

## Københavns Bybane

Af Helge Erlandsen, Ørestadsselskabet I/S

---

*I 2000 får København en bybane. Der er tale om en let metro - en "minimetro". Rejsehastigheden er høj og tidsafstanden mellem de automatisk kørende tog er lille - ned til 1½ minut. Den lille tidsafstand tillader afkortning af tog og perroner til kun 40 m's længde. Togene er førerløse men ikke personale løse. Servicemedarbejdere inde i samtlige tog giver en høj grad af tryghed for passagererne.*

### Led i samlet trafikplan for hovedstadsområdet

Bybanen er ét af en række elementer i en samlet trafikplan for hovedstadsområdet. Planen blev udarbejdet af et bredt sammensat udvalg, der afsluttede sit arbejde i 1991. Samtlige anbefalede investeringer i kollektiv trafik er siden konsekvent iværksat:

- Bybanen er under kontrahering, Sverigesforbindelsen er under udførelse, de to første nye S-tog af en ny generation er under levering og der er sikret bevillinger til udskiftning af hele S-togsparken, en projekteringslov er vedtaget for en udbygning af S-banen til Frederikssund og endelig er en S-buslinje i Amagerbrogadelinjen etableret og under videre forbedring i form af det såkaldte "Priobus"-projekt.

### Bybanen og Ørestaden

Bybanen skal anlægges af et nyt interessentskab, Ørestadsselskabet, der ejes i fællesskab af Københavns kommune og den danske stat, repræsenteret ved Finansministeriet. Dette er fastlagt i den særlige Ørestadslov, der blev vedtaget af Folketinget i 1992. Samme lov overdrager også et godt 300 ha stort, hidtil ubebygget område på Vestamager til Ørestadsselskabet til byudviklingsformål. Bybanens vestgren betjener det nye byområde, "Ørestaden".

Bybanen anlægges i første omgang for statskautionerede lån, der senere tilbagebetales med provenuet fra salg af arealer i Ørestaden og overskuddet fra banedriften. Det er første gang det engelske "New Town"-princip, hvor de samfundsskabte værdier ved banens anlæg føres tilbage til samfundet, anvendes i større skala i Danmark. Det er hensigten, at det velbeliggende område tæt ved City, lufthavn og Sverigesforbindelse skal rumme internationalt orienterede virksomheder, kulturelle institutioner, boliger, grønne områder mv. Der regnes fuldt udbygget med ca. 3 mio. etagemeter bolig- og erhvervsbyggeri.

Bybanen anlægges i tre etaper. Første etape, Nørreport-Vestamager/Lergravsparken er helt beliggende i Københavns kommune. Anden etape, Nørreport-Vanløse er delvis beliggende i Frederiksberg kommune. Tredje etape, Lergravsparken-Lufthavnen er delvis beliggende i Københavns Amtskommune. To separate bygherreselskaber skal derfor iht. Ørestadsloven stå for 2. og 3. etape. Frederiksbergbaneselskabet, som ejes af Ørestadsselskabet og Frederiksberg Kommune, står for 2. etape. Østamagerbaneselskabet, som ejes af Ørestadsselskabet og Københavns Amt, står for 3. etape. Ørestadsloven foreskriver dog også at banerne skal anlægges og drives som ét samlet system.

Ørestadsselskabet er etableret i 1993, medens de to sidstnævnte selskaber er stiftet i 1995.

### Minimetro, sporvogn eller light rail ?

Loven fastlægger bybanens linjeføring, men lader det endelige systemvalg stå åbent. Især linjeføringen på det nordlige Amager blev detaljeret behandlet under Folketingets behandling. Loven bruger begrebet letbane og lader dermed forstå, at der *ikke* er tale om en udvidelse af S-togsnettet. Som mulige letbanesystemer nævner loven bybane, minimetro og magnetbane. Det endelige systemvalg ligger hos bestyrelsen. Også tunnelleringsomfanget skal iht. loven fastlægges af selskabet. Selskabet har derfor udvalgt 3 konkrete løsninger, minimetro, light rail og sporvogn, som bedst muligt dækkende løsningsrummet. For hver af disse løsninger er der udarbejdet komplette dispositionsforslag omfattende

- bygge- og anlægsarbejder, rullende materiel, banetekniske installationer, arkitektur og byplan, miljø og trafik.

