

# Stockholms nya tunnelbana

AV 1:e BYRÅINGENJÖR STIG SAMUELSON och AVDELNINGSSINGENJÖR BROR HILLBOM

## Allmän beskrivning

I det följande beskrives den planerade tunnelbanan i Stockholm, sådan den på det nuvarande projekteringsstadiet kommer att te sig. Tunnelbanan skall i möjligaste mån utformas efter de erfarenheter man vunnit vid utländska tunnelbanor, varvid givetvis dock hänsyn måste tagas till de för Stockholm speciella förutsättningarna. I den mån det kan vara av särskilt intresse kommer i beskrivningen utblickar och jämförelser med andra tunnelbanor att göras.

Den nuvarande tunnelbanan under Södermalm, som öppnades för trafik hösten 1933, var den första delen av det planerade systemet i Stockholm och har hittills som infart för de två södra förortsbanorna trafikerats med vanliga förortsspårvagnar. Året därpå, 1934, öppnades den andra delsträckan av tunnelbanesystemet med förortsbaneinfarten västerifrån över Tranebergsgata. Denna infartsled har sedan fortsatt in mot staden, när under år 1944 Drottningholmsvägen ombyggdes och förortsbannorna flyttades till egen banvall i mitten av denna gata på sträckan fram till och med korsningen med Lindhagensgatan.

Principiellt kommer Stockholms tunnelbanesystem att utformas som ett nät av förorts-

banor, som anslutas till tunnelbanesträckor genom den inre staden. Det blir därför endast i de inre stadsdelarna, som egentliga tunnelbanor kommer till utförande, men de anslutande förortsbannorna får minst lika hög standard. I den hittills beslutade tunnelbanan skall de södra resp. västra och nordvästra förortsbannorna införas (bild 1), varvid en genomgående trafik kommer att kunna anordnas mellan de olika förortsområdena.

Även de sydvästra förortsbannorna förutsättes i framtiden få tunnelbaneinfart till centrum. Så snart som möjligt efter det att den ovannämnda nordsydliga tunnelbanan färdigställts, kommer därför en andra tunnelbana att anläggas genom de centrala delarna för att i första hand tillgodose trafikanterna inom de sydvästra förortsområdena. Även för andra grenar av ett framtida tunnelbanesystem hålles möjligheterna öppna med förortsbannor bl. a. mot Lidingö och Djursholm. Bakom övervägandena i samband därmed ligger de riktlinjer för Stor-Stockholms fortsatta utveckling, som framkommit under den nu pågående generalplaneutredningen, enligt vilka Stor-Stockholm kan få en framtida folkmängd av inemot 1,3 miljoner. Kommunikationsbehovet för en betydande del av dessa invånare skall tillgodoses

medelst tunnelbanesystemet, som fullt utbyggt med två tunnelbanor genom centrum (bild 2) bör kunna bli det dagliga trafikmedlet för 750 000 à 800 000 personer, dvs. omkring 60 % av alla Stor-Stockholms invånare.

Den gemensamma sträckan på tunnelbaneförbindelsen väster—söder blir mellan grenstationerna Odenplan och Johanneshov. Vid förstnämnda station förgrenar sig banorna väster- och nordvästut varefter den västra grenen ytterligare förgrenas vid Alvik i Ängby- och Nockebybanorna. På Johanneshovs station förgrenar sig Örbybanan från de två andra södra banorna, Södertörns- och Skarpnäcksbanorna, och vid den efterföljande stationen Södra Hammarby skiljer sig dessa i sin tur. Mellan Alvik och Johanneshov kommer avståndet att bli ca 10 1/2 km, varav 6 1/2 km i tunnel.

