

Ankom Tusek
den 8/9 1965

1466/90 dk
11/1-62
1/13

(SS) INOM	
1965	
	10
	11
	12
	13
	14
	15
	16
	17
	18
	19
	20

Tunnelbanesystem nr 1

Sammandrag av resultat från studier åren 1959-61 jämte synpunkter på drifts- och kapacitetsproblem. Förslag till åtgärder.

1. Trafikutvecklingen

Det första året den genomgående tunnelbanan var i bruk utsattes som tästast 4 linjer med 10-min-trafik, dvs $2\frac{1}{2}$ -min-trafik på den gemensamma sträckan. Under detta år uppstod vissa problem - främst tidtabellstekniska - som kunde lösas under hand. Något detaljerat studium av trafikens förlopp skedde icke under denna tid.

Med den nya trafikplan som togs i bruk den 19 november 1958 utsattes 5 linjer med 10-min-trafik och det innebar att högtrafiken ökades från $2\frac{1}{2}$ till 2-min-trafik på den gemensamma sträckan. Denna trafikplan skapade många svårigheter. Dessa kunde inte preciseras men yttrade sig i körsvårigheter till följd av att tågen började störa varandra. Körningen blev ryckig och de genomsnittliga restiderna ökade. Intervallen blev ojämna och tågen klumpades ihop i konvojer med hårt belastade tättåg och föga belastade kötag.

Efter dessa konstateranden var det naturligt att ställa följande frågor:

- A. Vilka är störningsorsakerna?
- B. Kan störningarna begränsas eller elimineras?
- C. Hur tät trafik tål systemet?

2. Inledande studier

Analyser av uppteckningar från tågtidsskrivaren utvisade att under "hyggliga" trafikdagar kunde skillnaden i restid från ändstation till ändstation mellan snabbaste och långsammaste tåg uppgå till 10 minuter.

Tågtidsskrivaren på Icarus markerar tågens passagetider vid varje station

genom att var $7\frac{1}{2}$ sekund "känna av" om det finns tåg på stationernas spår. De stationer, som vid avkännen "har tåg inne", markeras på en registerremsa. Denna registerremsa kan avläsas med en noggrannhet av ca 15 sekunder.

Tågtidskrivareuppteckningarna räckte i stort sett endast till för att belysa ankomst- och avgångstiderna från ändstationerna. De gav sålunda inte tillräckligt detaljerade upplysningar om körförhållandena ute på banan för att man därav skulle kunna spåra de konstaterade störningarnas lokalisering eller de betingelser i övrigt som gällt när störningarna inträffat.

Det blev därför nödvändigt att utarbeta en användbar studiemetod.

3. Ny studiemetod

För att få en uppfattning om behovet av mätställen studerades en kort sträcka med mätpunkter dels vid infart till och dels vid utfart från varje station. Härigenom kunde trafiken studeras både mellan stationerna och vid stationerna. Vid bearbetningen visade det sig att mätpunkterna ej fick placeras glesare om tågens naturliga rörelseschema skulle kunna kartläggas. Vidare kunde man nöja sig med denna täthet mellan punkterna om studierna avsåg att klarlägga "gränsen" mellan ostörda och störda tåg. Avläsningsnoggrannheten bestämdes till ± 1 sek. I jämförelse med tågtidskrivareuppteckningarna ger denna metod en kontinuerlig markering av stationernas beläggning och en starkt förstorad tidsskala.

Den studiemetod som successivt utvecklades och som med ett minimum av personalåtgång gav erforderlig mängd mätvärden i tillräckligt tätt belägna punkter och med tillfredsställande noggrannhet baserades på spårledningarnas beläggning i tid. Genom Elseks försorg anordnades sålunda i Icarus en plint vari Tuseks 20-pennskrivare kunde anslutas till motsvarande antal spårledningar. I plinten kan väljas bland ca 200 inkopplingsmöjligheter. Genom denna anordning erhålles tidsregistreringarna helt automatiskt. Det manuella arbetet har dels bestått i att vid någon station notera linje- och turnummer samt antal vagnar per tåg för att kunna identifiera de automatiska registreringarna dels i hålltidsstudier.