Loven fastlægger tillige, at såvel anlæg som drift af banen skal udliciteres. Udlicitering af banedrift, som det er gjort på Tunnelbanen i Stockholm er ikke tidligere prøvet i Danmark. Lovgiverne har imidlertid ønsket at banedriften skulle opnå de betydelige rationaliseringsgevinster, som udliciteringen af busdriften har tilført amtstrafikselskaberne.

*Minimetroløsningen* er en automatisk kørende bybane. Togene vil blive indrettet uden førerrum. Til gengæld vil der til stadighed være en servicemedarbejder tilstede i toget. For minimetrosystemet er forudsat en mindste planmæssig tidsafstand mellem togene på 100 sekunder. Den lille tidsafstand muliggør korte tog og korte perroner og dermed billigere tunnelstationer. Togene kører med strømforsyning fra en tredje skinne, hvorved opnås den mindst mulige tunneldiameter og dermed de relativt billigste tunnelstrækninger. Samtidigt undgås et skæmmende køreledningsanlæg i den nye bydel. Minimetroen kører på alle strækninger i eget trace, helt adskilt fra øvrig trafik. Bybanen føres i tunnel under de centrale bydele. Kombinationen af 100 % egen trace med et fleksibelt automatisk togstyringsystem betyder at omløbstiden for togene bliver relativ kort og vognbehovet tilsvarende relativt lille.

*Sporvognsløsningen* er en førerbetjent bybane, der karakteriseres ved stor synlighed i byen. For sporvognssystemet er forudsat en mindste planmæssig tidsafstand på 160 sekunder. Tidsafstanden svarer til 2 gange den typiske omløbstid i byens eksisterende gadesignalanlæg. Sporvognen forudsættes indpasset og prioriteret i disse, men der regnes ikke med en mere avanceret prioritering, der vil udløse en omfattende fornyelse af byens gadesignalanlæg. Togene kører med strømforsyning fra en ophængt køreledning. I de centrale bydele kører sporvognen overalt i et reserveret gadeareal. De til rådighed værende arealer for den øvrige trafik reduceres væsentligt i sporvognsgaderne. I City placeres stoppestederne tættere end i de andre systemer, typisk med en afstand på 500 m. Uden for de centrale bydele kører sporvognen i egen trace, typisk med overskæringer i niveau.

*Light rail-løsningen* er en førerbetjent variant, der kombinerer sporvognsløsningens teknologi med minimetroens tunneltrace under City. Som for sporvognsløsningen er forudsat en mindste planmæssig tidsafstand på 160 sekunder. Tidsafstanden svarer i lighed med hvad der er tilfældet for sporvognen til 2 gange den typiske omløbstid i byens eksisterende gadesignalanlæg. Den lidt større tidsafstand nødvendiggør lidt længere tog og perroner og dermed relativt dyrere tunnelstationer. Togene kører med strømforsyning fra en ophængt køreledning som nødvendiggør en lidt større tunneldiameter og dermed relativt dyrere tunnel. På to strækninger i de centrale bydele uden for selve City forekommer gadekørsel som i sporvognsløsningen. Uden for de centrale bydele kører sporvognen i egen trace, typisk med overskæringer i niveau.

Som normgrundlag for alle tre løsninger valgtes i mangel af et relevant dansk normgrundlag at benytte det tyske normgrundlag i form af *BOStrab - Verordnung über den Bau und Betrieb der Strassenbahnen*, de tilhørende "Richtlinien" samt det omfattende vejledningsmateriale udsendt af den tyske brancheorganisation VDV.