Från den för ett par år sedan färdigställda tunnelbanesträckan i Drottningholmsvägen kommer den nu påbörjade egentliga tunnelbanan (bild 3) att framgå under Fridhemsplan, in i S:t Eriksplan, under S:t Eriksbron, förbi S:t Eriksplan, svänga in i Karlbergsvägen och vidare under Odenplan för att sedan fortsätta under Sveavägen och den breddade Klarabergsgatan, förbi Centralen, under Norrström och över Söderström till anslut-

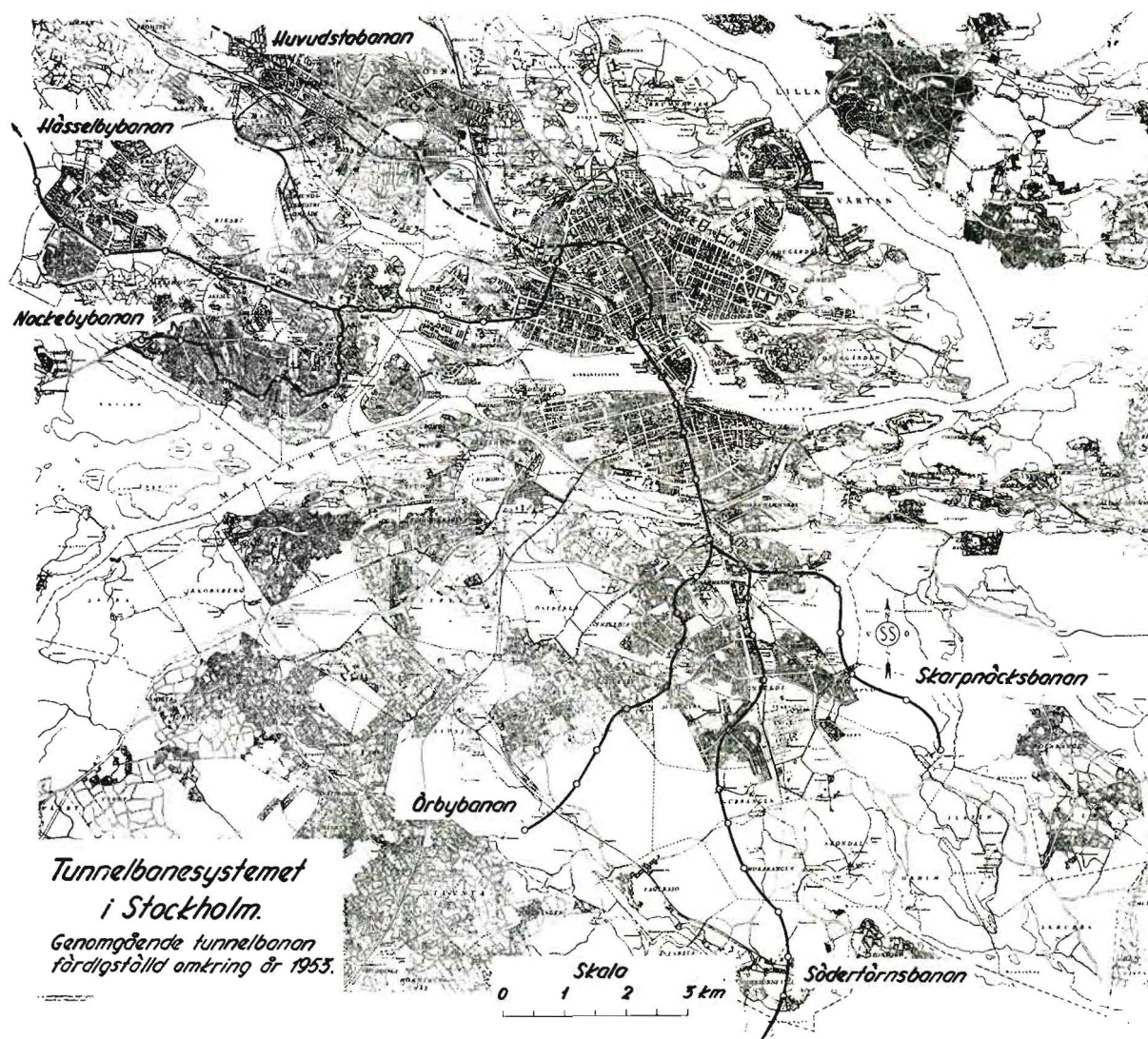


Bild 1. Till den första tunnelbanan genom den inre staden anslutes tre förortsbanor söderifrån, två västerifrån och framdeles en från nordväst. Cirklarna anger ungefärliga stationslägen.