4. Mätvärden

Den normala utvärderingen av mätvärdena har gått ut på att för varje station resp. stationshåll klarlägga:

Intervall mellan tågfront vid ankomst till stationsspårledning

" " " " avgång från "

Tågfronts restid över stationsspårledning

" " mellan närliggande stationsspårledningar.

5. Användningen av mätvärdena

De sålunda införskaffade mätvärdena har granskats ur olika synpunkter:

- a. Den första granskningen har gällt att för varje mätsträcka klarlägga variationens storlek och mönster för intervall och körtider.
- b. Vidare har de erhållna värdena jämförts med de körtider som förutsatts vid projekteringen av banan och signalsystemet.
- c. Slutligen har samband mellan turintervall och körtid blivit undersökta.

6. Vad mättningsresultaten utvisat

a. Mätvärdena har visat sig variera. För varje mätsträcka har uppmätta tider för intervall resp. körning uppritats i form av fördelningsdiagram. Dessa diagram anger dels variationens storlek dels ett variationsmönster varur bl.a. kan utläsas hur stabila körtiderna är.

Vid en jämförelse mellan fördelningsdiagram för exempelvis körtid över olika delsträckor framträder två typer av fördelningsdiagram. Den ena typen ger bilden av en kontinuerlig kurva som följsamt ansluter till max- och minimivärdena. Den andra typen utmärkes av diskontinuiteter i en eller flera punkter.

b. De jämförelser som gjorts mellan mätvärden och projekteringsvärden har utvisat att av 72 st undersökta mätsträckor uppvisar 50 st längre, 5 st samma och 17 st kortare körtid för mediantåget än som projekterats. På åtskilliga av dessa sträckor har inte ens det snabbaste tåget kunnat innehålla projektvärdet.

Vad beträffar intervallen utvisar diagrammen genomgående att ca 70 % av tågen kör tätare än det tidtabellsenliga intervallet.

c. Ett av de samband mellan mätvärden av olika slag som ägnats särskilt intresse är förhållandet mellan körtid och turintervall. Det visade sig härvid att huvuddelen av de tåg som haft anmärkningsvärt långa körtider legat mycket nära framförvarande tåg.

För att få ett fastare grepp om detta samband krävdes kännedom om hålltiderna. Sedan dessa studerats parallellt med det övriga trafikförloppet, kunde direkta samband påvisas mellan faktorerna körtid, turintervall och hålltiden.

Dessa förhållanden studerades icke endast i den löpande trafiken utan också vid s.k. förföljelseprov.

Vilka är störningsorsakerna?

7. Orsaken till variationer och avvikelser

Körtiderna varierar p.g.a.

att en viss spridning mellan tågens körtider över en sträcka är naturlig och beror på olika egenskaper hos den rullande materielen och olika körsätt hos förarna,

att hastighetsbegränsade sträckor är svårkörda och ökar de naturliga variationerna,

att för små turintervall ger förlängda körtider. Det minsta turintervall som medger normal körning varierar från sträcka till sträcka.

Körtidernas avvikelser från projektvärdena beror på,

att på hastighetsbegränsade sträckor, där man vid projekteringen räknat med 50 km/h, kör tågen i praktiken med lägre hastighet,

att på vissa sträckor, som vid projekteringen beräknats för "högsta hastighet" sedermera införts hastighetsbegränsningar.

Turintervallen varierar p.g.a.

att variationer i körtid mellan två efter varandra körande tåg omedelbart omsätts i variationer i turintervallet mellan tågen,

att variationer i hålltid påverkar turintervallet p.s.s.

Då minsta möjliga turintervall som medger normal körning avviker från

projektvärdet, beror detta på

att signalsystemet tvingar tågen att sinsemellan hålla ett visst avstånd, vilket vid projekterade hastigheter ger 90 sek turintervall mellan tågen, men som i praktiken ger längre turintervall p.g.a. att projekterade hastigheter ej kan innehållas.

Hålltiderna varierar p.g.a.

att passagerarbelastningen varierar

dels beroende på att ett försenat tåg får fler trafikanter än ett tåg som kommer i rätt tid,

dels beroende på att ett fullastat tåg behöver längre tid per utväxlad trafikant än ett glest belagt tåg.

Kan störningarna begränsas eller elimineras?

8. Praktiska åtgärder

I det föregående har konstaterats samband mellan variationer i körtid, turintervall och hålltid.