	Minimetro	Sporvogn	Light rail
Længde (km)	22	22	22
- heraf tunnel (km)	8	-	5
- heraf gadestrækning (km)	-	8	1 ½
Antal stationer *)	23	27	25
- heraf tunnel	8	-	6
Max hastighed (km/t)	80	80	80
Min radius strækning (m)	240	20	20
Max stigning (%)	4, undtagelsesvis 6	-	4, undtagelsesvis 6
Min indvendig tunneldiameter (m)	4,9	-	5,1
Max toglængde (m)	39	35	70
Perronhøjde (m)	0,85	0,30	0,30
Strømforsyning	750 V jævnstrøm, 3. skinne	750 V jævnstrøm, køreledninger	750 V jævnstrøm, køreledninger
Sikringsanlæg	Integreret i automatisk togstyringssystem	Blokanlæg med automatisk togstop uden for gadestrækninger	Blokanlæg med automatisk togstop uden for gadestrækninger
Min planmæssig tidsafstand mellem tog (sek.)	100	160	160

\*) Ekskl. to evt. supplerende stationer i Ørestaden

*Fig.: En sammenligning mellem de tre bybaneløsninger.*

Ved valget mellem de tre løsninger blev der lagt vægt på følgende forhold:

- Evne til at tiltrække passagerer, herunder parametre som rejsehastighed, frekvens, omstigningforhold, driftspålidelighed og tryghed
- Miljø i byen, herunder spørgsmål om støj- og vibrationsudbredelse, luftforurening, visuelt miljø etc.
- Ulykker
- Gener for byen og brugerne - anlæg og drift
- Økonomi - anlæg og drift

*Minimetroen klarede sig bedst på stort set alle parametre. Ørestadsselskabets bestyrelse har derfor valgt minimetroløsningen*

## Passagererne

Middelrejsehastigheden er en helt afgørende faktor for systemernes evne til at tiltrække passagerer. Den er beregnet til 40 km/t for minimetroløsningen, 35 km/t for light rail-løsningen og 25 km/t for sporvognsløsningen.

Der er beregnet trafikprognoser for bybanen for år 2000 (første driftsår, kun etape 1), år 2010 (etape 1+2+3) og år 20XX (år 2010 + fuldt udbygget Ørestad).

Antallet af påstigende passagerer bør ses i sammenhæng med transportarbejdet opgjort som pass km/år. For minimetroen viser prognoserne for år 20xx 80 mio. påstigere og 329 mio. passager-km, medens de tilsvarende tal for sporvognen er 51 mio. påstigere og 149 mio. passager-km og for light rail'en 74 mio. påstigere og 288 mio. passager-km. Prognosernes middelrejselængde er 4,1 km for minimetroen, 2,9 km for

sporvognen og 3,9 km for light rail'en. Som det ses ville sporvognsløsningen få en tydeligt lavere middelrejselængde end de to løsninger, der passerer city i tunnel. Prognoserne viser da også at sporvognsløsningen i forhold til tunnel-løsningerne ville få en markant ringere markedsandel på city strækningen end på øvrige strækninger, svarende til at en del passagerer vil benytte sporvognen på de relativt højklassede yderstrækninger, men ville skifte til bus inden sporvognen kører ind i city-området.

Forskellene i passagerprognoserne systemløsningerne imellem følger i øvrigt forskellene i middelrejse-hastigheden ret nøje. Minimetroen opnår det største passagergrundlag. Rejsetiden og antal afgang pr time er helt afgørende for bybanens konkurrenceevne overfor andre transportmidler. Også en række andre forhold er vigtige for passagerernes oplevelse af bybanen.

	Minimetro	Light rail	Sporvogn
Omstigningsforhold	8 højklassede tunnelstationer, øvrige stationer har god vejrbeskyttelse	4 højklassede tunnelstationer, øvrige stationer har kun let læskærm	Alle stationer har kun let læskærm
Driftspålidelighed	100 % egen trace, fuldt sikret og overvåget fra driftscentral	2 km gadekørsel og 15 niveau-skæringer, sikret uden for gade-strækninger, delvist overvåget	8 km gadekørsel, herunder city-området, 15 niveau-skæringer og en klapbro, sikret uden for gade-strækninger, delvist overvåget
Tryghed	Service-medarbejdere i alle tog, tv-overvågning af alle stationer nødtelefoner i alle tog og på alle stationer	Førere i lukkede førerrum, ronderende servicemedarbejdere i togene, nødtelefoner på tunnelstationer	Førere i lukkede førerrum, ronderende servicemedarbejdere i togene

Fig.: De tre forskellige systemer vurderet ud fra, hvordan passagererne ville opleve dem.

