

Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Bouwdienst Rijkswaterstaat

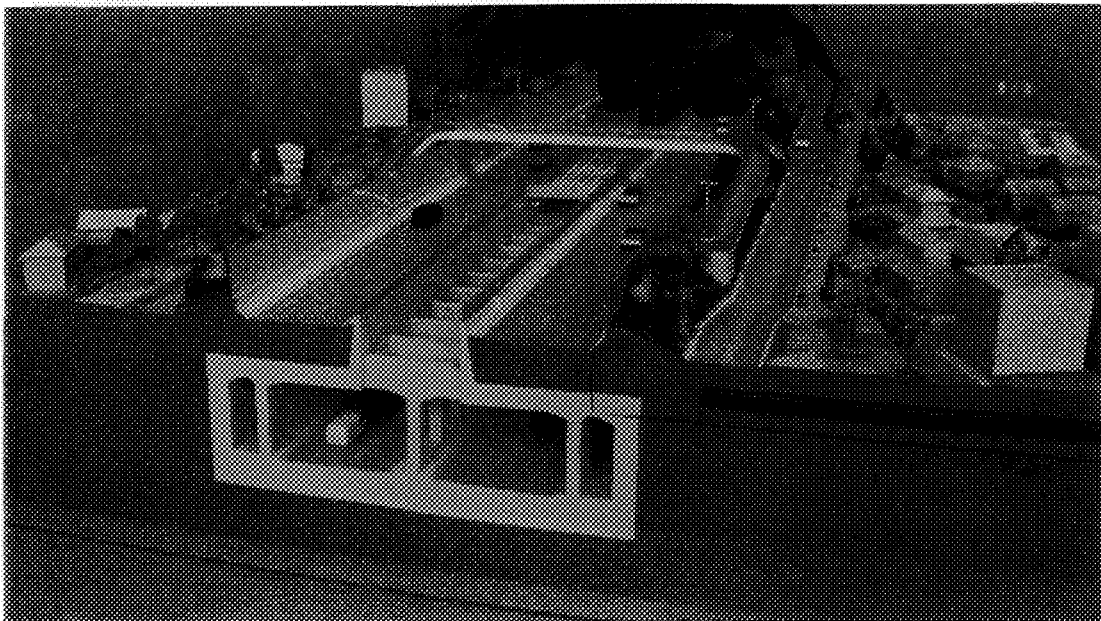
## **REISVERSLAG**

**JAPAN, 1 - 8 APRIL 2000**

# **INPASSING GEDEELTELIJK OVERKAPTE WEGEN EN GESLOTEN TUNNELS IN STEDELIJK GEBIED**

**Ruimtebeslag  
Maatregelen tegen geluidsoverlast  
Maatregelen tegen te hoge emissie in de omgeving**

**ir. B.P.Rigter  
ir. J.W. Huijben  
Bouwdienst Rijkswaterstaat**



Aan

**Staf Tunnelbouw  
Bouwdienst Projectleiding A73**

Van

**ir. J.W. Huijben en ir. B.P. Rigter**

Doorkiesnummer

**030 - 285 7982 / 7899**

Datum

**15 mei 2000**

Bijlage(n)

-

Onderwerp

**Studiereis naar Japan van 1 t/m 8 april 2000  
i.v.m. half-open tunnel A73 Roermond**

## **INHOUD**

1. REISDOEL
2. VERSLAG SENDAI (3 april 2000)
3. VERSLAG NAGOYA (4 april 2000)
4. VERSLAG TOKYO JOBAN-EXPRESSWAY KASHIWA (5 april 2000)
5. VERSLAG BEZOEK JAPAN HIGHWAYS -  
GEPLANDE OUTER RINGROAD TOKYO GAIKAN (6 april 2000)
6. VERSLAG BEZOEK NIPPON STEEL CORPORATION (6 april 2000)
7. VERSLAG BEZOEK ENKELE TUNNELS (5 en 6 april 2000)
8. OVERIGE ZAKEN
9. ANTWOORDEN OP VRAGEN GESTELD I.V.M. DE LAMELLENCONSTRUCTIE VAN DE  
ROERTUNNEL