ning med den nuvarande tunnelbanan vid Slussen. Mellan Alvik och Johanneshov blir det sammanlagt 14 stationer, nämligen Traneberg, Kristineberg, Thorildsplan, Fridhemsplan, S:t Eriksplan, Odenplan, Rådmsgatan, Kungsgatan, Sveaplatsen, Centralen, Munkbron samt de tre redan befintliga stationerna i tunnelbanan under Södermalm, Slussen, Medborgarplatsen och Ringvägen. Stationsavståndet på sträckan Alvik—Johanneshov blir i medeltal ca 700 m; det längsta avståndet 1 070 m mellan Johanneshov och Ringvägen samt det kortaste 340 m mellan Klara bergsgatan och Centralen. För

hela tunnelbanesystemet inräknat förortsbanorna kommer medelavståndet att röra sig omkring 900 m. I jämförelse med flertalet utländska tunnelbanor är detta avstånd i minsta laget, vilket dock måste anses vara fullt motiverat, då ju Stockholm är en förhållandevis liten stad, inte minst i fråga om de centrala delarna.

#### Trafiktekniska förutsättningar

Tunnelbanesystemet projekteras numera för en tåglängd av ca 140 m, vilket möjliggör trafik med 8-vagnarståg. Varje sådant tåg kan rymma omkring 1 000

personer. Med en förutsatt *maximal turtäthet* på de gemensamma sträckorna av 90 sekunder (=40 tåg per timme och riktning) kommer sålunda maxikapaciteten att uppgå till ca 40 000 trafikanter per timme och riktning. Med en dubbelspårig tunnelbaneinfart beräknas härigenom trafikbehovet kunna tillgodoses för högst 200 000 förortsbor. Det bör här påpekas, att efter utländska erfarenheter 90-sekunderstrafik är den i praktiken, bl. a. med hänsyn till signalsystemet och uppehållen vid stationerna, tätast tänkbara tågföljden på samma spår. Vid alla större tunnelbanor i värl-