Begränsar man variationerna hos en av dessa faktorer begränsas ofta automatiskt variationerna hos de båda andra.

Det är givetvis omöjligt att eliminera variationerna helt, men det är nödvändigt att begränsa dem till rimliga värden. Vidare är det nödvändigt att känna de normala variationernas storlek, så att man kan räkna med dem och anpassa sig efter dem.

De åtgärder som bör övervägas redovisas i det följande.

1. Höjning av kapaciteten på de sträckor som har för låg kapacitet för dagens trafik. Här ingår att anpassa signalsystemet till de ändrade hastigheter och körtider, som införts efter det signalsystemet konstruerades.

2. Att eliminera olikheter i kapacitet mellan olika bandelar genom installation av intervallsignaler. Därigenom begränsas även turintervallens variationer. För utbyggnad av detta system förbi Gullmarsplan resp. Odenplan måste problemet med signalering av ojämna intervall lösas. Vidare måste signalering vid

vändstationer och spårförgreningar lösas.

3. Ge förarna möjlighet att avläsa sitt tågs hastighet. Härigenom vinnes en mer uniform körning över svårkörda sträckor.

4. Toleranserna i hyttsignalsystemets hastighetsavkännande don är besvärande och bör minskas.

Förutom här beskrivna variationer i trafiken måste man normalt räkna med störningar på grund av bl.a. vagnfel, banfel och signalfel. För att begränsa verkningarna av dessa störningar till ett minimum kan följande åtgärder övervägas.

1. Att i tunnelcentralen anordna indikeringar, som varskor trafikövervakaren om begynnande störningar. Av intresse är därvid endast de tåg som med viss marginal avviker från tidtabellen. Indikeringen bör i första hand gälla:

- a) Om tidtabellsenliga avgångstider från resp. ändstationer icke innehållas.
- b) Om normala färdtiden mellan stationerna icke innehålles.
- c) Om normala uppehållstiden på stationerna (stationsspårledningarna) icke innehålles.

Åtgärden enligt a) kräver don som gör en jämförelse mellan ett trafikprogram och verklig trafikerings. Åtgärderna enligt b) och c) bygger på samma princip som intervallsignalen, varvid en betydande del av installationen redan finns i och med att aktuella spårledningars beläggning redan indikeras i tågtidskrivaren på Icarus.

2. Att anordna trådlös 2-vägsförbindelse (tågradio) mellan trafikövervakaren och tågen.

9. Hastighetsbegränsning - hastighetsanpassning

Av skilda orsaker krävs en maximering av tillåtna hastigheter. De tillåtna hastigheterna kan indelas i tre grupper:

- 1. Tillåten hastighet är högre än 50 km/tim. Ur säkerhetssynpunkt saknas möjlighet att reglera hastigheter över 50 km/tim. Därför sänks tillåtna hastigheten till 50 km/tim genom M-stämpling.

2. Tillåten hastighet = 50 km/tim. Sträckan M-stämplas.
3. Tillåten hastighet är lägre än 50 km/tim. Om säkerheten tillåter 50 km/tim M-stämplas sträckan och hastighetstavlor uppsättes. (Om säkerheten skulle kräva lägre hastighet än 50 km/tim så L-stämplas sträckan.)

Av detta framgår att oavsett om tillåtna hastigheten är 70 eller 25 km/tim tillgrips ur säkerhetssynpunkt samma åtgärd. Säkerheten kan ju inte byggas på hastighetstavlor.

Flertalet hastighetsbegränsningar inom grupp 1 måste vidtagas med hänsyn till möjligheten av att ett tåg kan passera en station utan att stanna. På en sträcka där normalt körande trafiktåg ingenstades skulle nå högre hastighet än exempelvis tillåtna 70 km, kan ett tåg som gör "skip-stop" nå exempelvis över 80 km/tim. Detta senare tåg måste hastighetsregleras och därvid M-stämplas den aktuella sträckan helt eller delvis. Därmed är kravet på säkerhet uppfyllt. Detta har dock fått ske till priset av lägre hastighet och besvärligare körsätt även för de normala trafiktågen.