## **BIJLAGEN:**

**Foto's van de bezochte projecten**

- A - Sendai
- B - Nagoya
- C - Tokyo Joban Expressway Kashiwa
- D - Outer Ringroad Tokyo
- E - Nippon Steel Corporation
- F - Algemene foto's
- G - Reizen in Japan

## 1. REISDOEL

Naar aanleiding van de geplande Roertunnel in de de A73 in Roermond, waarbij een gedeelte is voorzien van een opening in het midden van de tunnel, is gezocht naar vergelijkbare reeds bestaande situaties teneinde in praktijk de invloed op de omgeving en de beleving in de tunnel te kunnen beschouwen. Hiertoe is eerst in Europa gezocht doch de gevonden situaties in Duitsland en Frankrijk waren niet vergelijkbaar met de situatie in Roermond. Vervolgens is naar aanleiding van enig fotomateriaal uit Japan aan een Japans adviesbureau (Chiyoda Engineering) gevraagd een inventarisatie van bestaande situaties in Japan te doen. Er bleken 3 vergelijkbare situaties aanwezig die reeds geruime tijd in gebruik zijn. Op basis hiervan is tezamen met de Directie Limburg besloten een reis naar Japan te organiseren met als doelstellingen:

- hoe is de inpassing in de stedelijke omgeving en hoe beleven omwonenden de situatie
- welk geluidsniveau en welke frequenties worden in de omgeving waargenomen
- hoe gaat men om met verkeersemissies in stedelijk gebied
- hoe is de technische uitvoering waarbij valt te denken aan geluidsschermen, geluiddempende roosters / lamellen in de openingen, andere geluiddempende voorzieningen
- op welke wijze wordt de veiligheid gewaarborgd, waarbij moet worden gedacht aan sneeuwval, regen, scherpe overgangen tussen licht en donker bij zonnig weer, invloed van rook bij brand, en voorzieningen voor hulpdiensten
- hoe zijn de constructies vormgegeven
- hoe gaat men om met onderhoud en beheer, en wat is de te verwachten levensduur

Deze reis is gemaakt van 1-8 april 2000 door een delegatie van 7 personen:

- Rijkswaterstaat Bouwdienst : B.P. Rigter en J.W. Huijben
- Rijkswaterstaat Directie Limburg : R.M. Prins, R.J. Scholtes, A.M.R. Mesuere
- Gemeente Roermond : A.H.J.M. Schwachten (wethouder),  
G.P. Rutten (ambtenaar)

Doel was de in Japan toegepaste lamellenconstructies bij horizontale geluidsschermen te onderzoeken en te leren van de daar opgedane ervaringen.

De reis is georganiseerd door de projectgroep RW73-Zuid in samenwerking met Chiyoda Engineering Consultants uit Tokyo. Er werden bezoeken gebracht aan de Shogen tunnel in Sendai, de Nagoya Ring Road, de Joban Expressway door Kashiwa, de Tokyo Outer Ringroad, de Tokyo Aqualine tunnel, het hoofdkantoor van Nippon Steel en het hoofdkantoor van de Metropolitan Expressway Public Corporation (MEX). We ontmoetten beheerders en ontwerpers van met name de Japan Highways Public Corporation (JH).

Hoewel ook de projectgroep RW 73-Zuid een verslag heeft gemaakt, dat vooral een overzicht van reis weergeeft, gaat dit verslag van de Bouwdienst met name in op de technische aspecten alsmede enige bestuurlijke en juridische aspecten die in Japan een rol hebben gespeeld bij de besluitvorming. Hoewel het eigenlijke doel was vooral meer te weten te komen over de ervaringen met de in Japan toegepaste lamellenconstructies, te kijken hoe ze er uit zien, voelen en vooral horen, is zo veel interessante informatie over het Japanse wegbeheer en de innovaties daarin verzameld dat dit rapport een veel breder gebied bestrijkt.

