därmed överskottsvattenhalten i den tjälade jorden.

Tjälfarliga och icke tjälfarliga jordarter.

Gränsen mellan grov, icke tjälfarlig jord (grus-sand) och finkornig tjälfarlig går vid en partikelstorlek av c:a 0,06 mm, motsvarande en kapillaritet av c:a 2 m. Detta gäller s. k. väl sorterade sediment, vilka bestå av tillnärmelsevis likstora partiklar. För osorterade jordarter är det mer invecklat, ty redan ganska låg lerhalt i eljest icke tjälfarlig sand gör den tjälskjutande. Men även för de (naturliga) osorterade jordarterna, främst moränjordarterna, kan man med relativ noggrannhet använda kapillariteter som prov; gränsen går vid kapillariteten c:a 1,2 m.

I nedanstående tabell gives en översikt över de olika grova, ensorterade jordarterna (sedimenten).

Jordartens namn	Kornstorlek mm	Anmärkning
Grovt grus .....	20—6	Icke tjälfarlig
Fint grus .....	6—2	» »
Grov sand .....	2—0,6	» »
Mellansand .....	0,6—0,2	» »
Finsand (eller grovmo) ...	0,2—0,06	» »
Mo (finare) .....	0,06—0,02	Tjällyftande Tjälkottsfarlig
Mjäla .....	0,02—0,006	» »
Lätt lera .....		» »
Mellanlera .....		» »
Styv lera .....		Tjällyftande, (vanligen)

Metoder att utvärdera om jordart är tjälfarlig eller icke tjälfarlig.

Såsom framgår av tabellen, synes gränsen mellan de icke tjälfarliga och de tjällyftande jordarterna, som ovan nämnts, ligga vid en kornstorlek av omkring 0,06 mm. Härom säger dr G. Beskow följande: »Läget för denna gräns är dock ej konstant utan i viss mån beroende på tjälningshastigheten, så att ju långsammare denna är, i desto grövre jordarter kunna israndning och därmed tjälskjutning uppträda. Även vid en mycket långsam tjälning anses denna gräns dock icke kunna förskjutas mer än något in i grovmoområdet.» *För att avgöra om en jordart är tjälfarlig, gäller således att bestämma kornstorleken. Generellt kan man säga, att de jordarter, av vilka högst 50 % passera en sikt med fri maskvidd av 0,125 mm, icke äro*

*tjälksjutande*. Detta motsvarar ungefär, vad man i populärt språkbruk betecknar som »sand», t. o. m. fin sand, men däremot icke »mjälsand».

Då gränsen ligger inom det område, där man ännu (ehuru nått och jämnt) med blotta ögat kan urskilja de enskilda kornen, är det med tillräcklig vana möjligt att med ganska stor säkerhet bedöma grovleken. Ett gott hjälpmedel är att känna på jordklumpar i torrt tillstånd. *De under inga omständigheter tjälksjutande jordarterna, de egentliga sandjordarna, hålla icke ihop i torka, utan bilda på sin höjd synnerligen lösa klumpar, vilka falla sönder mellan fingrarna, även om man söker fatta dem med största försiktighet.*

När den torra sandklumpen av hassel- eller valnötsstorlek icke tål det lätta tryck, som erfordras för att hålla den upplyft mellan tummen och pekfingret, kan man vara säker på, att ha att göra med en icke tjälksjutande sand.

Vill man övertyga sig om, att en jordart tillhör de tjälfarliga arterna, kan man gnugga litet av den mellan fingrarna. Ifall den då, vare sig torr eller våt, känns »mjölig», gärna sträv och »kort» men icke så, att de enskilda partiklarna förnimmas, såsom när man känner på sandpapper — är jordarten tjälksjutande. Mycket lämpligt är att se, huru fast det torra jordpulvret häftar vid det likaledes torra fingret. Härvid förfäres på följande sätt. Gnugga det torra jordpulvret mellan fingrarna, till dess att endast ett tunt lager, som nått och jämnt täcker huden, häftar vid fingrarna. Blås därefter kraftigt på dessa eller sväng handen häftigt, så att pulvret utsättes för en kraftig luftström. *Jordarten är med säkerhet tjälksjutande, därest icke det tunna stoflagret i det närmaste avlägsnats utan till större del kvarstannat.*

Vidare kan man som ovan pröva jordarten i form av torra klumpar (alltjämt hassel- eller valnötsstorlek). *Om dessa klumpar hålla för det tryck, som erfordras för att lyfta dem i ett säkert grepp mellan tummen och pekfingret, eller om de hålla ihop, när de få fritt falla mot ett hårt underlag från 2 cm höjd, kan man likaledes vara förvissad om, att jordarten är tjälfarlig.*

Dessa regler gälla närmast de ensorterade jordarter, som äro särskilt vanliga i norrländska älvdalar. Vanligen kompliceras emellertid förhållandena av att grövre och finare partiklar äro blandade om varandra såsom i morän. Graderingen kan i sådana fall giva hög kapillaritet och jordarten vara tjälfarlig, även om den känns sträv. Man måste då bestämma kapillariteten genom försök. (Sådana kunna utföras genom geotekniska avdelningen.)