Man bör söka sig fram till en metod för hastighetsbegränsning som gör det möjligt för de normala trafiktågen att utnyttja högsta tillåtna hastighet. En framkomlig väg synes härvid vara att införa hastighetsavkännande spårledningar. De otillåtna hastigheterna bygges i många fall upp genom att stationerna passeras utan att tågen stannas. Göres t.ex. stationsspårledningarna hastighetsavkännande blir körtidsskillnaden mellan normala trafiktåg och "skip-stop-tåg" stor och lätt att urskilja. Vill man förhindra att tåg, genom att stanna långt bak på stationerna, skall kunna få för hög hastighet kan även utfartsspårledningen göras hastighetsavkännande. Den hastighetsreglerande åtgärden kan t.ex. bestå i att, om ett tåg passerar en hastighetsavkännande spårledning på kortare tid än beräknat möter tåget i fortsättningen L-signaler över erforderlig sträcka.

Hur tät trafik tål systemet?

10. Tätare trafik

Det minsta tabellenliga turintervall som kan upprätthållas utgöres av det

minsta intervall som ur signalteknisk synpunkt kan klaras i den sämsta sektionen av banan vartill kommer den marginal man måste räkna med på grund av att alla förare och hela vagnmaterielon inte kan innehålla projektvärdena på körtid.

$$T_{\text{Tab}_{\min}} = T_{\text{Sign}_{\min}} + T_{\text{Marg}}$$

Av detta framgår att en minskning av de tabellenliga intervallen kan åstadkommas genom två huvudgrupper av åtgärder. Den ena gruppen gäller det av signalsystemet dimensionerade intervallet och den andra körtidsmarginalernas storlek.

Signalsystemets kapacitet

Signalsystemet är uppbyggt så att ett körande tåg skyddar sig från påkörning bakifrån genom en signalskugga. Denna signalskugga börjar omedelbart bakom tågänden och sträcker sig bakåt t.o.m. den sista spårledning som ingår i säkerhetssträckan. Så länge tågänden rör sig på en och samma spårledning ligger skuggans ände stilla, men då tågänden passerar en spårledningsskarv hoppar skuggans ände fram en hel spårledning. Skuggans längd = intervallet till efterföljande tåg, varierar alltså. Den kan aldrig bli kortare än säkerhetssträckan men ökar regelbundet med en spårlednings längd. Det minsta avstånd på vilket ett tåg kan köra i förhållande till framförvarande utan att få restriktiv signalbild eller behöva bromsa är säkerhetssträckan + spårledningslängden.

Signalsystemets uppbyggnad ger således i och för sig en kapacitetsförlust vars storlek bestäms av den spårledningsindelning som tillämpas. Ju kortare spårledningar man har, desto mindre blir dessa förluster.

Beräkningen av säkerhetssträckans längd baseras på att varhelst ett tåg befinner sig skall detta vara signalmässigt skyddat för det snabbaste tåg som kan närma sig denna punkt. Dessa snabba tåg, som bestämmer säkerhetssträckans längd, är som regel betydligt snabbare än trafiktågen. Härav följer att trafiktågen tvingas till större avstånd och därmed glesare intervall än vad som betingas av deras egna högsta hastigheter. En direkt kapacitetsbefrämjande åtgärd är alltså att eliminera höghastighetstågen - tågen som kör med högsta möjliga hastighet genom stationerna utan att stanna.

Det nuvarande signalsystemet är vidare uppbyggt så att antingen en tågände står stilla eller kör med högsta hastighet är den signalreglerade säkerhetssträckan lika lång. En tågände som exempelvis står stilla vid en station och en tågände som med hög hastighet är på utfart ur en station ger i dagens läge restriktiv signalbild till efterföljande tåg i en och samma punkt. Då det utkörande tåget icke kan stanna omedelbart (det har alltid en viss bromssträcka) inses att detta tåg kastar längre bromssträcka efter sig än vad som erfordras ur säkerhetssynpunkt. Av detta framgår att om man anordnar de hårdast utnyttjade spårledningarna så att tågens hastighet avkännes kan man också begränsa signalskuggans längd för de normalt körande tågen. Opåräknat stillastående tåg får likväl sitt skydd. (Detta system tillämpas i Moskva-Metron).