## 2. VERSLAG SENDAI (3 april 2000)

Bezoekt is de Shogen-tunnel, een ca. 800 meter lange Dicht-Open-Dicht-Open (DODO) constructie, die deel uitmaakt van één van de uitvalswegen van de stad Sendai. De tunnel loopt door een verhoging in het landschap: de in- en uitgang worden door het natuurlijke verloop van het maaiveld gevormd. Op de verhoging in het landschap is een villawijk gelegen. Langs de tunnel (en de open delen) lopen secundaire wegen die deel uitmaken van het stratenpatroon van de stadswijk.

De hoofdgegevens zijn:

bouwjaar	: in gebruikname 1991
totale lengte	: 792 meter
aantal rijstroken	: 2 x 2 rijstroken, geen vluchtstrook
rijsnelheid	: ontwerpsnelheid 60 km/uur, werkelijke snelheid 70-80 km/uur
verkeersgegevens	: verwacht 30.000 vtg/dag in 2000, in werkelijkheid ca. 60.000, naar schatting ca. 20-30% vrachtverkeer

Foto's: zie bijlage A.

De opening is 5 m breed, dus 2,5 m per rijrichting. De open delen hebben een betonnen borstwering van ca. 1 m boven maaiveld, waarop een ca. 2,5 m hoog doorzichtig geluidsscherm is geplaatst. Rondom de borstweringen staan struiken.

Vanwege de ventwegen en de beplanting zijn de eerste huizen op ca. 20 m vanaf de zijkant van de openingen gelegen.

De constructie bestaat uit een betonnen bak, waarin zware kolommen zijn geplaatst (ca. 1 x 1 m) waarop zware betonnen balken zijn gestort. De balken dragen een ca. 1 m dik grondpakket waarop de ventwegen zijn aangelegd. De kolommen/balken staan h.o.h. 5 meter.

De tunnel is bezocht midden op de dag, waarbij er geen intensief verkeer was (naar schatting ca. 1500 passages / uur over alle rijstroken tezamen). Er was staande op de secundaire wegen langs de tunnel geen geluid uit de open delen waarneembaar. De situatie verschilde niet van een "normale" woonwijk met incidenteel lokaal verkeer.

De situatie wordt door de omwonenden als acceptabel ervaren, zowel qua geluid als qua verkeersemissie. Men reageert positief op de constructie als geheel, en in detail ook op de (relatief hoge) geluidsschermen.

Het tot op heden nooit voorgekomen dat vandalen voorwerpen over de geluidsschermen in de tunnel gooiden (kan ook nauwelijks: totaal ca. 3,5 meter hoog en over een breedte van 1,5 m omzoomd door struiken).

De weg was oorspronkelijk (1974) gepland als open en op maaiveldhoogte, doch dit ontwerp is door de bewoners verworpen waarbij zij als alternatief een tunnel voorstelden (eisten). In de ontwerpfase is de tunnel gewijzigd in een DODO-constructie om te grote emissies bij de tunnelportalen te voorkomen en ook omdat er stedenbouwkundig geen plaats was voor ventilatietorens. De breedte van de openingen is niet over de hele breedte van de tunnel, aan de zijkanten is het dak gesloten zodat de lokale parallelwegen gedeeltelijk op het dak van de tunnel kunnen liggen. Uit ventilatie-overwegingen hadden de openingen tenminste 7 m breed moeten zijn, doch onder druk van de omwonenden is de breedte verkleind tot 5 m. Daardoor is de emissie uit de openingen beperkt en komt bij de tunnelportalen meer emissie vrij dan eigenlijk toelaatbaar is. Gelukkig staan er in de directe omgeving van de tunnelportalen (nog) geen woningen.