## **Ændringerne i bybilledet**

Minimetroen føres igennem de *centrale bydele* i tunnel og er således ikke i konflikt med eksisterende bygninger, veje og anlæg. På denne strækning er minimetroen kun synlig i bybilledet som nedgange til tunnelstationernes perroner samt med stationernes ovenlys og ventilationsskakte.

Sporvognsløsningen derimod ville medføre betydelige ændringer af bybilledet i de berørte gader i de centrale bydele. Sporvognsløsningen ville få trace i kanten af middelalderbyen langs Kongens Have, over Kongens Nytorv og gennem Christianshavn, forbi markante og historiske bygninger. Der ville ske en total omlægning af gadeprofilen, karakteriseret af ensretninger, tab af busbaner, tab af tilkørselmuligheder mv. Perronerne ville virke som barrierer og gaderne ville præges af køreledninger og master.

Light rail-løsningen ville på tunnelstrækningerne svare til minimetroen og på overfladestrækningerne svare til sporvognsløsningen.

I minimetroen vil anlægsperioden i de centrale bydele først og fremmest være synlig i form af større arbejdspladser ved hver af tunnelstationerne samt en central arbejdsplads for tunnelboringen, der for at minimere transporterne gennem byen ventes placeret ved havneløbet.

I alle sporvognsløsningens gadestrækninger ville en total genopbygning fra facade til facade være nødvendig, hvori alle gadens elementer "klemmes" til minimum. Der ville også være udløst meget store ledningsomlægninger, herunder omlægning af alle langsgående ledninger i sportraceet, for at undgå at senere reparations- og tilslutningsarbejder skulle give afbrydelser i bybanedriften. Omfanget og karakteren af disse arbejder ville, selv om de gennemførtes etapevis, være markant mere indgribende og forstyrrende end anlægsarbejderne for minimetroen i de samme byområder.

Light rail-løsningens gadestrækninger ville kræve tilsvarende ombygning som sporvognsløsningen, men gadestrækningerne ville have en væsentlig mindre udstrækning.

Sporvognsløsningens mange gadestrækninger betyder, at der skal håndteres dobbelt så meget forurenede jord som i minimetroens løsning. Tilsvarende er sporvognsløsningens gadestrækninger støjmæssigt problematiske, mens minimetroens tunnelstrækninger af natur er helt uproblematisk.

## **Ulykkesrisikoen**

Et ofte overset forhold er forskellene i ulykkesniveau, systemløsningerne imellem. Et højt ulykkesniveau var således medvirkende årsag til nedlæggelsen af de københavnske sporveje. Ulykkesstatistikker fra vesteuropæiske hovedstæder, der har bevaret sporvognssystemerne, viser tilsvarende høje ulykkesniveauer. For de tre systemløsninger er der derfor foretaget en risikovurdering.

Vurderingen viser, at minimetro-løsningen er en meget sikker løsning, at sporvognsløsningen forvolder 3½ gange så mange dødsfald som minimetroen på trods af lavere passagertal og kørselsomfang samt at sporvognen beregnet i forhold til passager-km forvolder knap 8 gange så mange dødsfald som minimetroen.

Risikovurderingen er foretaget for en minimetro med åbne perroner. Indførelse af perrondøre vil yderligere reducere risikoniveauet for minimetroen. Perrondøre vil samtidigt stærkt begrænse mulighederne for de meget ubehagelige selvmord. Det påregnes, at samtlige tunnelstationer forsynes med perrondøre.

## **Udformningen af materiellet**

Blandt de karakteristiske forhold ved minimetrosystemet kan fremhæves følgende:

Det rullende materiel er valgt som relativt små enheder. Den fornødne kapacitet opnås ved at køre de små enheder med høj frekvens i modsætning til kørslen med de relativt store enheder med en lavere frekvens, der ses på traditionelle bane-systemer. Den høje frekvens på minimetroen minimerer desuden omstigningstiden til de mange øvrige - typisk lavfrekvente - kollektive systemer, dvs. busser, S-tog og Re-tog

Togene kører fuldautomatisk uden førerbetjening. Togene er således indrettet uden førerrum og pladsen i togets front inddraget i passagerkabinen. I stedet vil der i hvert tog være en servicemedarbejder tilstede. Servicemedarbejderen vil dels have en generel tryghedsskabende opsynsopgave, dels have en specifik billetkontrolopgave svarende til togrevisorernes opgave på S-banen.