Marginalerna

Den förlust i kapacitet (i turintervall) som består i den s.k. "Marginalen" är förorsakad av att en viss del av tågen icke kan innehålla de körtider som ligger till grund för projekteringen. Denna förlust är förorsakad av såväl mänskliga faktorn som tekniska omständigheter. Metoder att nedbringa marginaltiderna är helt allmänt att skapa förutsättningar för möjligast uniforma körning. Kontroll av personalens sätt att köra, kontroll av vagnarnas driv-, signal- och bromsutrustning så att tågen erhåller möjligast likvärdiga egenskaper, eliminering av svårkörda sträckor (bör beaktas redan på projektstadiet), bättre hjälpredskap för personalen att köra likformigt på svårkörda sträckor (intervallsignaler och hastighetsmätare).

Turintervallets delposter

De olika delposter av vilka minsta praktiska turintervall är uppbyggt har sammanställts i följande tabell där det också anges i vad mån och med vilka åtgärder en minskning härav kan åstadkommas.

Delpost	Tid för att köra m.m.	Tiden kan minskas genom
1	Säkerhetssträckan fram till framförkörande tåg	Ingen åtgärd
2	Tillägg om framförvarande tåg står stilla	Hastighetsavkännande spårledning

Delpost	Tid för att köra m.m.	Tiden kan minskas genom
3	Tillägg om tåget har onormalt hög hastighet	Hastighetsavkännande spårledning
4	Tillägg för extra spårledning	Delning av spårledningar
5	Marginaler	Intervallsignaler, hastighetsmätare, svårkörda sträckor putsas osv.

11. Kan vi köra "litet" tätare?

I dag trafikeras systemet i högtrafiken med 5 linjer, alla med 10-min-intervall. De trafikanter som betjänas av endast en av dessa linjer har således 10-min-trafik.

Önskar man förtäta trafiken kan detta ske på två olika sätt. Det ena innebär att 10-minutersbasen minskas med $\frac{1}{2}$, 1 eller $1\frac{1}{2}$ minut vilket på gemensamma sträckan motsvarar 114, 108 eller 102 sek-trafik eller $31\frac{1}{2}$, 33,3 resp 35,3 tåg/tim. Det andra alternativet innebär att ytterligare en tågtyp utsättes och att således 6 tågtyper får gå med 10-min-bas.

Det första alternativet ger samma standardhöjning över hela nätet men innebär en mycket besvärlig annonsering på såväl tunnelbanan som anslutninglinjerna.

Det andra alternativet förutsätter att den nya tågtypen utsättes på Bagarmossbanan, som därigenom blir jämbördig med de två andra södra bangrenarna. Hur långt den nya tågtypen skall föras västerut beror på föreliggande behov och möjligheterna att komplettera någon av de befintliga vändstationerna till fördubblad kapacitet. Med detta alternativ, som innebär 100-sek-trafik eller 36 tåg per timme, blir det inga svårigheter att åstadkomma en hygglig annonsering.

Båda dessa alternativ innebär en ökad utsättning utan att någon trafikantgrupp får det sämre än nu.

"Litet" tätare betyder således en förtätning från nuvarande 30 tåg/tim till något mellan $31\frac{1}{2}$ och 36 tåg per timme.

Det finns därför anledning att pröva om systemet medger upp till 36 tåg/tim eller 100-sek-trafik. Prövningen gäller således om signalsystemets kapacitet + erforderlig marginaltid kan hållas under 100 sek.

Hur små kan marginalerna göras?

Vad är det som skall göras mindre? - Jo, det är alla variationer och avvikelser från projektvärdet. Dessa är ur trafikteknisk synpunkt det samma som störningar. I bifogade tabell är de vanligaste störningarna klassificerade.

Störningarnas inverkan på turintervallerna kan beskrivas på följande sätt. Under nuvarande högtrafik passerar 30 tåg per timme en punkt på den gemensamma banan. Varje tåg kräver ca 90 sek för passage av en station. Värdet varierar med banans kapacitet. Detta betyder att under en timme åtgår $30 \times 90 = 2700$ sek för tågpassager och att 900 sek står till förfogande för att utjämna förseningar på grund av störningar under timmen. 900 sek/tim är det samma som $\frac{900}{30} = 30$ sek per tåg. Ett tåg som störs och kommer "ur tabell" mer än 30 sek blir antingen själv ytterligare stört eller börjar störa efterföljande tåg.