Door de weggebruikers wordt de balkenconstructie als zeer hinderlijk ervaren omdat deze bij hoge daglichtniveaus en zonneshijn grote licht-donkerverschillen in de tunnel opleveren en bij de gegeven rijnsnelheden tot hinderlijke flikkeringen leiden.

Later is tussen de kolommen een scheidingswand aangebracht waardoor per rijrichting het verkeer zelf een luchtstroom op gang houdt die leidt tot voldoende luchtverversing. Er is geen mechanische ventilatie.

**Veiligheidsvoorzieningen:**

- elke 100 m een (niet-vergrendelde) vluchtdeur in de middenwand
- elke 100 m aan de linkerkant (Japan rijdt links!) een hulppost met telefoon en poederblusser
- door de hele tunnel een droge brandblusleiding met aansluitingen aan beide zijden van de tunnel (kopse wand) en in de tunnel elke 100 m een Storz-koppeling; er is geen reservoir en pompset
- CCTV-camera's elke 100 m

**Overige opmerkingen:**

- in de tunnel zijn op de wanden geluiddempende cassettes aangebracht
- om geluidsuitstraling bij de portalen te voorkomen zijn bij de in- en uitgang over een lengte van ca. 50 m geluiddempende cassettes aan het plafond aangebracht
- vanwege de geluiddempende voorzieningen zijn de wanden vrij donker (worden niet gereinigd); dit is niet hinderlijk omdat er in de beide bovenhoeken verlichting is aangebracht en aanvullend op ca. 0,5 m hoogte boven het wegdek elke 10 m een gele reflector is geplaatst waardoor voertuigen redelijk goed waarneembaar zijn en tevens beweging zichtbaar is
- de ingangsverlichting heeft een te laag niveau
- bij de noordelijke ingang is er in de tunnel een invoegstrook van een op de hoofdweg aansluitende rijstrook over een viaduct: vanaf deze rijstrook is vanwege het alignement de situatie in de tunnel op stopafstand helemaal niet zichtbaar
- voor en achter de tunnel zijn op ca. 300 m afstand kruispunten met stoplichten: de dosering is zodanig dat naar zeggen van de plaatselijke autoriteiten nooit filevorming in de tunnel kan ontstaan; in werkelijkheid staan er op spijtstijden wel files in de tunnel (Dat komt omdat de controle op files moet geschieden via een beeldscherm in een kantoorruimte midden tussen allerlei andere kasten en spullen, er is niet continu iemand aanwezig. Er is wel een 2<sup>e</sup> beeldscherm bij de brandweer, maar die kan niet ingrijpen op de stoplichtenregeling).
- onder huidige nieuwe Japanse geluidseisen voldoet de tunnel niet meer: de eis is nu 50 dB(A) als absoluut maximum, gemeten langs de rand van de wegconstructie

### 3. VERSLAG NAGOYA (4 april 2000)

In Nagoya is (grotendeels) een ringweg aangelegd die voor ca. 50% als viaduct is uitgevoerd en voor een ander deel als tunnel met in het midden over de volle lengte een opening. Een deel van de ringweg moet worden aangelegd en is gepland als "spleettunnel". De breedte van de opening is ca. 1/3<sup>e</sup> van de tunnelbreedte. De opening is ter plaatse van kruisende wegen onderbroken. Het bezochte tracé is ca. 5 km lang. Langs en half op de tunnel zijn wegen aangelegd voor lokaal verkeer. De tunnel loopt geheel door woonwijken.

De hoofdgegevens zijn:

bouwjaar	: in gebruikname: 1981
totale lengte	: 5500 meter
aantal rijstroken	: 2 x 2 rijstroken, geen vluchtstrook
rijsnelheid	: ontwerpsnelheid 60 km/uur, werkelijke snelheid 90 km/uur
verkeersgegevens	: ca. 60.000-70.000 vtg/dag in tunnel, op de lokale wegen ca. 30.000 vtg/dag, naar schatting in de tunnel ca. 20-30% vrachtverkeer

Foto's: zie bijlage B.

