

18 mil.
 400
 60 kilometer

Eg/IS TM/18

INKÖP T. K. VAG-CO:ta		
VATTENS-STYRELSEN		
D. NO J 595		
SEP. 1949		

Förslag till automatiskt signalsystem för tunnelbanan.

Av erfarenheter från studiebesök vid lokaltrafikföretagen i London, Paris och ett flertal städer i USA^x att döma torde det vara nödvändigt att i tunnelbanan med signalsystemet kombinera någon form av tågkontroll. För att underlätta bedömandet av vad slags system, som bör användas i Stockholm, skall först redogöras i korthet för de olika möjligheter, som stå till buds. Vidare anges i varje särskilt fall de viktigaste för- och nackdelarna.

1. Olika slag av tågkontroll.

För all form av tågkontroll måste ställas huvudkravet, att den skall vara verksam i positiv bemärkelse, dvs. det skall erfordras impuls för att en icke restriktiv signal skall kunna ges. Om sålunda sådan impuls uteblir, skall motsvarande signal till tåget vara restriktiv (ge stopp eller tillåtelse till körning med starkt reducerad hastighet).

Man kan indela nu använda tågkontrollsystem i sådana, som kontrollera tågens hastighet intermittent, och sådana, som kontrollera kontinuerligt.

A. Intermittent tågkontroll.

Vid intermittent tågkontroll användas mekaniska eller elektromagnetiska tågstoppsanordningar, som äro utplacerade utefter spåren, som regel intill motsvarande fasta signaler. Denna form av tågkontroll verkar endast vid de tillfällen, då tåg passerar förbi tågstoppsanordning. På alla övriga delar av banan är alltså tågens hastighet okontrollerad. Tågstoppet kan endast intaga två positioner, stoppläge eller klarläge. Några mellanformer finnas icke, och kontrollen är alltså synnerligen inskränkt.

a. Mekaniska tågstopp.

Mekaniska tågstopp användes bl.a. i USA, England och Tyskland. På de invid spåren placerade spärrdonen finnes en spärrarm, som lyftes upp samtidigt som motsvarande signal ställes på stopp och som åter föl-

^xNew York, Chicago, Philadelphia, Boston, San Francisco

les ned, när signalen ställes på klart. För erhållande av klarställning erfordras elektrisk eller elektropneumatisk impuls. På tågen finnes en stopparn, som är så placerad, att den mekaniskt påverkas av spärironet, då detta befinner sig i stoppläge. Stopparnen är kombinerad med anordningar för automatisk stoppning av tåget.

Fördelar: 1. Enkelt system, som under normala väderleksförhållanden fungerar tillfredsställande.

Nackdelar: 1. Endast intermitterent kontroll (se E).

2. Relativt stort mekaniskt underhåll på spärranordningarna i spåren. Detta underhåll försvåras dessutom av att mycket arbete kan utföras endast under tider, då trafiken är mycket gles eller helt avstängd.
3. Svårigheter med mekaniska anordningar i spåren vid starka snöfall. Detta torde bli särskilt kännbart i Stockholm, där större delen av bansystemet ligger utanför tunneln.

b. Elektromagnetiska tågstopp.

Elektromagnetiska tågstopp användas bl.a. i USA, England och Tyskland, dock i väsentligt mindre utsträckning än mekaniska tågstopp. Sålunda använder inget av de lokaltrafikföretag, som jag besökt, elektromagnetisk tågkontroll av intermitterent typ.

Ett flertal olika system finnas. Många undersökningar och prov ha även utförts i Sverige, såväl vid SJ (Signum) som Roslagsbanan (Signalbolaget). Härvid uppstå emellertid svårigheter att uppfylla kravet på "positiv verkan". Utebliven impuls uppfattas av tåget på samma sätt som om intet tågstopp finnes. Dock finnas i USA och England elektromagnetiska system, som uppfylla kraven på "positiv verkan".

Principen för elektromagnetiska tågstopp är, att impuls överföres elektriskt (induktivt) mellan anordning i spåret och don på tåget. Det senare är förbundet med anordningar för automatisk bromsning av tåget.