*Grundvattenytan kan praktiskt bestämmas som den nivå, under vilken fritt vatten framkommer i borrhål och till vilken vattnet så småningom stiger i hålet.* (Vid bestämningen mätes vattenståndet efter olika tidrymd; ofta kan det taga något dygn, innan tillrinningen är avslutad. Obs.! Vattentillrinning från ytan måste förhindras!)

Grundvattendjupet.

Tjällyftningens storlek eller rättare hastighet — mätt t. ex. i cm per månad av tjälningstiden — beror, som anförts, dels av jordbeskaffenheten, dels djupet till grundvattenytan. Ökat grundvattendjup får både den verkan, att den uppsugningsdrivande kraften minskar (eftersom detta avstånd skall dragas från kapillärtrycket) och att motståndet växer i proportion till samma avstånd. Om exempelvis vid en halv meters tjäldjup grundvattnet står på en meters djup (alltså en halv meters avstånd mellan tjälgräns och grundvattenyta), innebär en grundvattensänkning med 0,5 m från 1 till 1,5 m, att avståndet fördubblas, och tjällyftningen avtar till mindre än hälften. *Härpå beror verkan av djupdränering.*

Av det föregående framgår, att *grundvattensytans läge är av avgörande betydelse för tjällyftningens storlek, enär vattenuppsugningen minskar, ju djupare denna yta är belägen i förhållande till markytan.* I praktiken är det just detta förhållande, som gör sig gällande i starkt sidolutande terräng, där förekommande tjällyftning ofta blir ojämn (se fig. 97). Stundom observeras, att betydande ojämnheter i tjällyftningen kunna inträffa i jämn terräng, även om

banvallens höjdläge och jordartens sammansättning äro relativt jämna. Förklaringen härtill är vanligen den, att ryggar av berg eller morän skjuter upp ovanför normala läget för fast botten, vilket medför en höjning av grundvattenytan på denna plats (se fig. 98).

Det ovan relaterade lämnar en förklaring till att tjälskjutningen brukar bliva allvarligast i skärningar och i allmänhet relativt ringa i höga bankar. Visserligen kan det inträffa, att spårläget å en utfylld bank även kan rubbas till följd av en inträffad tjällyftning, men orsaken härtill står vanligen att finna i andra faktorer än en riklig vattentillförsel från grundvattenytan. Redogörelse härför lämnas i det följande.

I detta sammanhang må nämnas, att *grundvattenytans höjdläge på en och samma plats varierar under olika tider*. På förvintern, då tjälningen börjar, står grundvattnet vanligen högst till följd av den stora vattentillförseln under hösten. Allteftersom vattenuppsugningen vidtager, sjunker grundvattenytan. Grundvattenytans höjdläge kan även variera år från år. Sålunda blir nyssberörda grundvattensänkning större under vinterperioder med ihållande kyla, än då temperaturen varierar och medför upprepade töperioder, under vilka en riklig ökning av grundvattenförråden kan möjliggöras genom vattentillförsel från markytan.

*Av vad ovan sagts framgår, att en sänkning av grundvattennivån utgör en effektiv metod, då det gäller att förebygga eller minska tjällyftningen.* Detta gäller dock i högre grad endast jordarter med relativt låg kapillaritet (grövre finmo) samt sådana (fetare lera, lerig pinnmo), där sprickbildning kan möjliggöra utdränering.

*Tjälningshastigheten är beroende bl. a. av temperaturen hos markytan samt ytlagrets värmeledande förmåga.* Markytans temperatur är beroende av lufttemperaturen samt av utstrålningen.

Såsom tidigare sagts, sker värmeomsättningen i marken mellan markytan och den konstanta temperaturnivån på djupet, dit variationerna av temperaturen icke nå. Ett villkor för tjälbildning är, att värmeavgivningen vid markytan är större än värmeförseln underifrån. Ju sämre värmeisolering, som de övre jordlagren äga, desto snabbare bortföres värmen från de djupare jordlagren, och desto gynnsammare bliva sålunda förhållandena för en kraftig tjälbildning.

*Jordartens värmeledande förmåga är beroende av fuktighetshalten.* En torr jord, där porerna mellan de olika kornen äro luftfyllda, ger bättre värmeisolering, än om samma jord är våt. För vattnets övergång till is bortföres en värmemängd, som är 80 gånger större än motsvarande för att sänka vattnets temperatur med 1° C. Innan jorden kan tjäla, skall följaktligen det i jorden befintliga vattnets temperatur först sänkas till fryspunkten, varefter så stor värmemängd skall avgivas, att isbildningen sker.