De opening is 9 m breed. De open delen hebben een lage betonnen borstwering van ca. 0,3 m boven maaiveld, waarop een ca. 4-5 m hoog geluidsscherm is geplaatst, dat op "kijk"-hoogte doorzichtig is. De niet doorzichtige delen zijn geluidabsorberend, op de top is een bulb-vormige geluidabsorberende constructie geplaatst. Rondom de borstweringen staan struiken. Vanwege de ventwegen en de beplanting zijn de eerste huizen op ca. 20 m vanaf de zijkant van de openingen gelegen.

De constructie bestaat uit een betonnen bak, waarin zware kolommen zijn geplaatst (ca. 1 x 1 m) waarop zware betonnen balken zijn gestort. De balken dragen een ca. 1 m dik grondpakket waarop de ventwegen zijn aangelegd. De kolommen/balken staan h.o.h. 4-5 meter.

In de openingen in het tunneldak zijn in 1999 geluiddempende lamellen aangebracht dwars op de rijrichting. Laatste traject opgeleverd december 1999. Tevens is in de tunnel ZOAB aangebracht, en zijn langs de parallelwegen geluidsschermen aangebracht.

De reden voor deze aanpassingen is bebouwing (voornamelijk woningen in meerdere bouwlagen) die in de loop der jaren nabij het traject is gebouwd. Door middel van de lamellen werden tevens hinderlijke lichtflikkeringen voor weggebruikers in de tunnel weggenomen.

De vorm van de lamellen is zodanig ontworpen dat tezamen met de door het verkeer opgewekte luchtstroom voldoende ventilatie van de tunnel gewaarborgd is.

De tunnel is bezocht in de middag, waarbij er middelmatig intensief verkeer in de tunnel was (naar schatting ca. 2000-2500 passages / uur over alle rijstroken tezamen). Er was staande op de secundaire wegen langs de tunnel nauwelijks geluid uit de open delen waarneembaar. De situatie verschilde globaal niet van een "normale" woonwijk met incidenteel lokaal verkeer. Wel was op sommige plaatsen, lopende over de lokale weg, duidelijk een laagfrequente "brom" vanuit de tunnel hoorbaar mits er op dat moment geen lokaal verkeer was.

De situatie wordt na de aanpassing door de omwonenden als acceptabel ervaren, zowel qua geluid als qua verkeersemmissie. Men reageert zeer positief op de constructie als geheel, en in detail ook op de (relatief hoge) geluidsschermen.

Voordat de lamellen in de openingen in het tunneldak waren aangebracht waren er van de bevolking veel klachten over geluidsoverlast. De gemiddelde geluidbelasting was 62 dB(A). Na het

aanbrengen van de lamellen zijn er geen klachten meer. Ondanks de hoge gemiddelde verkeerssnelheid (90 km/uur) wordt langs de kant van de wegconstructie toch de eis van 50 dB(A) gehaald.

Door de weggebruikers werd de balkenconstructie als zeer hinderlijk ervaren omdat deze bij hoge daglichtniveaus en zonneshijn grote licht-donkerverschillen in de tunnel opleverden en bij de gegeven rijnsnelheden tot hinderlijke flikkeringen leidden. Hoewel de lamellen in de eerste plaats als geluiddemping zijn aangebracht houden deze tevens het directe daglicht tegen. In de tunnel is het onder lamellen relatief donker en is er nauwelijks verschil tussen de gesloten en open delen. Dit wordt door de weggebruikers als zeer positief ervaren.