Om man önskar köra t.ex. 36 tåg/tim (100-sek-trafik) åtgår $36 \times 90 = 3240$ sek för tågpassager och $3600 - 3240 = 360$ sek står till förfogande för störningar dvs. $\frac{360}{36} = 10$ sek per tåg.

Hur mycket tid åtgår då för att utjämna störningar? Först måste man klargöra vilka störningar som har någon betydelse i detta sammanhang. Fel och olyckor uppträder sällan, men ger i regel mycket stora förseningar, 15 min eller mer. De måste betraktas som störningar som ej kan förutses eller förhindras och vilka man ej kan taga hänsyn till då tidtabellen planeras. Variationerna uppträder däremot alltid och kan i likhet med avvikelserna påverkas och därmed är kännedom om deras inverkan av betydelse. I kapitel 6 har redogjorts för hur störningsvariationer har studerats i trafiken. Här skall anges några mått på dessa störningar. Intervallerna mellan två på varandra följande tåg kan "normalt" förändras, variera, 10 till 15 sek på ett stationshåll. Station för station adderas variationerna med sina tecken och når ibland stora värden, 200 sek, ibland varierar tecknen så att variationerna tar ut varandra och förhåller sig små. I dessa störningsvariationer ligger inverkan av mänskliga faktorn och tekniska störningar. Tillväxten av dessa störningar kan förhindras med hjälp av intervallsignalen.

De systematiska störningarna, som ger avvikelser från t.ex. planerad kör-

tid eller kapacitet, kan minskas eller elimineras genom byggnadstekniska åtgärder genom att en anpassning sker mellan projektvärden och praktiska värden. Storleken av deras inverkan är endast slumpvis undersökt. Sålunda ger en växels placering vid Gullmarsplan vissa tåg förseningar på 0 - 60 sek och den låga kapaciteten på sträckan S:t Eriksplan och Fridhemsplan körtidsförlängningar på 20 sek.

De organiserade störningarna, som även ger avvikelser från planerad körtid eller kapacitet, omsätts i regel i hastighetsbegränsningar vilka ger förseningar på ca 15 sekunder per tåg. Genom sekundära följdverkningar växer dessa förseningar i regel snabbt till stora värden (ex. Brommaplan). Inverkan är minst om störningarna har samma storlek och träffar alla tåg (uniform körning).

Tågvändningen vid Odenplan påverkar dels det vändande tåget (liten inverkan då det skall ha eller har haft regleringstid) dels försenas tåg efter det vändande tåget ca 15 sek.

Inverkan av de systematiska och organiserade störningarna kan mildras något genom att använda intervallsignal. Stora systematiska störningar kan å andra sidan förhindra utbyggnad av intervallsignal (SEp - Fhp).

Försök med intervallsignal pågår och i denna undersökning ingår att söka fastställa erforderlig marginaltid. Genom sommarens och höstens banarbeten på sträckan Gullmarsplan - Gamla Stan har dessa undersökningar starkt färgats av "onormala" körtider och störda tåg. Den 3 maj genomfördes en 120-sek-trafik med intervallsignaler ställda på 105 sek. Provet blev ej framgångsrikt. Den 5 maj tursattes 12 tåg under 20 min (100-sek-trafik) på sträckan Gullmarsplan - Odenplan med intervallsignalerna inställda på 90 sek. 10-sek-marginalen visade sig då vara fullt tillräcklig. Tågen genomförde körningen snabbt och vid en medelhålltid av 23 sek. Dessa två prov visar att störningarnas varierande inflytande kräver ett systematiskt studium. Hur ofta inträffar t.ex. "störningsfria" dagar?

Sammanfattningsvis kan sägas att intervallsignalens normala inställning på 100 sek ger en marginal för störningar som är 20 sek per tåg. Den har fungerat i snart ett år och inga problem eller svårigheter har inrapporterats i samband med signalen. En rymlig tidtabell inbjuder till större svängrum för den

"mänskliga faktorn" än en trång tidtabell. Det betyder att en tätare trafik ej kräver så stora marginaler som en gles trafik. Inledande studier har även visat att 10 sek marginal kan vara tillräcklig för en normal och snabb trafik.