Fördelar: 1. Fungerar oberoende av väderleksförhållanden (snö o.d.)

Nackdelar: 1. Endast intermitterent kontroll (se B).

2. Svårigheter med underhåll av tågstoppsanordningarna i spåret, enär mycket arbete kan utföras endast under ti-

der, då trafiken är mycket gles eller helt avstängd.

3. Enligt undersökningar i USA är det mycket svårt att på våra beställda tunneltänevagnar åstadkomma tillräckligt utrymme för mottagarutrustningen.

B. Kontinuerlig tågkontroll.

Kontinuerlig tågkontroll användes framför allt i USA. Det innebär, att tågens hastighet kontrolleras i varje punkt på banan. Detta kan endast ske på elektrisk (induktiv) väg. Signalström i skenor påverkar mottagardon på tåget. Mottagardonet är förbundet med anordningar för hastighetskontroll och automatisk bromsning av tåget. Signalströmmen i skenor - och därmed även den i tågets mottagaranordning inducerade strömmen - brytes och släuts enligt visst codesystem. Varje code tillåter tåget att köra med en hastighet, som understiger en viss gräns. Utebliven code ger stopp eller tillåtelse till körning med ytterst reducerad hastighet.

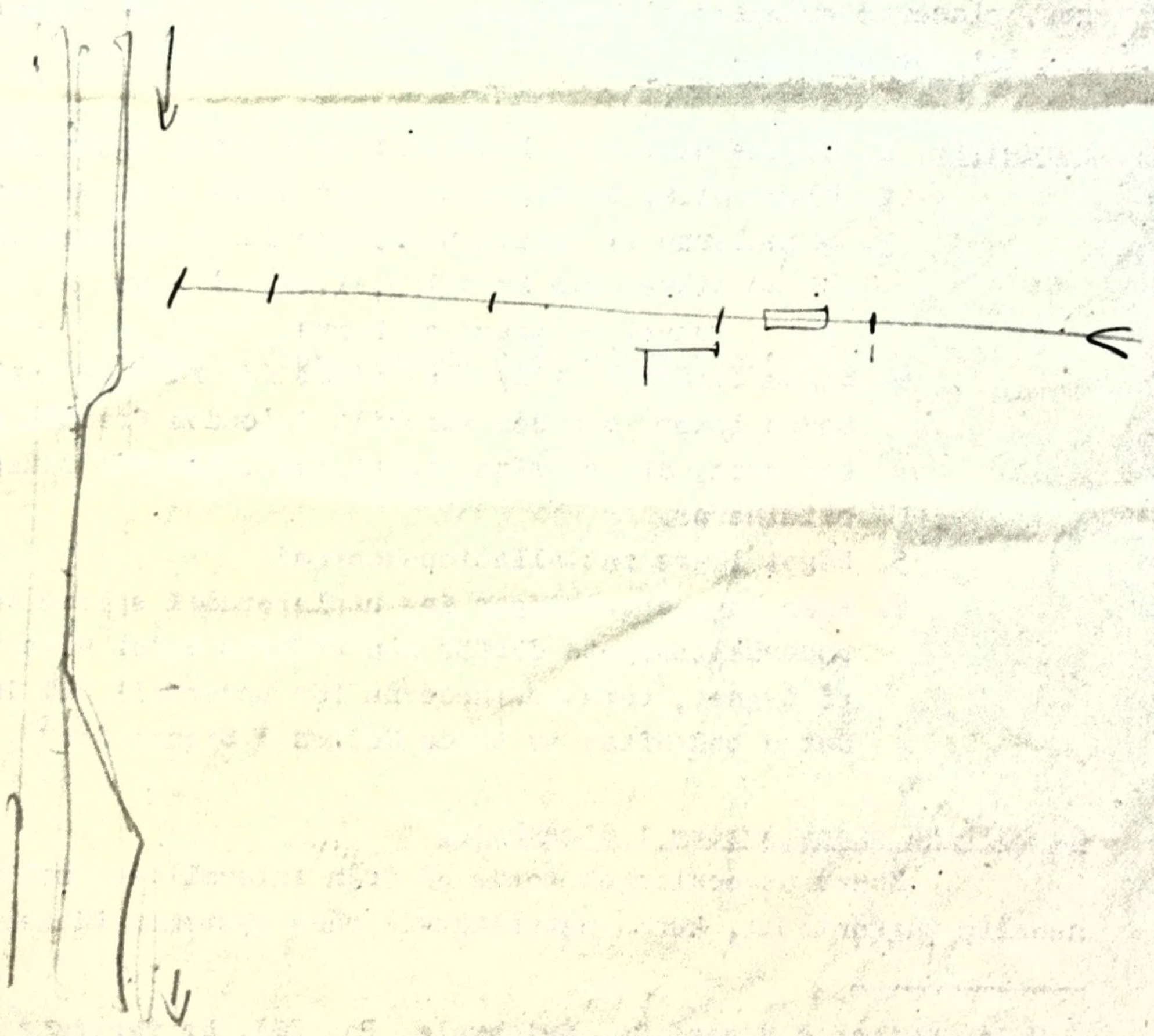
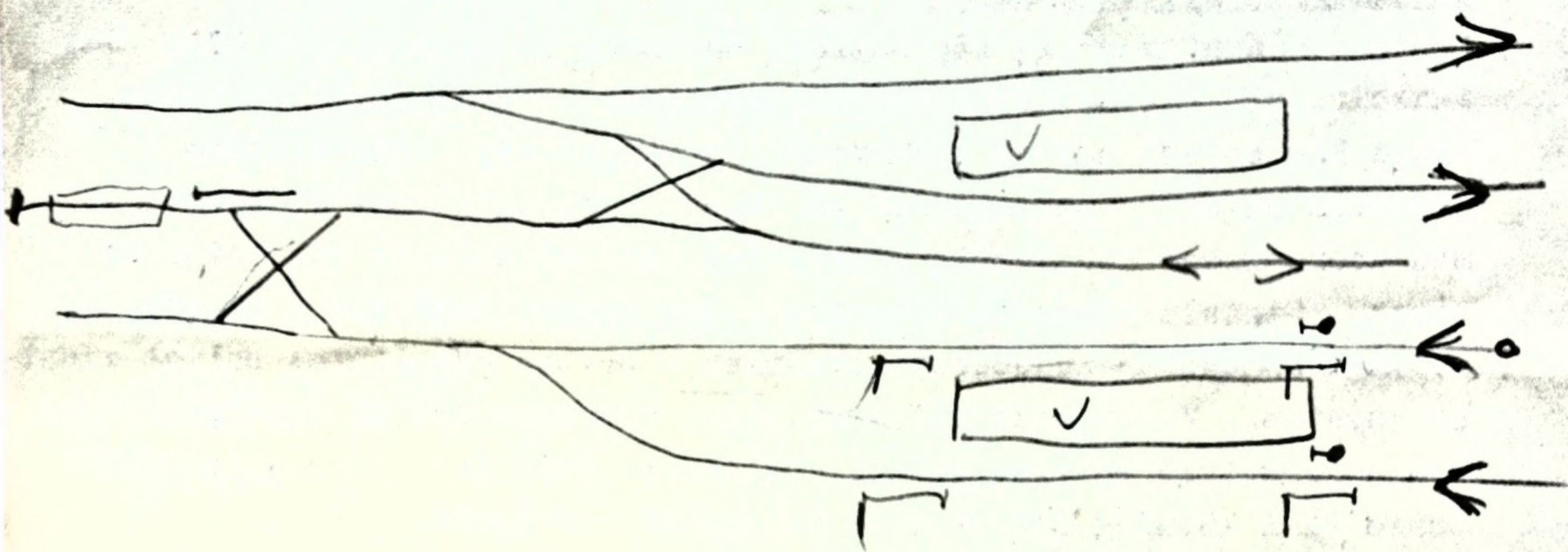
Enär impulser kontinuerligt överförs från spåret till tåget, placeras signalerna lämpligen i förarhytten ("cab signal") i stället för på banan.