Men heeft problemen met sneeuwval: deze valt tussen de lamellen door als geconcentreerde pakketten, terwijl bij hevige sneeuwval het complete dak dichtsneeuwt waardoor er geen luchtuitwisseling meer plaatsvindt. Door dit fenomeen valt de sneeuw uiteindelijk in banen op het wegdek waardoor een verkeersonveilige situatie ontstaat. In dat geval sluit men de rechter rijbaan (men rijdt in Japan links).

Ter plaatse van een loopbrug was een metalen net over de lamellen gespannen. Hierop lagen enkele voorwerpen die vanaf de loopbrug naar beneden waren gegooid. Ter plaatse van het net had men veel minder problemen met sneeuwval.

Tussen kolommen was een scheidingswand aangebracht om voldoende door het rijdende verkeer zelf opgewekte luchtverversing te verkrijgen en om bij brand de rook op één rijbaan te houden.

Op sommige plaatsen was een luik 3 x 5 meter in het lamellendak aangebracht om de brandweer de gelegenheid te geven via een ladder in de tunnel te komen. De onderlinge afstanden zijn niet bekend.

Ter plaatse van de luiken waren openingen om brandslangen van boven in de tunnel te laten zakken.

De hoge geluidsschermen langs de tunnelopening verhinderden een goed gebruik van de luiken en de openingen.

Veiligheidsvoorzieningen:

- elke 100 m een (niet-vergrendelde) vluchtdeur in de middenwand
- elke 100 m aan de linkerkant (Japan rijdt links !) een hulppost met telefoon en poederblusser
- door de hele tunnel een droge brandblusleiding met op gezette plaatsen aansluitingen vlak boven het lamellendak, op de lamellen was dan plaatselijk een beloopbare roosterconstructie aangebracht; in de tunnel elke 100 m een Storz-koppeling; er is geen reservoir en pompset
- CCTV-camera's elke 100 m
- er is geen mechanische ventilatie

Overige opmerkingen:

- in de tunnel zijn op de wanden geluiddempende cassettes aangebracht
- vanwege de geluiddempende voorzieningen zijn de wanden vrij donker (worden niet gereinigd); dit is niet hinderlijk omdat er in de beide bovenhoeken verlichting is aangebracht en aanvullend op ca. 0,5 m hoogte boven het wegdek elke 10 m een gele reflector is geplaatst waardoor voertuigen redelijk goed waarneembaar zijn en tevens beweging zichtbaar is

#### 4. VERSLAG TOKYO JOBAN-EXPRESSWAY KASHIWA (5 april 2000)

Even buiten Tokyo voert de Joban-Expressway in noordwestelijke richting dwars door de kleine stad Kashiwa. De stad is landelijk gelegen en bestaat voornamelijk uit laagbouw in een soort villawijkjes.

De weg ligt verdiept en bestaat als DODO-constructie (dicht-open-dicht-open). Rondom de openingen zijn zeer hoge geluidsschermen geplaatst (ca. 5-6 m hoog) bestaande uit gesloten staal/aluminium-constructies. Vanaf de bewoners gezien worden de geluidsschermen redelijk aan het oog onttrokken door hoog opgaande beplanting.

De hoofdgegevens zijn:

bouwjaar	: in gebruikname 1985
totale lengte	: 4100 meter
aantal rijstroken	: 2 x 3 rijstroken, geen vluchtstrook
rijnsnelheid	: ontwerpsnelheid 80 km/uur, werkelijke snelheid 90 km/uur, de aansluitende weg heeft een maximum limiet van 100 km/uur
verkeersgegevens	: gepland 60.000, in werkelijkheid 100.000 vtg/dag, naar schatting in de tunnel ca. 20-30% vrachtverkeer

Foto's: zie bijlage C.

Twee van de open delen zijn reeds bij de bouw voorzien van lamellen (Cortenstaal) om het directe daglicht te weren. Deze 2 open delen zijn relatief kort waardoor anders hinderlijke daglichteffecten tussen de aansluitende gesloten delen zou ontstaan. Omdat het eenvoudig was te integreren zijn de onderste delen van de lamellen tevens voorzien van geluiddempende cassettes.