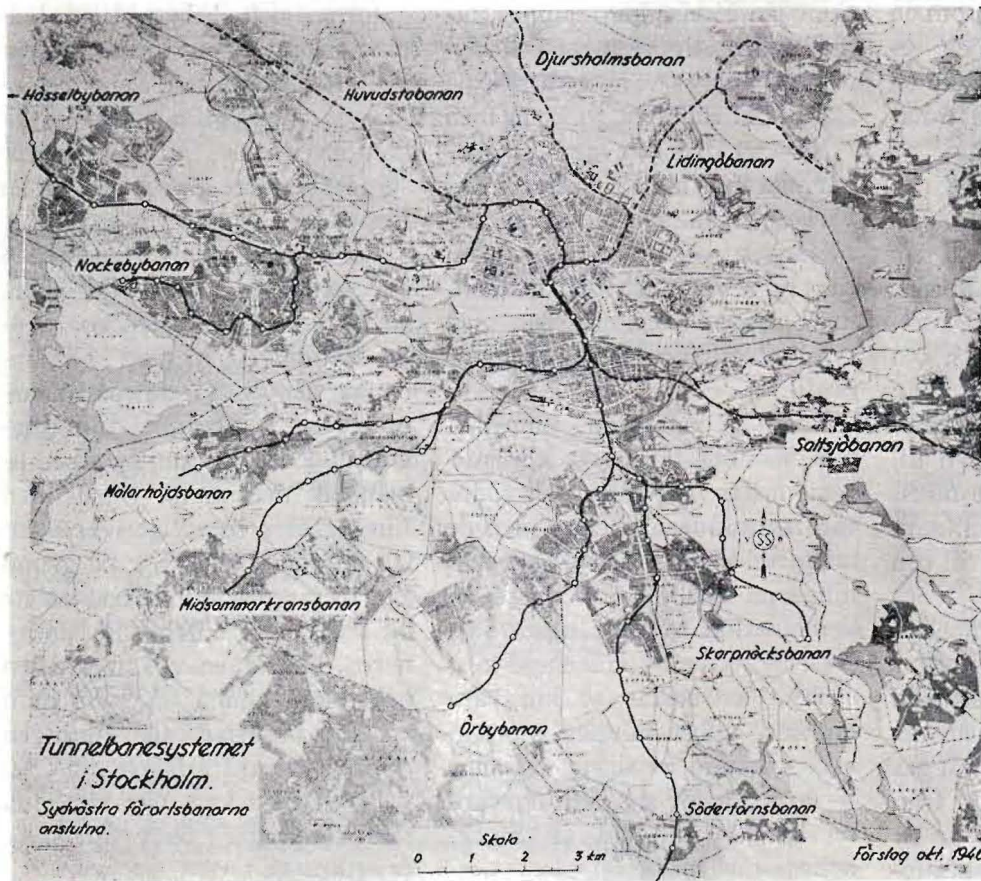


Bild 2. Den andra tunnelbanan genom den inre staden framföres på sträckan Slussen—Sveaplatsen parallellt med den första banan. Till tunnelbanan anslutes i sydväst två förortsbanor och framdeles på Östermalm två eller tre banor från Lidingö och Djursholm. Möjligen kommer även Saltjöbanan att anslutas vid Slussen eller få bekväm omstigningsstation där. Cirkelarna anger ungefärliga stationslägen.