För att tjäla en vattenrik jord åtgår alltså en mycket större »köldmängd» — korrekt uttryckt: mycket större värmemängd måste bortledas — än för lika djup tjälning av en vattenfattig jord. Ehuru torrare jord är sämre värmeledande än våt, kan det därför hända, att tjälen tränger snabbare ned i den torrare än i den våtare.

Där olika lager vila på varandra, bli förhållandena komplicerade. Vill man motverka djuptjälning, är det ändamålsenligt att ha ett lager av torrt, dåligt värmeledande material (ex. slagg) på ett vattenrikt bottenlager (t. ex. dyjord). Vid dyjordens tjälning måste då den vid isbildningen frigjorda stora värmemängden (eller den för frysning erforderliga »stora köldmängden») ledas genom det dåligt värmeledande ytlagret.

Ingående och värdefulla utredningar av dessa frågor ha verkställts av norska forskare.

*Belastningsstrycket inverkar även på tjälbildningen.* Man har funnit, att ett ökat belastningsstryck å de grövre, tjälskjutande jordarterna verkar minskande på tjällyftningen. De

finkornigare jordarterna äro däremot mindre känsliga för en tryckökning, och beträffande leror har man funnit, att en höjning av trycket, motsvarande en ökning av ballastens tjocklek med 0,5—1,0 m, endast obetydligt hämmar tjälbildningen. Samma tryckökning på en grövre, tjälskjutande jordart spelar däremot en mycket stor roll.

*Lufttemperaturen samt snötäckets tjocklek inverkar helt naturligt på tjälbildningen.* Den förstnämnda faktorn är självfallet viktigast, och dess verkan är given. Vad snön beträffar må nämnas, att ett luckert snötäcke utgör en relativt god isolering, under det att ett sammanpackat snölager är av mindre betydelse. Som genomsnittsvärde kan nämnas, att i övre Norrland ett luckert snötäcke av c:a 0,5 m tjocklek förhindrar vidare tjälbildning. Motsvarande värde för mellersta Norrland är c:a 0,3—0,4 m och i mellersta Sverige kan ett snötäcke av 0,2—0,3 m tjocklek sätta stopp för ytterligare tjälbildning. Förekommande vintertemperaturvariationer kunna givetvis framkalla betydande variationer av ovan meddelade värden. Det må här nämnas, att *ett tillräckligt tjockt snötäcke kan hava sådan verkan, att tjälsmältning underifrån inträder till följd av att värmetillförseln från jordens inre blir större än värmeavgivningen från de närmast markytan belägna jordlagren.*

Lufttemperat-  
turen; snö-  
täckets tjock-  
lek.

Det snötäcke, som kan täcka bankroppen, erhåller till följd av företagen snöröjning en tjocklek av högst c:a 0,15 m och är därför dess värmeisolerande effekt vanligen ringa. Så småningom blir snön även relativt packad och därmed minskas isoleringsförmågan. — På grund av plogningen erhålla däremot dikena ett mycket tjockt snötäcke, vilket är så väl isolerande, att värmeavgivningen utåt betydligt kan understiga värmetillförseln underifrån. Därigenom förbli dikesbottnarna vid snörika vintrar ofta ofrusna, i varje fall vid vinterns slut, vilket förhållande är av stor betydelse, emedan smältvattnet under våren då kan avdräneras genom dikena. Fig. 99 åskådliggör schematiskt tjälgränsens läge under och vid sidan av en snötäckt bankropp, å vilken plogning företagits.

## B. Åtgärder att förhindra eller minska befarad eller konstaterad tjälskjutning.

De åtgärder, som kunna vidtagas för att minska eller förhindra tjälskjutningen, äro av många slag. Vad som i varje särskilt fall skall göras, är icke möjligt att generellt angiva, enär de faktorer, som inverka på tjälskjutningen, äro många och sällan verksamma i samma omfattning på de olika platserna. Ävenså spela de lokala förhållandena en icke oväsentlig roll i detta sammanhang. De åtgärder, som nedan närmare komma att beskrivas, kunna följaktligen varieras, ja stundom kombineras. Genomförandet av vissa av dessa arbeten medföra avsevärda kostnader, och dylika åtgärder böra därför icke vidtagas, utan att man dessförinnan förvissat sig om, att ett mindre omfattande arbete ej kan giva åsyftad verkan.

Allmänt.

Ur rent principiell synpunkt kunna nämnda åtgärder uppdelas i följande grupper:

- a) Den tjälskjutande jordens ersättande med icke tjälskjutande material (urgrävning),
- b) ett motverkande av tjälens nedträngande genom värmeisolerande täckning,
- c) förhindrande av vattenuppsugningen genom anbringande på tillräckligt djup av antingen ett poröst skikt eller ett ogenomträngligt skikt. I båda dessa fall avses att bryta kapillariteten hos det finkorniga jordlagret.
- d) sänkning av grundvattenytan (dränering).
- e) höglyft (isoleringslyft).