De planning is gestart in 1970, waarbij aan een bovengronds tracé op maaiveldniveau werd gedacht. Na zeer veel weerstand van milieugroeperingen (gedurende ruim 10 jaar !) en beïnvloeding van het plaatselijke bestuur is uiteindelijk in 1979 door de stad een alternatief plan ingediend bestaande uit een verdiept tracé met gedeeltelijke overkapping. Het plan omvatte ook diverse milieubescherpende maatregelen. Eind 1979 wordt duidelijk dat de weg noodzakelijk is vanwege de wereldtentoonstelling in 1985 hetgeen voor alle partijen de doorslag vormt om de weg toch aan te leggen. In 1981 wordt tussen het stadsbestuur, milieugroeperingen en individuele bewoners met Japan Highways een convenant gesloten dat laatst genoemde in de toekomst de weg te allen tijde zal laten voldoen aan de normen voor geluidsoverlast en luchtkwaliteit, waarbij op kosten van Japan Highways eventuele noodzakelijke aanpassingen worden verricht. Na de opening in 1985 zijn op basis van het convenant diverse aanpassingen aan de geluidsschermen gedaan.

Nabij het tracé staat op 6 plaatsen een meetopstelling van geluid en NO<sub>2</sub>- en fijn stof-concentratie, waarbij de meetwaarden door elke voorbijganger kunnen worden afgelezen.

De aandacht van de milieugroeperingen was in de eerste (en vrijwel enige) plaats gericht op de zorg voor de plaatselijke bewoners, niet op flora en fauna.

De situatie is aan het eind van de morgen bezocht. Tijdens het bezoek regende het en veroorzaakte het verkeer extra band-wegdek lawaai. Staande vlakbij de geluidsschermen was geen verkeerslawaai waarneembaar. Wel was verkeerslawaai uit verder weg gelegen openingen waarneembaar ondanks de hoge geluidsschermen.

Het bezochte meethuisje stond op ca. 25m afstand van het geluidsscherm, het waargenomen verkeerslawaai lag onder de vereiste 50 dB(A).



Rijdende door de "tunnel" waren er geen hinderlijke invloeden van daglicht, doch het was vanwege de regen ook niet erg licht. Onder het lamellen gedeelte was diffuus daglicht waarneembaar.

Men heeft in het begin last gehad van sneeuw die in pakketten door de lamellen op het wegdek viel en daar verkeersgevaarlijke situaties veroorzaakte. Men heeft dit naar tevredenheid opgelost door het spannen van netten boven de lamellen.

## 5. VERSLAG BEZOEK JAPAN HIGHWAYS - GEPLANDE OUTER RINGROAD TOKYO GAIKAN (6 april 2000)

In het noordoostelijke deel van Tokyo is het laatste deel van de Outer Ringroad in voorbereiding, een tracé van ca. 12 km waarvan ca. 10 km uitgevoerd als tunnel vlak onder het maaiveld met in het midden over de lengte een spleetvormige opening. Langs de opening zijn de provinciale wegen gepland. Met enige tussenruimte (geluidsscherm en groenvoorziening) daarnaast lokale wegen.

De hoofdgegevens zijn:

bouwjaar	: in gebruiknaam naar schatting in 2010
totale lengte	: 12 km, waarvan 10 km als spleettunnel, 1 km als brugconstructie en 0,4 km als open bak
aantal rijstroken	: in tunnel 2 x 2 rijstroken, geen vluchtstrook bovenop tunnel 2 x 2 rijstroken, geen vluchtstrook
rijnsnelheid	: ontwerpsnelheid 80 km/uur, werkelijke verwachte snelheid 90 km/uur de aansluitende weg heeft een maximum limiet van 80 km/uur
verkeersgegevens	: ca. 40.000-50.000 vtg/dag in tunnel, op de lokale wegen ca. 50.000 vtg/dag, naar schatting in de tunnel ca. 30-40% vrachtverkeer

Foto's: zie bijlage D.