Med hjälp av en hela systemet omfattande intervallsignal med bl.a. avgångssignalering vid ändstationerna, hastighetsmätare på tågen och en spårledningsindelning med hög kapacitet i alla punkter bör erforderlig marginaltid kunna sänkas till 10 sek.

Hur tät trafik tål signalsystemet?

Signalsystemets kapacitet är i princip dimensionerad för 90-sek-trafik. Ur praktisk synpunkt har det ej ansetts erforderligt eller ur ekonomisk synpunkt försvarbart att från början ge varje delsträcka denna höga kapacitet. I föregående kapitel har berörts några av de svårigheter, som måste lösas vid konstruktion av signalsystemet och kanske även några framkomliga vägar ut ur svårigheterna. Det bör rent tekniskt sett vara möjligt att konstruera ett signalsystem som ger teoretisk 90-sek-trafik i alla erforderliga punkter vid 30-sek stationsuppehåll. En översyn av de metoder som används för att uppfylla säkerhetskraven bör kunna ge resultat. Enligt uppgifter från Moskvas Metro planeras att tabellenligt utsätta 42,5 tåg/tim och i London "Tube" 38 tåg/tim. Detta betyder $\frac{3600}{42,5} = 85$ resp. $\frac{3600}{38} = 93$ sek genomsnittligt turintervall mellan tågen och med hänsyn till formell sid. 8 en teoretisk turtäthet som ligger ännu lägre. Man bör i detta sammanhang komma ihåg att varje signalsystem har sina fördelar och nackdelar. Möjligt är därför att man i Moskva och London använder signalsystem som lättare kan anpassas till tät trafik än vad vårt signalsystem gör. Det är även av stor betydelse för trafikarbetet att den täta trafiken kan upprätthållas vid oförminskad res hastighet.

Signalsystemets konstruktörer får besvara frågan:

Är det möjligt att bygga ut signalsystemet för 90-sek-trafik (eller tätare) vid 30 sek hålltid och med oförändrad eller höjd reshastighet för trafikstågen?

Vilka åtgärder erfordras?

Grundmaterial

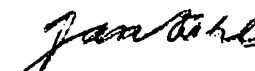
De undersökningar m.m. på vars resultat denna redogörelse har baserats redovisas i:

1. PM ang. tunnelbanetrafiken efter den 19 november 1958 (Tu 329/59)
2. Förslag till program för undersökning av turintervallen på tunnelbanan (Tu 481/59)
3. Tunnelbanans maximalkapacitet. Några delresultat från trafikstudier (Tu 3/60)
4. Sammandrag av hålltidsstudier i februari 1960 (Tu 426/60)
5. Tunnelbanans maximikapacitet. Några delresultat från trafikstudier. Fortsättning på Tu 3/60. (Tu 853/60)
6. Maximal turtäthet (Tu 872/60)
7. Tunnelbanans maximikapacitet. Resultat från studier i maj 1960. Fortsättning på Tu 3, 853, 872/60. (Tu 1221/60)
8. Tunnelbanans maximikapacitet. Sträckan Åkeshov - Gullmarsplan. Fortsättning på Tu 3, 853, 872 och 1221/60. (Tu 196/61)
9. "Fortare, tätare och lättare". Artikel om intervallsignaler (SoB 10/60)

Inom planeringssektionen pågår f.n. slutbearbetning av resultat från prov med intervallsignaler. Beträffande kapaciteten i vändspår och spårförgreningar skall ytterligare studier utföras. Ett första resultat av sådana prov redovisas i Tu 1436 och 1376/61.

Stockholm den 18 december 1961


(Gunnar Hybbinette)


(Jan Dahl)

Störningar		
Variation	Avvikelser från projekterade värden	Fel
<u>Mänskliga faktorn</u> påverkar Avgångstider Hålltider Körtider <u>Tekniska störningar</u> påverkar Körtider	<u>Systematiska störningar</u> Vissa hastighetsbegränsningar Vissa växellägen Genom sekundära följdverknings- ningar stör tågen varandra <u>Organiserade störningar</u> Nödvändigt banunderhåll Dito spårledningsmätning Vändning i station med otillräcklig kapacitet Tågtransporter	Tågfel Signalfel Spårfel Växelfel Strömmatningsfel Sjukdom och olyckor Väderleksstörningar