Hvert togsæt er 3-leddet med en samlet længde på 39 m, svarende til godt og vel længden på 3 normale busser.

Der er 6 brede døre på hver side af hvert togsæt. Dørene åbner automatisk ved alle stationer. Perron og vogn gulv er helt i samme niveau. Den trinløse indstigning giver de bedst tænkelige forhold for kørestolsbrugere, passagerer med barnevogne etc.

Der tilstræbes et rent, ærligt og funktionelt skandinavisk design. Den endelige udformning af togsættets design/vognkasser afhænger dog af, valget af leverandør og de frihedsgrader, der er indbygget i leverandørens tilbud.

Togsæt data		
Længde	39	m
Bredde	2,65	m
Højde	3,4	m
Gulvhøjde	0,85	m over skinne, trinløs indstigning fra perron
Egenvægt, anslået	53	tons
Dørbredde	1,6	m
Dørtype	Slide-Plug	
Døråbningstid	3-4	sek
Antal siddende	ca. 100	passagerer, afhængigt af indretningen
Antal stående (ved 4 pr m <sup>2</sup> )	ca. 200	passagerer, afhængigt af indretningen
Passagerer i alt	ca. 300	passagerer, afhængigt af indretningen
Maksimal hastighed	80	km/t
Acceleration	1,3	m/s <sup>2</sup>
Deceleration ved driftbremsning	1,2	m/s <sup>2</sup>
Strømforsyning	750	Volt jævnstrøm fra 3. skinne

Fig.: De vigtigste data for minimetroens togsæt

## Opgaverne for togstyringssystemet

Togstyringssystemet vil bl a indeholde følgende funktioner:

- Normal toggang med planlagt minimal togfølge (tidsafstand mellem togene) på 90 sekunder, rutiner for kørsel til og fra servicecentret, herunder opstart om morgenen og nedlukning om aftenen, intern kørsel på servicecentret til og fra vognvaskemaskine og klargøringshal, styring af toggangen iht. fastlagte "fall back" strategier under en række unormale forhold, hvor dele af banen ikke kan benyttes, styring af bjærgning af nedbrudt tog og styring af arbejdskørsel til eftersyns-, rengørings- og vedligeholdelsesformål, styring af informationsdisplay i tog, på perroner og på stationsforpladser under normal drift og ikke mindst unormale forhold, hvor informationsdisplayene vil spille en afgørende rolle for hurtig og præcis information af passagererne, overvågning af dørlukning samt nødstop ved åbne døre, indtrængen på banelegemet, brug af nødstopknapper i tog, i tunnel og på perroner etc. samt overvågning af en række andre vitale funktioner som bremsefunktion, sporskifter, detektering af brand i tog og tunnel, detektering af indtrængende vand eller gas i tunnel og ikke mindst togstyringssystemets egen funktion

Køreplanen for minimetroen ved banens åbning af 1. etape vil omfatte 2 linjer, een i hver af banens to grene. Hver linje vil have 10 afgang i timen svarende til en tidsafstand på det centrale afsnit på 3 minutter. Efter åbning af banens 2. etape køres med 14 afgang i timen pr linje svarende til godt 2 minutter mellem togene

på det centrale afsnit. Fuldt udbygget regnes med 18 afgangene i timen pr linje svarende til 100 sekunder mellem togene på det centrale afsnit.

I udbudet forudsættes minimetroen holdt åben 20 timer i døgnet. Der er dog tillige indhentet en optionspris på en begrænset natdrift i døgnetts resterende timer. Natdriften forudsættes i givet fald afviklet delvist som enkeltsporsdrift af hensyn til gennemførelsen af rengøring, vedligehold og testkørsel af materiel.