### a) Urgrävning.

Den radikalaste av de åtgärder, som syfta till att förebygga tjälskjutning, är att företaga en urgrävning. Därvid bortschaktas den tjälskjutande jorden och återfyllning sker med icke

tjälkskjutande material (se fig. 100). Före återfyllningen anordnas erforderligt dränage. För att helt eliminera tjällyftningen skall urgrävningen utföras till frostfritt djup, såvida den tjälfarliga jorden har sådan mäktighet, att densamma når ned till detta djup. Då metoden är relativt omfattande, och då arbetet till följd av tågtrafiken endast kan utföras under en kortare tidrymd av dygnet, ställer det sig helt naturligt, att urgrävning jämte återfyllning blir ett mycket dyrbart förfaringssätt för att vinna önskad verkan.

Under senare år ha försök utförts att med tillhjälp av grävmaskin avlägsna den tjälkskjutande jorden samt därefter likaledes med grävmaskin utföra återfyllningen. Av stor betydelse är att hava tillräckligt utrymme för uppläggning av såväl återfyllnadsmassor som schaktmassor från urgrävningen vid sidan av spåret och inom räckhåll för grävmaskinen. I längre skärningar är det ofta nödvändigt att i samband med schaktningen borttransportera de upptagna massorna.

Såsom ovan nämnts, skall urgrävningen företagas till frostfritt djup, om absolut säkerhet mot uppfrysning skall ernås. Grävningens djupet är dock beroende av värmeledningsförmågan hos det material, varmed återfyllningen skall verkställas. Tidigare användes oftast kolaska som ersättningsmaterial för den avlägsnade jordarten, men då detta material numera tillhandahålles i allt mindre kvantiteter till följd av den alltmer utökade elektrifieringen, är man i allmänhet hänvisad till användning av grus för återfyllningen.

Krav på utskiftningsmaterial.

Vilka krav skall man då ställa på utskiftningsmaterialet? Först och främst bör konstateras, att detta icke är tjälfarligt. Önskvärt är även, att materialets värmeledande förmåga är ringa. *Ju bättre värmeisolerande förmåga utskiftningsmaterialet äger, desto mindre djup kan urgrävningen givas.* Fördelen med kolaska i detta avseende är just detta materials ringa värmeledningsförmåga. Sålunda utgör tjäldjupet i kolaska endast c:a 60 % av tjäldjupet i grus. Ävenså träkolsstybb och granulerad slagg äga god värmeisolerande förmåga och äro till följd därav lämpliga som utskiftningsmaterial. Det bör observeras, att vattenhalten spelar en icke oväsentlig roll härvidlag, vilket ovan redogjorts för i annat sammanhang.

*En ytterligare egenskap, som utskiftningsjorden bör besitta, är god bärighet och ringa komprimeringsförmåga, varigenom sättningarna bliva obetydliga.* Önskvärt vore, att i samband med återfyllningen vältning företages, men då detta arbetsmoment skulle medföra en ökning av kostnaderna för ett mindre urgrävningsföretag och jämväl erfordra förlängd total arbetstid, har förfarandet icke praktiserats. Det torde icke vara uteslutet, att man framdeles vid utförandet av större urgrävningsarbeten kommer att finna det vara förenat med en obetydlig merkostnad, att vid dylika arbeten utföra en vältning av utskiftningsmaterialet och ballasten före spårets återinläggning.

Urgrävningsdjup.

Det kan givetvis ifrågasättas, om urgrävning skall företagas till absolut frostfritt djup eller till ett mindre djup med risk för, att tjälkskjutning kan inträffa vid en ihållande sträng vinter. Då ett dylikt avgörande närmast är beroende av den fordran, som ställes på ifrågavarande linjesträckning, *gäller det att i varje särskilt fall bedöma om den beräknade kostnaden för arbetet står i rimlig proportion till den verkan, som vidtagandet av åtgärden torde kunna giva.* Innan man beslutar sig för att utföra en urgrävning, bör man alltid göra klart för sig, vad som är önskvärt att åstadkomma och, såsom ovan sagts, bör i första hand övervägas, om icke åsyftat resultat kan nås genom annan, mindre kostbar åtgärd än urgrävning.