- Fördelar:
1. Tågens hastighet kontrolleras i varje punkt på banan.
 2. Flera olika hastighetsgränser kunna kontrolleras.
 3. Signalerna (i förarhytten) äro fullt synliga oberoende av om sikten ute är dålig, t.ex. på grund av dimma eller i tunnel på grund av kurva.
 4. ^{Reparatursignaler äro obehövlige} Signalsbilderna i hytten visas för föraren i rätta ögonblicket, och den särskilt i London främhållna oögheten, att en stoppsignal kan synas för tidigt, elimineras.
 5. Något lägre installationskostnad.
 6. Enär inga anordningar äro utplacerade i spåren och underhållsarbete därför kan utföras under alla tider på dygnet, böra kostnaderna för underhåll bli lägre. Detta bekräftas av Union Switch & Signal Co.*

2. Möjliga signalsystem i Stockholm.

Enhuru utvecklingen torde gå från intermittent mot kontinuerlig tågkontroll, kunna naturligtvis båda systemen tänkas.

* Union Switch & Signal Co, Swissvale, Pa, USA, är världens största signalfirma.



A. Intermittent kontroll.

Om intermittent kontroll väljes, kan - på grund av tidigare omnämnda utrymmesbrist på vagnarna - knappast elektromagnetiskt system komma på fråga. Om mot förmodan detta i alla fall skulle vara möjligt, medför det ingen skillnad beträffande signalsystemets princip.

Av intermittent tågkontrollsystem torde det i London av LPTB^x använda vara det bästa. Där användes tvåbegreppssignalering (rött och grönt). Vid varje signal finnes en mekanisk tågstoppsanordning. I kurvor, där sikten är dålig, användas repetersignaler - utan tågstopp - visande gult eller grönt sken. Systemets funktion framgår av skiss 1. På sådana platser, där på grund av banans natur hastighetsbegränsning erfordras, måste signalerna förses med utrustning för tidreglering. Detsamma gäller för signalerna vid infarten till stationer med mycket stor trafik. Härigenom kunna vid dröjsmål vid sådan station efterföljande tåg med reducerad hastighet passera de yttre infartssignalerna, så att dröjsmålet ej behöver medföra större och större förseningar för efterföljande tåg.

B. Kontinuerlig kontroll.

Kontinuerlig kontroll torde bäst anordnas såsom en modifikation av det system, som användes på San Francisco-Oakland Bay Bridge^{xx}. En sådan modifikation diskuterades av briö Zetterström och undertecknad med Union Switch & Signal Company's experter vid vårt besök i Swissvale i januari i år. Denna diskussion fortsattes mera ingående vid mitt senare besök i Swissvale i februari, varvid vi slutligen kommo fram till följande system:

Vagnarna utrustas med "cab signal" och "hastighetsregulator" (speed governor). Fasta signaler användas på trafikspår endast före växlar. Spårledningarna bliva av "coded track"-typ, dvs. de matas med växelström, som brytes och slutes efter visst codesystem.

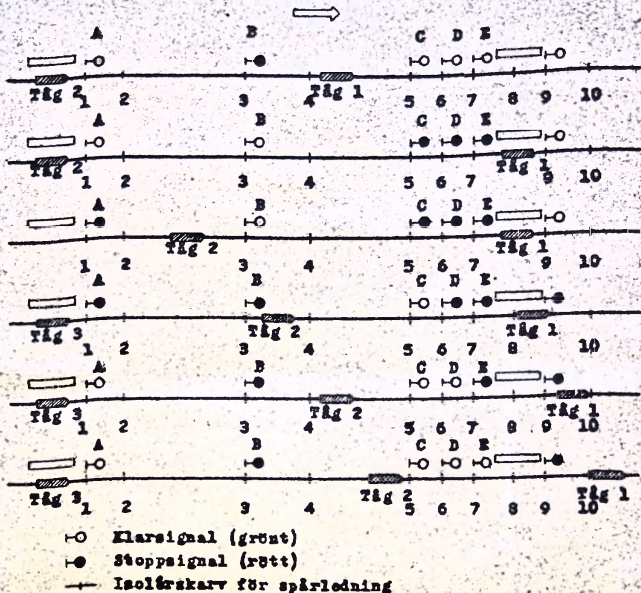
Antalet hastighetsgränser blir två, förslagsvis ca 50 km/h och 15 km/h. (Bromssträcka ca 100 m resp. 10 m för retardationen 1 m/s².) Antalet coder blir likaledes två, 180 resp. 75 impulser per minut. I fortsättningen kallas coderna 75-code och 180-code.