### **Minimetroens tunnelstrækninger**

Der er valgt en løsning, hvor tunnelboringsteknik kombineres med cut & cover stationer med vandtæt byggegrubeindfatning udført af sekantpæle. Den samlede løsning forener således en udførelsesteknisk meget sikker løsning med en passagervenlig og æstetisk særdeles tilfredsstillende løsning. Der er tale om en unik udformning med dagslysindfald og relativt højtliggende perroner. I gadeniveau vil stationerne kun markere sig i tilstrækkelig grad til at synliggøre bybanens beliggenhed.

### **Tidsplan og udbud**

Bybanens 1. etape er planlagt ibrugtaget i år 2000. Tilsvarende påregnes bybanens 2. og 3. etape ibrugtaget inden udgangen af 2001 hhv. 2003.

Prækvalifikation af entreprenører/leverandører til 1. etape blev igangsat i foråret 1995 og det egentlige udbudsmateriale blev udsendt medio 1995. Udbudet omfatter 2 entrepriser, nemlig a) bygge- og anlægsarbejder og b) banetekniske anlæg, rullende materiel, banens servicecenter i Ørestaden samt 5 års drift. Udbudet åbner også mulighed for at byde på a) og b) under eet. Udbudet indeholder efter anmodning fra Frederiksbergbaneselskabet og Østamagerbaneselskabet optioner på resterende tunnelstrækning i etape 2 samt rullende materiel, togstyringssystem og drift i etape 2 og 3. Udbudet sker som udbud efter forhandling iht. EUs forsyningsvirksomhedsdirektiv. Tilbud er modtaget primo februar 1996. Endelig kontrahering påregnes efter en række forhandlingsrunder at ske i 3. kvartal af 1996. Såfremt Frederiksbergbaneselskabet beslutter at udnytte optionen på tunnelstrækningen fra Nørreport til Frederiksberg påregnes denne delstrækning af etape 2 ("etape 2a") ibrugtaget i sammenhæng med etape 1.

Bybanens etablering og principielle linieføring er indeholdt i Københavns Kommuneplan. Bybanens detaljerede linieføring samt stationsplacering f.s.a. etape 1 og den københavnske del af tunnelstrækningen af etape 2 er fastlagt i et tillæg til kommuneplanen, som er endeligt besluttet før sommerferien 1996. Et tilsvarende tillæg til kommuneplanen for Frederiksberg, der fastlægger den detaljerede linieføring samt stationsplacering f.s.a. den frederiksbergske del af tunnelstrækningen af etape 2 ventes endeligt besluttet umiddelbart efter sommerferien 1996. En vurdering af Bybaneprojektets indvirkning på miljøet indgår i behandlingen af de to kommuneplantillæg i form af såkaldte VVM-vurderinger.

Det egentlige behov for ekspropriation af arealer til bybanen er yderst begrænset. De borede tunnelstrækninger indebærer imidlertid et omfattende behov for tinglysning af beskyttelsesdeklarationer på de overliggende ejendomme. Besigtigelses- og ekspropriationskommissionen for strækningerne i Københavns kommune indleder således sit arbejde med besigtigelsesforretninger i juni 1996.

## Økonomien

I forbindelse med valget af løsning er der naturligvis foretaget både beregninger af anlægsøkonomi og selskabsøkonomi, dvs. anlægs- og driftøkonomi under eet.

Den samlede anlægspris for minimetroløsningen, light rail-løsningen og sporvognsløsningen blev beregnet til henholdsvis 5,2 mia. kr., 4,9 mia. kr. og 3,9 mia. kr. Målt i forhold til de prognosticerede passager km er anlægsprisen for light rail-løsningen 6 % højere pr passager km i forhold til minimetroløsningen og sporvognsløsningen 63 % højere pr passager km. Målt tilsvarende i forhold til de prognosticerede passager km er tilskudsbehovet for light rail-løsningen 21 % højere pr passager km i forhold til minimetroløsningen og sporvognsløsningen 162 % højere pr passager km.