*Som sammanfattning må sägas, att urgrävning normalt endast bör tillgripas för att eliminera lokala toppar på en eljest icke tjälkskjutande linje, varvid urgrävning skall ske till frostfritt djup. I andra fall, då det avses att utjämna ojämnheter på en sträcka, där tjälkskjutningen i övrigt är relativt jämn, är det vanligen tillrådligt att begränsa urgrävningsdjupet så, att*



en likvärdig tjällyftning kan beräknas inträffa över hela linjen. Sådan urgrävning bör alltid »utspetsas», d. v. s. övergången mellan urgrävd och icke urgrävd sträcka göres icke tvär, utan med ett jämnslyttande bottenplan på c:a 15—30 m längd.

**b) Anordnande av värmeisolerande täckning.**

Denna åtgärd avser att fördröja tjälens nedträngande i den tjällyftande jordarten. I de fall, då man utför detta arbete genom att efter ballastens avlägsnande och avschaktning av ett tunnare skikt av undergrunden verkställa återfyllning med ett värmeisolerande material, blir åtgärden närmast att rubricera såsom en begränsad urgrävning. Då det värmeisolerande lagrets tjocklek göres relativt ringa, möjliggöra dock i allmänhet de lokala förhållandena, att isoleringslagret anbringas omedelbart under ballasten, varigenom arbetet med urgrävning i undergrunden undviks. Den höjning av spårläget, som härigenom erhålles, måste utanför lyftningens yttre begränsningar utspetsas in mot det orubbade spårläget. Till dylika isoleringslager användes normalt kolaska eller masugnsslagg, d. v. s. material med god värmeisolerande förmåga. Om för isoleringen väljes ett c:a 30 cm tjockt lager av t. ex. kolaska, motsvarar detta ur värmeisolerings synpunkt en grusbädd med c:a 50 cm tjocklek. Samma resultat skulle således ernås vid en ökning av ballastens tjocklek med c:a 50 cm (se fig. 101 och 102). Under förutsättning att förhållandena medgiva angiven ökning av ballastens tjocklek, blir denna åtgärd helt naturligt ekonomiskt fördelaktigare än anordnandet av ett tunnare isoleringsskikt under ballasten.

Har man valt metoden att anordna ett tunt värmeisolerande lager under ballasten, bör man aktgiva på att detsamma hålles relativt torrt. I annat fall kommer materialets värmeisolerande förmåga att minska. Företagna försök ha utvisat, att värmeledningsförmågan hos sådant material som t. ex. mossjord i torrt tillstånd är i runt tal 10 % av värmeledningsförmågan hos medelfuktig jord, men stegras efter vattenindränkning till c:a 50 %. Ett 20 cm lager av mossjord har sålunda i torrt tillstånd teoretiskt samma isoleringsverkan som 2 m mineraljord, i vattenmättat tillstånd knappt 0,5 m. (Skillnaden i tjäldjup blir dock inte tillnärmelsevis lika stor — vattenhaltens »frysmotstånd» spelar ju här mycket stor roll!) *Härav framgår nödvändigheten av att anbringandet av ett isoleringslager enligt ovan bör kompletteras med en effektiv dränering, syftande till att förhindra en hög fuktighetshalt hos isoleringsmaterialet.*

**c) Minskning av vattenuppsugningen genom anordnande av ett kapillaritetsbrytande isoleringslager.**

Åtgärden åsyftar att förhindra vattenuppsugning från grundvattnet upp till de tjällyftande lagren, antingen genom att anordna ett poröst skikt med ringa eller obetydlig kapillaritet eller genom utläggandet av ett ogenomträngligt skikt, som helt förhindrar vattenuppsugningen till ovanför liggande jordlager. Isoleringslagret har därjämte till uppgift att hindra de finkorniga, tjälskjutande jordarterna att tränga upp i bankroppen, samt att i vissa fall verka värmeisolerande, i vissa fall tryckfördelande. Materialet till isoleringslagret bör om möjligt väljas så, att detsamma genom dess värmeisolerande förmåga förhindrar frosten att nedtränga till de därunder belägna tjälskjutande jordlagren. Av synnerlig vikt är dock, att isoleringslagret icke förlägges så djupt, att grundvattenytan under förvintern når upp över lagret, varigenom dettas kapillärbrytande effekt blir utan betydelse. Val av isoleringsmaterial avpassas efter banvallens art och de förefintliga lokala materialtillgångarna. *Isoleringslagret kan exempelvis utgöras av ett lager sandigt grus eller grov sand (liten kapillärkraft) eller en packad risbädd (kapillaritetsbrytande).* Riset bör vara av gran eller en och färskt samt med väl kvarsittande barr. Så småningom sker dock en förmultning av riset, varigenom dess åsyftade verkan minskas. Vid vägarbeten har man med gott resultat prövat

halmmattor i stället för ris. Även mossmattor förekomma som isoleringslager för vägbankar, varvid mossan utgöres av björnmossa eller av oförmultnad vitmossa, tagen från mossens översta lager. För järnvägsbyggnader förekommer här i landet numera endast i undantagsfall, att isoleringslager av vegetabiliska material komma till användning. I Norge ha dock nyare systematiska försök med isolerande torvmattor givit lovande resultat. I de fall här berörd metod tillämpas, utnyttjas i allmänhet sand eller grus, vilket anbringas i lager av 20—30 cm tjocklek (se fig. 103).