När tåg mottager 180-code, är hastighetsregulatorn urkopplad, och hastigheten är alltså icke begränsad. Detta motiveras av

x London Passenger Transport Board.

xx SFOBB är världens längsta bro - ca 15 km. Den trafikeras bl.a. av lokaltåg, som ombesörja trafiken i Oakland och mellan denna stad och San Francisco.

INTERMITTENT TÅGKONTROLL.



Bilden visar, huru signalbilderna ändras, allteftersom tågen gå fram. En signal (t.ex. A) övergår till stopp med rött sken, när ett tåg passerar densamma. Den återgår sedan till klart med grönt sken, först sedan tåget passerat nästa signal (B) och ytterligare en sträcka, den s.k. överlappningssträckan (3-4). Varje signal är försedd med automatiskt tåg-stopp av mekanisk typ.

att dels vagnarnas motorer icke kunna åstadkomma mycket större hastighet än den maximalt tillåtna (70 km/h) utom givetvis i starka utförslutningar, men där avses 50 km/h-restriktionen att införas. Vidare kan en enklare hastighetsregulator användas, om den övre gränsen slopas. I detta sammanhang bör erinras om att vid alla slag av intermittent kontroll någon övre hastighetsgräns icke förekommer - liksom givetvis ej heller någon annan hastighetsrestriktion utom absolut stopp.

Då tåg i stället mottager 75-code, måste hastigheten hållas vid eller under 50 km/h. Om slutligen ingen code alls erhålles, kan hastigheten ej överstiga 15 km/h.

Övergången från okontrollerad till restriktiv hastighet resp. från restriktiv till mera restriktiv hastighet tillgår på följande sätt.

I förarhytten (cab signal) erhålles ny signalbild, och, om hastigheten är högre än vad den nya bilden tillåter, även en summersignal. Föraren skall därvid omedelbart bromsa tåget, tills summerljudet försvinner, vilket anger, att tåget kör vid eller under den hastighetsgräns, som är tillåten.

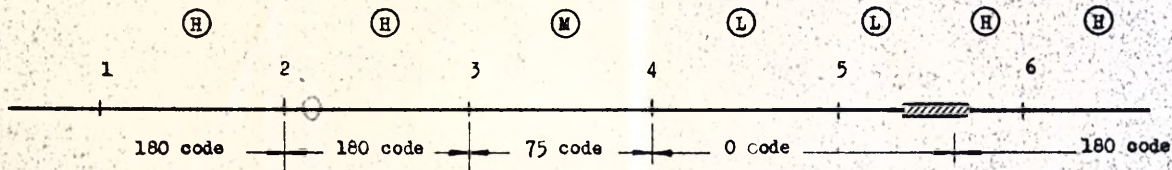
Skulle föraren underlåta att bromsa, kommer tåget att efter viss tid - förslagsvis 3 sek - att påverkas av nödbromssystemet, varvid tåget kommer att bringas till absolut stopp.

När cab signal växlar till en mindre restriktiv eller okontrollerad hastighet, ljuder ingen summersignal.

Signalbilderna (cab signal) kunna t.ex. utgöras av bokstäverna H (hög), M (medium) och L (låg).

Skiss 2 visar, hur systemet fungerar. Som framgår därav, kan ett tåg köra in på samma spårledning som föregående tåg, dock endast under förutsättning, att hastigheten redan på föregående spårledning reducerats till 15 km/h (bromssträcka ca 10 m). Om sålunda ett tåg befinner sig på spårledning 5-6 enligt skiss 2, kommer ett efterföljande tåg att redan vid isolerskarven 3 tvingas nedbringa hastigheten till 50 km/h och sedan vid skarven 4 ytterligare till 15 km/h. För att emellertid ytterligare skärpa förarens uppmärksamhet i dylika fall, finnes i förarhytten en särskild knapp, som måste intryckas vid inkörning på spårledning, där hastigheten ej får överskrida 15 km/h. Med intryckande av denna knapp, visar föraren, att han är beredd att stanna tåget. Skulle föraren underlåta att i sådant fall intrycka knappen, påverkas nödbroms-

KONTINUERLIG TÅGKONTROLL.