Der blev også gennemført samfundsmæssige beregninger af de tre systemer Disse omfattede imidlertid ikke samtlige relevante forhold. F. eks. var omkostningerne ved ulykker på banen ikke fuldt inddraget. De absolutte tal fra beregningen kunne således ikke uden videre benyttes. Derimod var den relative placering af de tre løsninger klar med minimetroen placeret samfundsmæssigt bedst og sporvognen samfundsmæssigt dårligst. Intet talte for, at inddragelse af de udeladte forhold - som omkostningerne ved ulykker - ville ændre ved denne rangordning.

Det kan derfor konkluderes at minimetroen er såvel den selskabsøkonomisk som samfundsmæssigt bedste løsning.

Med en diskonteringsrente på 5 % over 30 år viser beregningerne, at i størrelsesordenen halvdelen af anlægsomkostningerne kan tilbagebetales med driftsindtægter, medens resten skal finansieres ved salg af arealer i Ørestaden.

*Minimetroens økonomi adskiller sig herved radikalt fra al øvrig kollektiv nærtrafik i Danmark, der både får anlægsudgifter og betydelige driftsunderskud dækket af offentlige tilskud!"*

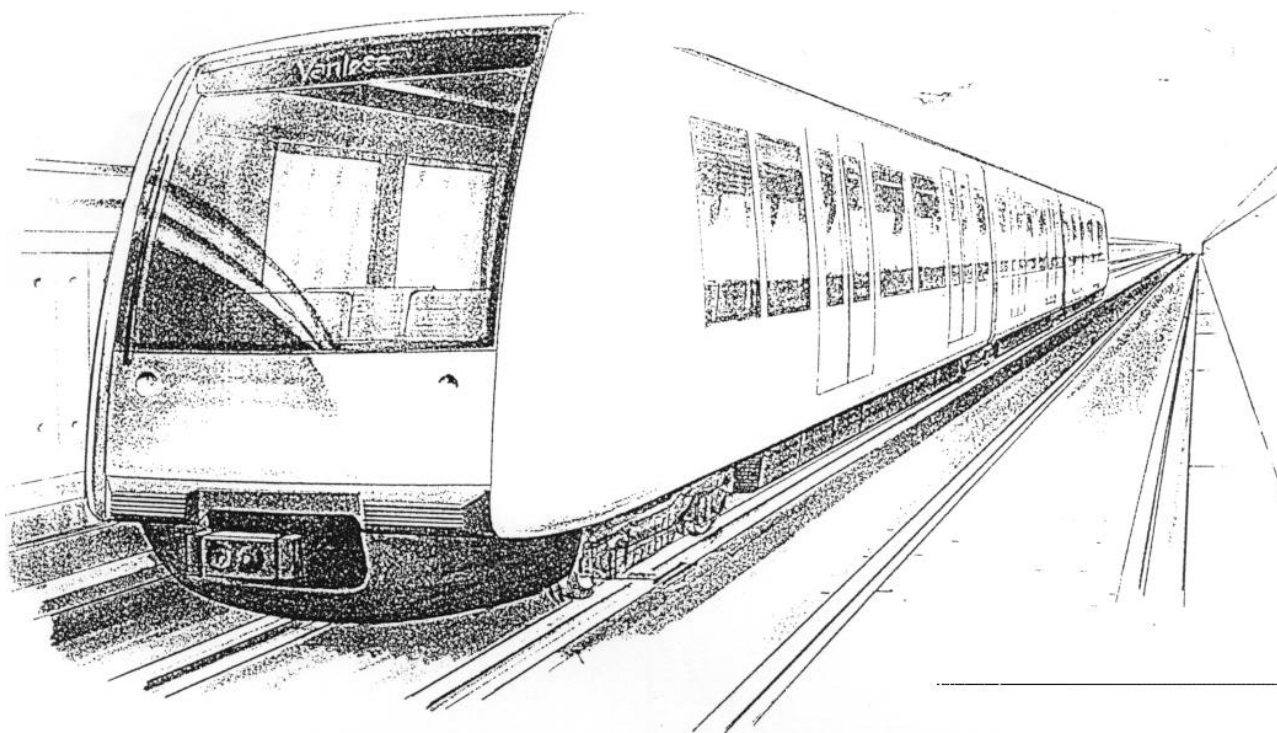
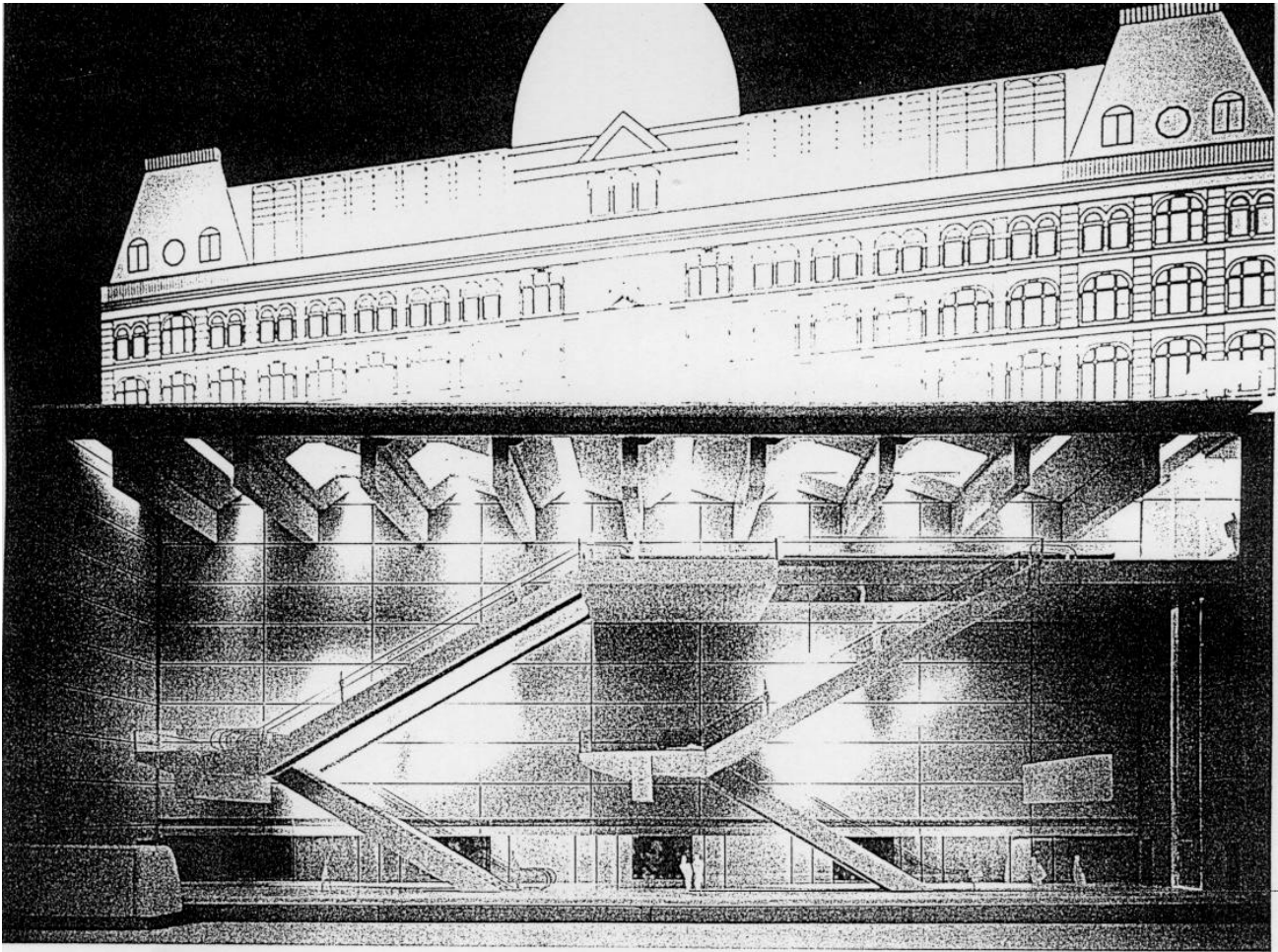


Fig: Et minimetroogsæt er treleddet med en samlet længde på 39 m.





*Fig: En af de kap 20 m dybe tunnelstationer.*



Fig: Bybanen med angivelse af de tre etaper.