*Metoden att anordna ett kapillaritetsbrytande lager i tjälskjutande mark tillämpas mera sällan. Dess användande är av praktiskt ekonomiska skäl begränsad att i huvudsak förekomma endast vid nyanläggningar.*

#### d) Dräneringar.

En förutsättning för tjällyftningen är, såsom tidigare nämnts, att jordarten är tjälfarlig och kan från grundvattenytan (eller event. annan vattenreservoir) uppsuga vatten. *Genom att sänka grundvattenytan försvåras eller omöjliggöres vattenuppsugningen. Denna verkan kan nås genom anordnandet av ett effektivt djupdränage.*

Djupdräneringens uppgift är sålunda att sänka grundvattenytan under bankroppen, särskilt under tiden för pågående tjälning. För att erhålla en uppfattning om grundvattenytans läge på olika platser kan man studera den fria vattenyta, som uppstår i borrhål eller grävda gropar, upptagna till tillräckligt djup under markytan. Vattenstånden böra dock icke mätas, förrän hålen stått öppna en tid och vattnet i desamma hunnit stiga till jämvikt. Man kan i regel utgå ifrån, att grundvattenytan går någorlunda parallellt med markytan. I sluttningar strömmar sålunda grundvattnet i lutningens riktning samt på horisontal mark från närliggande höjder till angränsande sänkor, varvid dock vattnets rörelse kan vara ytterst ringa, särskilt på större slätter. Genom ett djupdränage kan man tvinga ned grundvattenytan. Ett djupdränage, som övertvåras en grundvattenström åstadkommer en relativt långt gående sänkning på »läsidan» (= nedsidan) om dränaget (se fig. 104). Vid praktiskt taget stillastående grundvattenyta, eller vid dike i strömningsriktningen, erhålles en rännformig sänkning på ömse sidor om dränaget och följaktligen kan man genom utförandet av tvenne tillräckligt djupa dränage sänka grundvattenytan mellan dessa, under förutsättning att avståndet emellan dem ej är för stort (se fig. 105). *Villkoret, för att någon effekt skall erhållas i här berört avseende är, att dränaget nedföres till större djup än grundvattenytan, varför en djupdränering icke bör utföras utan kännedom om denna ytas läge. För att all tjällyftning skall helt upphävas, fordras dessutom, att dräneringen sänker grundvattenytan så mycket, att avståndet från denna till tjälgränsen blir minst lika stort som jordartens kapillaritet.* Då de tjälskjutande jordarternas kapillaritet ligger mellan c:a 1,25 och 10 m, är det tydligt, att detta endast kan ifrågakomma beträffande de allra grövsta tjälskjutande jordarterna. Emellertid har det vid företagna försök visat sig, att vissa jordarter, framför allt verkliga leror samt vissa moräner, äro trots sin höga kapillaritet så täta, att vattenuppsugningen vid större grundvattenavstånd, ex. 1,5 à 2 m, blir mycket liten, praktiskt taget noll.

*Man har funnit, att en djupdränering till c:a 2 m, vilket torde vara det största djup, vartill en dränering av praktiska skäl kan nedföras, i det närmaste upphäver tjälskjutningen, då den tjälskjutande jorden är en mycket grov jäslera (grov finmo), verklig fet lera eller morän. I det fall, att den tjälskjutande jordarten är av måttlig mäktighet och vilar på grövre jord (sand eller grus), så att dräneringen blir verksam på tillräckligt djup i den grövre jordarten, kan dränering helt förhindra tjälskjutningen. Anledningen härtill är, att grundvattenytan genom dräneringen nedförts till sådant djup, att avståndet från denna till den tjälskjutande jordarten blir större än den grova jordartens kapillaritet; denna tjänstgör då som*

naturligt kapillaritetsbrytande isoleringslager. Härav framgår, att man för att tillförlitligt kunna bedöma verkan av en djupdränering, även bör känna beskaffenheten av de olika marklagren, och en dylik undersökning sker enklast genom borrhning eller upptagandet av provgropar.

Även om man sålunda medelst en dränering icke förmår helt upphäva tjälskjutningen, så kan man dock därigenom åstadkomma en avsevärd minskning av lyftningen. En lokal djupdränering kan därför vara en tillfredsställande åtgärd i de fall, då varierande tjällyftning på en sträcka icke beror på växlande jordbeskaffenhet (jfr sista stycket ovan under a) Urgrävning), utan på växlande grundvattendjup, framför allt beroende på ojämna markförhållanden med hastigt växlande bank och skärning. Om jordartsbeskaffenheten är jämn, men grundvattenytans höjdläge varierande, får en sådan djupdränering, som sänker grundvattentopparna och avjämnar grundvattenytan under bankroppen, den verkan, att tjällyftningens ojämnheter försvinna. Om dessutom grundvattenytan i stort sänkes, medför åtgärden även en viss allmän minskning av tjällyftningen.