- (H) : cab signal anger obegränsad hastighet
- (M) : cab signal anger 50 km/h som högsta tillåtna hastighet
- (L) : cab signal anger 15 km/h som högsta tillåtna hastighet

180 code: spårledningsströmmen avbrytes 180 ggr/minut

75 code: " " 75 "

0 code: " " icke eller är ständigt avbruten

systemet, varvid tåget kommer att bringas till absolut stopp.

I sådana kurvor och lutningar, där hastighetsbegränsning antas vara nödvändig, uteslutes 120-oden, och högsta tillåtna hastighet blir alltså 50 km/h. Möjligen kan invändas, att man på vissa platser kan tillåta 55 km/h, på andra 50 eller 45 eller 40 km/h. Detta kan givetvis lätt anordnas genom tidreglering av spårledningarna men torde vara skiljigen meningslöst, enär ingen förare kan exakt bedöma, vilken hastighet tåget har.

Den för intermittent kontroll erforderliga tidregleringen av infartssignaler till starkt trafikerade stationer blir onödig med kontinuerlig kontroll enligt det beskrivna systemet.

På icke trafikspår uppsättas ev. erforderliga fasta signaler och användas spårledningar med konstant växelström. När tåg kör från sådant spår och in på trafikspår, inkopplas cab signal och hastighetsregulator automatiskt. Vid inkörning från trafikspår till sidospår kan motsvarande urkoppling ske automatiskt eller manuellt. I senare tallet måste föraren trycka på en knapp, när tåget lämnar trafikspår. Automatisk inkoppling (och möjligheter även till manuell) är givetvis nödvändig. Däremot kan nödvändigheten av även automatisk urkoppling ev. diskuteras, varvid också hänsyn måste tagas till kostnaderna. Då vil anordning med manuell urkoppling svårigheter föreligga att kontrollera, att förarna icke göra urkoppling av hastighetskontrollen även inom signalreglerat område, rekommenderas automatik.

I den mån vissa bansträckor ej hinna förses med ny signalutrustning, innan trafiken med tunnelbanevagnar igångsättes, gäller även där, att hastighetskontrollen måste urkopplas.

3. Rekommendationer.

Utvecklingen torde gå mot kontinuerlig tågkontroll. För de flesta lokaltrafikföretag föreligga emellertid mycket stora svårigheter att övergå till sådan kontroll, enär de redan ha ett fullständigt intermittent system. Kostnaderna för övergång skulle bli stora, och svårigheterna att utföra ändringsarbeten under trafik enorma.

För Spårvägens del är förhållandet ett annat. Inget gammalt signalsystem finnes, och ett nytt sådant måste under alla omständigheter byggas. Helt nya vagnar skola komma till användning. Omständigheterna äro således särskilt gynnsamma att från början väl-

7.

ja kontinuerlig tågkontroll.

Vid samtal med signalingenjören vid LPTB, Mr Bell, under mitt besök i London i april i år, framhöll denne, att om han skulle ändra stift signaler, skulle då signal och codespårledningarna vara det, som han i förste hand skulle reflektera på.

Under de 14 dagar jag var i San Francisco, var dinman under 10 dagar så öst, att man icke kunde se längre sträcka än ca 30 meter. Värre förhållanden torde sannolikt aldrig förekomma i Stockholm. Och i våra tunnelar äro kurvradierna icke så små, att sikten blir kortare än 30 meter. I detta sammanhang bör erinras om att bromssträcken vid lägsta hastighetsgränsen, 15 km/h, är ca 10 meter.

Med hänsyn till de stora fördelar, som kontinuerlig kontroll erbjuder i förhållande till intermitterent föresikt, att den under 2 8 skisserade modifieringen av SFOBB-systemet utföres för vår tunnelbanan.

Stockholm den 10 maj 1947.

J. P. B. Berg
(I B. Berg)