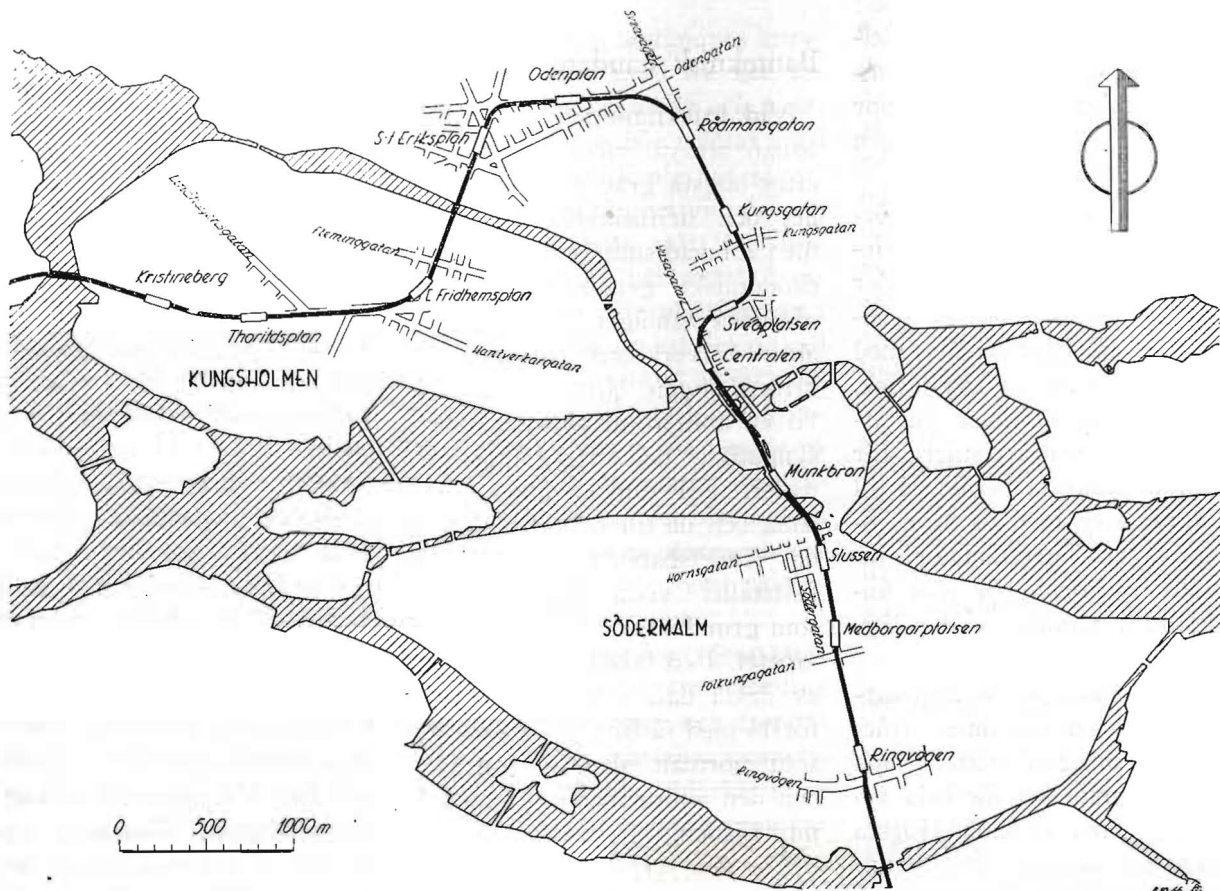


Bild 3. Den första tunnelbanan får denna sträckning genom den inre staden. Stationerna har angivits på kartan och blir till antalet 12 à 13, varav 4 ovan jord. Vid Odenplan kommer i framtiden att anordnas en anslutning av förortsbanan mot Solna, varvid stationen utformas som förgreningsstation med dubbla mittplattformar.

den anses denna tågtäthet som en praktisk maximigräns, och vederligen är det endast i London som man vågat bygga en tidtabell på denna förutsättning.

Efter utförda beräkningar i fråga om *resfrekvensen per invånare och år* har antagits, att invånarna inom förortsbanornas trafikområden i framtiden kommer att göra mellan 500 och 550 resor om året. Detta restal, som innefattar alla olika kategorier resor, har valts med hänsyn till den bekvämlighet och inte minst snabbhet, som tunnelbanan kommer att erbjuda för resor till och från centrum.

För att kapaciteten i tunnelbanan skall kunna fullt utnyttjas måste trafiken upprätthållas med stor precision. Hela tunnelbanesystemet måste därför förläggas på egen banvall helt skilt från annan trafik. Precisionen är av särskilt stor vikt vid de stationer, där två banor sammanföres; en tågförsening medför omedelbart förseningar för efterföljande tåg på sammanlöpande banor och i värsta fall kan förseningen undan för undan öka.

*Trafiktätheten* på de olika förortsbanorna kommer att varieras efter trafikbehovet. Under lågtrafiktid skall minst 15 à 20-minuterstrafik upprätthållas med härför erforderlig tågstorlek. Vid högtrafik kommer turtätheten att bli avsevärt större, för de största banorna beräknad till 3 à 4 minuter med de stora 8-vagnarstågen. Turtätheten på innerstadssträckorna bör icke underskrida 4 minuter under lågtrafiktid.

*Medelkörhastigheten* uppskattas för den gemensamma sträckan så småningom komma upp till ca 30 km/h och för hela systemet uppemot 33 km/h. Högsta tillåtna körhastighet blir i tunnelbanan och på äldre förortsbanesträckor 60 km/h men på de nyare förortsbanorna 70 km/h.

Som jämförelse kan nämnas, att medelkörhastigheten i Paris-métroen uppges vara 25 km/h, på Berlins U-Bahn ca 30 km/h men i Moskva över 40 km/h. I sistnämnda fall bidrar härtill avsevärt de ovanligt långa stationsavstånden — numera i medeltal ca 1½ km — och den helt allmänt höga banstandarden med rymliga kurvor och fördelaktig profil.

I den genomgående tunnelbanan kommer tågen att köra direkt mellan de västra och södra förortsområdena. Redan med de nu förutsedda förortsbanesträckningarna skulle härvid med en kombination av de längsta förortsbanorna en sammanlagd körsträcka av bortåt 35 km vara tänkbar, vilket sålunda motsvarar en körtid av drygt 1 timme — en i och för sig aktningsvärd resväg för en stad av Stockholms storlek.

### Banteknisk standard

Vid utformningen av tunnelbanan strävar man naturligtvis efter högsta grad av bekvämlighet och driftsäkerhet inom ramen för vad som är tekniskt och ekonomiskt genomförbart. Det idealiska banläget kan dock inte alltid förverkligas; den slutliga utformningen blir på sätt och vis en kompromiss mellan driftsynpunkter och anläggningskostnader. För Stockholms tunnelbana och de till denna anslutande förortsbanorna har därför fastställts vissa tekniska data som grundval för konstruktionsarbetet. I en tabell återges några av dessa data i två serier; den första med sådana minimivärden som normalt skall eftersträvas och den andra med absoluta minimivärden.