Beträffande läget må först framhållas, att dräneringen med hänsyn till dess ändamål att sänka grundvattenytan under bankroppen bör placeras så nära som möjligt intill bankroppen, när grundvattenytan långsamt stiger på ömse sidor om dränaget. I en lutande terräng är det vanligen tillräckligt att anordna endast en dränering och skall då denna anordnas på den sida av bankroppen, där terrängen är högst (se fig. 104).

Dräneringens läge.

Dränaget bör i regel utföras av tegelrör, omgivna av ett poröst isoleringslager, helst av grus eller sand, eventuellt av mossor (se fig. 106). Detta porösa lager har tvenne uppgifter; dels skall det vara vattengenomsläppande, dels filtrerande. Rörens diameter och antal avpassas efter dikets lutningsförhållanden samt den vattenmängd, som beräknas komma att framrinna. I de flesta fall utgöra lerrör med 3" diameter en lämplig grovlek. Vid längre sammanhängande dränage utan avledande sidostick kan antingen rördiametern stegvis ökas eller också flera rörstänger inläggas i riktning med vattnets strömning. Grävningen av dikets nedersta parti bör lämpligen utföras med s. k. täckdikesspade, varigenom grävningens bredden inskränkes till ett minimum. Rörledningen förlägges ofta i en V-formad ränna av bräder, vilka ställas på dikesschaktets botten, sedan i denna först utbredds ett c:a 5 cm tjockt lager av det till användning avsedda isoleringsmaterialet (grus, sand eller mossor). Rörledningen kring- och överfylls därefter med samma material till en höjd över dess överkant av minst 10 cm vid användandet av grus eller sand samt av minst 20 cm vid användandet av mossor. Vid kringfyllning av ledningen med mossor, skall denna utgöras av frisk skogs- eller vitmossa. På det porösa isoleringslagret återfylls täckdikedet med ett kapillaritetsbrytande materiel, d. v. s. grus eller sand, eller frisk skogs- eller vitmossa. Avses att anordna ett öppet täckdike skall denna återfyllning nå ända upp till dagdikets botten. Vid slutet täckdike bör de översta 20 cm utbytas mot ett tätningsskikt av fet pinnmo eller lera, varefter dagdikets botten torvbeklädes.

Dräneringens utformande; öppet och slutet täckdike.

Om förhållandena fordra, att man skall spara på det kapillaritetsbrytande skiktet, kan dettas bredd begränsas till 10 à 20 cm, varvid återfyllningen bör ske på ena sidan om en eller två plåtskärmar. Utanför detta skikt återfylls med den uppschaktade dikesjorden. Därest singel användes till det porösa isoleringslagret eller till det kapillaritetsbrytande skiktet, är det av vikt, att mellan detta och dikets väggar anbringas antingen en tät beklädnad av kantskurva utskottsbräder eller s. k. bakar, eller ock ett tätande skikt av mossor, till förhindrande av den tjälskjutande jordartens inträngande i singellagret.

En annan typ av djupdränage i vattenförande jordskärning framgår av fig. 107.

I stället för lerrör användes ofta betongrör (6"), varvid rörgraven i huvudsak utformas på samma sätt som ovan beskrivits. För inspektion av ledningen anordnas på var 20:e till

40:e meter 9" à 12" dagbrunnar, täckta med brunnslock. Detta lock bör vara tätt för att förhindra, att grus eller dylikt rinner ned i brunnen. Är det avsikten att vid sådan brunn ordna ett nedsläpp för dagvatten, bör detta ske på sätt fig. 108 visar. Endast i undantagsfall bör brunn till dräneringsledning förses med öppet lock (galler) t. ex. under växeldriv, varvid brunnen dock bör anordnas med enstensatt (event. gjuten) krans vid markytan (se fig. 109).

Ovan har vid beskrivningen av täckdiken skiljts mellan öppna och slutna täckdiken och må i anledning därav framhållas, att ett öppet täckdike bör anordnas, då risk för stillastående vatten i dagdiked eller svallisbildning föreligger. Ett täckdike göres däremot slutet, då dagdiked har sådan lutning, att risk för stillastående vatten i detsamma ej förefinnes.

Mittdränage.

Ovan har avhandlats dränage, anordnat på endera eller ömse sidor om bankroppen. I vissa fall har det även utförts s. k. *mittdränage*, vilket anordnats i spårets längdriktning och mitt i bankroppen. Från mittdränaget avledes vattnet genom sidodränage ut till öppet dike eller täckdike.