För den egentliga tunnelbanan har man tvingats sänka kravet på standard med hänsyn till att banan är bunden av topografin,

gatorna och bebyggelsen, ledningsnäten samt inte minst grundförhållandena. Här är också de anläggningsekonomiska konsekvenserna av en bättre standard större än i fråga om en förortsbana.

För *lutningarna* i tunnelbanan har som maximum fastställts 40 ‰ (1:25) för sträckor mellan stationerna, med ett enda undan på 41,7 ‰ (1:24) på Skanstullsbron. I utländska tunnelbanor är denna lutning också i allmänhet maximum, men den förekommer betydligt mera sällan än vad som tyvärr på grund av terrängvariationerna måste bli fallet i Stockholm. På stationerna, där tågen vid uppehållen helst skall kunna stå stilla utan ansatta bromsar, får lutningen normalt vara högst 2,5 ‰ (1:400) men kan, där särskilda skäl föreligger, ökas till 10 ‰ (1:100).

För *kurvorna* har man som absolut minimivärde gått ned till 100 m med hänsyn till de trånga passager, till vilka tunnelbanan måste förläggas i de centrala delarna av innerstaden. Så snäva kurvor, vilka även förekommer utomlands särskilt på de äldre tunnelbanorna, är dock inte tillfredsställande, då tågen inte kan passera med full hastighet. Därigenom medför den trånga kurvan risk för nedsättning av kapaciteten, vartill kommer det avsevärt ökade spårunderhållet med dess ekonomiska återverkningar.

I samband med kurvorna har man haft att studera normerna för *rälsförhöjning* och utvidgning av tunnelsektionen. Rälsförhöjningen, som skall kompensera centrifugalkraften i kurvorna, har vid dimensionering av tunnelkroppen förutsatts uppgå till högst 200 mm, vilket teoretiskt innebär, att kurvor med mindre radie än 210 m normalt bör passeras med lägre hastighet

Tekniska data för tunnelbanan och anslutande förortsbanor i Stockholm

	Tunnelbana		Förortsbana	
	Normalvärden	Absoluta gränsvärden	Normalvärden	Absoluta gränsvärden
Största lutning på bansträcka mellan stationer.....	% 33,3	40 <sup>1</sup>	20	40 <sup>1</sup>
Största lutning på station .....	% 2,5	10	2,5	5
Största lutning på uppställnings-spår mot trafikspår .....	% 0	3,3 <sup>2</sup>	0	3,3 <sup>2</sup>
Största lutning på uppställnings-spår mot stoppbock .....	% 2,5	5,0	2,5	5,0
Minsta kurvradie mellan stationer	m 200	100	300	100
Minsta kurvradie på station <sup>3</sup> ....	m 400	225	400	225
Minsta radie i lutningskurva på fri bansträcka .....	m 2 500	1 000	3 000	1 500
Minsta spåravstånd i tunnel på raklinje .....	m 3,10	3,10		
Minsta spåravstånd vid sidostolpar på förortsbanans raklinje	m		3,50	3,50
Minsta breddmått i tvåspårig tunnelbana .....	m 7,60	6,60		
Minsta kontaktledningshöjd över r. ö. k. i tunnel .....	m 4,00	3,90		
Minsta kontaktledningshöjd över r. ö. k. under viadukt .....	m		4,35	4,00
Minsta plattformslängd på station (frånsett spärrutrymmen) ....	m 145	145	145	145
Högsta körhastighet .....	km/h 60	60	70	70
Minsta ballastjocklek .....	m 0,50	0,35	0,50	0,35

<sup>1</sup> 41,7 ‰ har undantagsvis tillåtits på norra delen av Skanstullsbron.

<sup>2</sup> För uppställningsspåret förutsättes betryggande skyddsanordningar.

<sup>3</sup> Endast vid konvex plattformskant. Konkava plattformskanter böra om möjligt undvikas.

än 60 km/h. Rälsförhöjningen kommer dock att göras lägre med hänsyn till den otrevnad, som skulle uppkomma för trafikanterna, om ett tåg av en eller annan anledning skulle bli stående i en så stark sidolutning. Enligt gjorda erfarenheter utomlands kan man dessutom även vid tunnelbanor i praktiken räkna med en större hastighet hos tågen än som motsvarar rälsförhöjningen.

Som *övergångskurva* kommer efter tyskt mönster klotoiden att användas, eftersom denna vid de små radier, som man på många håll tvingas använda i tunnelbanan, ger en något mjukare övergång än den annars vanligtvis begagnade kubiska parabeln. Enär på grund av de pressade måtten spårens läge måste fixeras i sidled, skall på tunnelväggarna anges de exakta avstånden mellan vägg och närmaste skena, så att kontrollen av spårläget kan underlättas.

På en station bestäms kurvradien i sista hand av det *avstånd mellan vagnsida och plattformskant*, som bör tillåtas med hänsyn till trafikanternas säkerhet och bekvämlighet vid av- och påstigning. Detta mått har inte ansetts böra få nämnvärt överstiga 18 cm för plattformar i kurva och på raksträcka skall motsvarande avstånd vara ca 8 cm. På flertalet stationer kommer plattformarna att läggas på rakspår, så att stationsbemanningen och tågchefen bättre skall kunna övervaka tågörrarna vid passagerarnas av- och påstigning.

*Plattformslängden* förutsättes bli 145 m, varav 140 m erfordras för ett 8-vagnarståg och återstående 5 m som inbromsningsmarginal. Särskilda markeringar kommer att för förarna ange var de skall stanna tågen vid olika tåglängd.

Särskild omsorg måste ägnas åt utformningen av *lutningskur-*

*orna*, dvs. de kurvor som utjämna övergången mellan olika lutningar. För att passagerarna ej skall känna obehag, när tågen passerar en dylik kurva, måste radien i denna vara jämförelsevis stor och har här angivits till 2 500 m.

*Spåravståndet* i tunnelbanan har fastställts till 3,10 m, varigenom vid den förutsatta vagnbredden 2,70 m avståndet mellan mötande vagnar blir 0,4 m (bild 4). Med en minsta totalbredd för tunnelbanan invändigt av 7,6 m kan säkerhetsutrymme anordnas vid sidorna. Här har räknats med 0,75 m för det egentliga säkerhetsutrymme och 0,15 m för kablarna på tunnelväggarna. Säkerhetsutrymme skall medge passage för övervakningspersonal under pågående trafik för kontroll av och arbete med signaler, strömöverförings-system, kablar, belysning m. m.

*Tunnelhöjden* blir normalt 4,15 m från rälsöverkant till taket. På stationerna skall närmast av utseendeskäl höjden ökas, där så utan större olägenheter är möjligt. Höjden har valts med hänsyn till eventuell kontaktledning i tunnelbanan. Troligen kommer dock strömtillförseln att ske medelst s. k. strömskena, ett system som kommit till användning i de flesta tunnelbanor, men som inte tidigare använts i Sverige. I avvaktan på direkta drifterfarenheter av ett dylikt strömsystem har det emellertid ansetts nödvändigt att hålla möjligheterna öppna även för ett kontaktledningssystem.

### Spåröverbyggnaden

Vid ett antal stationer kommer utdragsspår att anordnas för vändning eller uppställning av hela tunnelbanetåg. Dessa spår skall förläggas mellan trafikspåren och i en största lutning av 2,5 ‰. Dessutom inlägges ett

antal övergångsväxlar för att i undantagsfall möjliggöra enkel-spårdrift eller vändning av tåg vid inträffade trafik hinder.