Avsikten med ett mittdränage har icke varit att sänka grundvattenytan, utan har detta närmast haft till uppgift att avleda genom tjälsmältningen i bankroppen frigjort vattenöverskott, varmed avsetts att förhindra uppkomsten av tjälskott. Såsom tidigare nämnts uppstå tjälskott därigenom, att vid tjälsmältningen frigjort vatten blir stående på underliggande kvarvarande tjäle och kan vid banvallens belastning detta vatten (flytjorden) pressas upp genom de ovanför varande upptinade jordlagren. Stundom förekommer, att vattnet pressas ut i sidled mot dike. Vissa jordslag, s. k. jäsleror, äro särskilt flytbenägna och bli flytande vid ganska ringa vattenöverskott. *Numera torde det endast i undantagsfall förekomma, att mittdränage anordnas för ovanberört ändamål.* I stället söker man att på platser, där tjälskott förekommer, öka ballastens tjocklek, varigenom en bättre tryckfördelning å undergrunden erhålles. Denna fråga kommer närmare att beröras nedan under e).

*Som sammanfattning må uttalas, att även om en företagen dränering ej alltid utgör en betryggande åtgärd mot uppfrysning, så är det dock en billig metod, som i många fall, förutsatt att den är väl utförd, kan utjämna en uppfrysning och bidra till att tjälskjutningens uppträdande fördröjes. Övriga ovan beskrivna motåtgärder mot tjälskjutning tarva dessutom en (visserligen ej så djup) dränering, varför denna, även om den sålunda ej skulle giva åsyftad verkan, dock vanligen kommer till användning som komplement till annan effektivare metod.*

#### e) Höglyft (isoleringslyft).

Under de senaste åren företagna undersökningar hava visat, att ballastmaterialet spelar en icke oväsentlig roll vid tjälningen. Först må framhållas, att ballastens tjocklek helt naturligt är av stor betydelse. En ökning av ballasten medför ett ökat belastningstryck, vilket enligt ovan är av betydelse beträffande vissa jordarter. Genom spårets höjning försenas tidpunkten för den tjälskjutande bankroppens begynnande frysning, och totala tjäl djupet i denna minskas. Ävenså torde det icke vara utan betydelse, att den frusna ballastens bärformåga och möjlighet att utjämna smärre ojämnheter i tjällyftningen ökas.

*Då det gäller att motverka uppkomsten av tjälskott, har en ökning av ballasten en stor betydelse.* Genom den ökade tryckfördelningen blir risken för upp- eller utpressning av flytjord mindre. Vid otillräcklig ballast är det icke ovanligt, att den uppblötta jorden vid tjälsmältningen pressas upp i ballasten så, att ballastens underplan ligger djupare under sliprarna än mellan desamma. Detta förhållande kan i vissa fall orsaka betydande tjälsvårigheter och befrämjar uppkomsten av tjälskott.

*Slutligen må framhållas, att ballasthöjningar visat sig vara ett av de billigaste och mest användbara medlen mot spåröjämnheter till följd av allmän tjällyftning.*

## Litteraturanvisningar.

### IX. Spårisolering och dränering.

- Beskow, Gunnar*: Om tjälproblemet vid järnvägar. Nordisk Järnbanetidskrift 1930.
- Beskow, Gunnar*: Tjälbildningen och tjällyftningen, med särskild hänsyn till vägar och järnvägar. Statens väginstituts meddelande nr 48; Sveriges Geologiska undersökning. Ser. C, nr 375, 1935.
- Beskow, G.*: Tjällyftningen vid järnvägarna. Statsbaneingenjören, mars 1940 (nr 3). Se häri litteraturförteckningen.
- Briandt, M.*: Banlinjens terrassering och stabilisering mot uppfrysning. Statsbaneingenjören 1938, nr 2.
- Dahle, Henrik*: Telespörsmålet — Telefri linje. Meddel. fra Norges Statsbaner, 1930, nr 3.
- Eliasson, O.*: Makadamisering av järnvägsspår till förekommande av uppfrysningar. Statsbaneingenjören, 1939, nr 8.
- Eriksen, Arne*: Teledannelsen som varmeteknisk problem. Meddel. fra Norges Statsbaner, 1937, nr 6.
- Kolbjörn Heje*: Norges Tekniske Høgskoles telehivningsförsök og deres økonomiska resultater. Meddelelser fra Veidirektøren nr 9, 1941.
- Fleischer, H.*: Torv mot tele. Meddel. fra det Norske Myrselskapaug., 1943.
- Riise, T. B.*: Teleproblemet. Meddel. fra Veidirektionen, 1930, nr 1, 1931, nr 0.
- Riise, T. B.*: Rapport til tekn. Höiskolen, Trondheim, 1935.