I den nuvarande tunnelbanan har spåren förlagts på vanligt sätt på syllar i makadamballast. Troligen kommer spårbädden i den blivande tunnelbanan att utformas på samma sätt, ehuru med en kraftigare konstruktion. I vissa utländska tunnelbanor, däribland Moskvas och Londons, har visserligen spårbädden ingjutits i betong, men enligt engelska erfarenheter är denna infästningsmetod oförmånlig genom att den ej är tillräckligt elastisk. Den ingjutna spårbädden har den fördelen att vara nära nog orörlig, varför kontrollen av spårläget i de trånga tunn-larna kan underlättas. Med de utrymmen, som den stockholmska tunnelbanan får, har det ansetts möjligt att tillåta en mindre rörlighet i sidled utan att detta skall medföra några risker. Därigenom förefinnes — i motsats till i Londons underground — möjligheter i Stockholm att ordna spårbädden mera elastisk och lättare justeringsbar med makadamballast. Även ur bullersynpunkt synes denna spårinfästning vara att föredraga. En nackdel är emellertid, att maka-

damballasten kommer att ge upphov till viss dammbildning genom de fina stenpartiklar, som under årens lopp avnötas. Med hänsyn härtill måste det ordnas effektiv dränering i tunneln, så att ballasten då och då kan genomspolas med vatten.

I bild 4 återges spårbädden så-dan den sannolikt kommer att bli på Stockholms tunnelbana. Den jämförelsevis kraftiga skenan (43 kg/lm) fästes med underläggsplattor och fjäderspik på arsenikimpregnerade syllar. Mellan skenan och underläggsplattan inlägges ett skikt träfiberplatta eller liknande material och mellan plattan och syllen eventuellt även gummimellanlägg. För en dylik spårbädd räknas med en livslängd av 15 å 20 år under normal trafik och normala driftförhållanden i övrigt. Denna spårbädd kommer även att utföras på de öppna sträckorna, men på järnbroar lägges syllarna direkt på balkarna. Här bör dock nämnas, att viadukterna normalt kommer att utföras i betong för att i möjligaste mån minska bullret från viadukterna och med hänsyn till det förenklade underhållet.

*(Forts. i nästa nr.)*

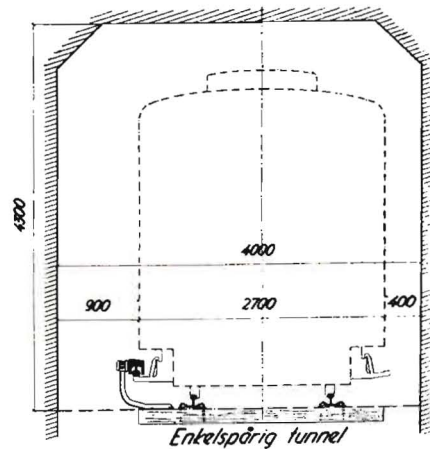
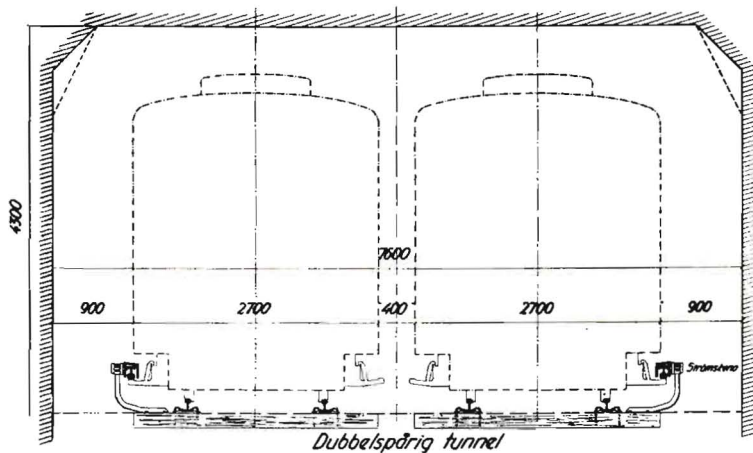


Bild 4. Tvärsektion av dubbelspärig och enkelspärig tunnel. Vid dubbelspär blir det skyddsutrymmen utmed båda väggarna och i enkelspärstunnel utmed ena väggen. Avståndet mellan mötande vagnar på dubbelspär blir 400 mm. På sektionerna har även angivits den tänkta strömskenan för överföring av driftströmmen.