De weg is oorspronkelijk in 1969 (!) gepland als brugconstructie boven het lokale en provinciale wegtracé, doch deze constructie ondervond bij de omwonenden veel weerstand vanwege zichtvermindering en verwachte geluidsoverlast. In 1997 is het project opnieuw opgestart doch nu met een spleettunnel als uitgangspunt, waarbij in de opening geluiddempende lamellen worden gehangen. Langs de provinciale weg (bovenop de tunnel) komen 5 m hoge geluidsschermen, zowel op als in de tunnel is als wegdek ZOAB gepland. In de tunnel zullen geluiddempende panelen worden aangebracht.

Tegen deze wegconstructie bestaat vanuit de bevolking weinig weerstand; bij Japan Highway denkt men dat dit is vanwege de ervaring die intussen op andere plaatsen in Japan is opgedaan met dergelijke constructies.

Er loopt een studie naar de noodzaak van het aanbrengen van brandwerend materiaal aan de onderzijde van de gesloten delen van de tunnel, omdat bij instorting niet alleen de highway maar ook de provinciale weg gestremd raakt.

De geplande kosten bedragen ca. Hfl. 22 miljard voor een tracé van 12 km.

Er is niet voorzien in mechanische ventilatie in de spleettunnel. Op basis van een CFD-studie zou zijn geconcludeerd dat rook voldoende door de openingen tussen de lamellen ontwijkt.

Er vindt in de ontwerpfase geen overleg plaats met de brandweer. Pas aan het einde wordt aan de brandweer het eindresultaat getoond en wordt alleen instructie gegeven hoe te handelen bij calamiteiten. Deze handelwijze wordt waarschijnlijk ingegeven door het feit dat in Japan vrij strikte regels en normen gelden voor tunnels. Deze normen worden in Japan centraal vastgesteld door het Ministerie van Constructie in onderling overleg met politie en brandweer.

De normwaarden voor verkeersemissie worden in het betreffend gebied al ruimschoots overschreden, de wegaanleg zal de optredende concentraties zeker verhogen. Dit aspect wordt niet openbaar gemaakt.

Er wordt op gerekend dat de emissie in de toekomst minder zal worden door schonere motoren.

De tunnel heeft aan de buitenkant vluchtgangen (voor beide rijrichtingen een vluchtgang). De tunnel-constructie is zodanig ontworpen dat bij toekomstige toename van de verkeersintensiteit, en als het qua verkeersemissie toelaatbaar is, de wanden van de vluchtgangen worden gesloopt en er in beide buizen een extra rijstrook kan worden gemaakt. Het werd uit de bespreking niet duidelijk op welke wijze dan de vluchtvoorzieningen worden gemaakt.

## 6. VERSLAG BEZOEK NIPPON STEEL CORPORATION (6 april 2000)

Nippon Steel Corporation is de fabrikant van de lamellen in de tunnel in Nagoya. Een groot deel van het ontwikkelingswerk t.b.v. de lamelconstructies is in samenwerking tussen Chiyoda en Nippon Steel uitgevoerd.

Getoond werd een model op ware grootte. De afmetingen waren ca. 2,5 x 4 x 0,6 m (breedte x lengte x hoogte) waarbij de lamellen in breedte richting gemonteerd waren in een stalen frame. De lamellen zijn uitgevoerd als doosvorm in V-vorm met een tophoek van 120°. Dikte ca. 100 mm, afstand tussen de lamellen ca. 100 mm. De doos gevuld met glaswol in plastic verpakt, laagdikte plastic 1 mm (juiste laagdikte zou zijn proefondervindelijk zijn vastgesteld).

De perforatiegraad is ca. 30%, de gaten ca. 25 mm rond met naar buiten doorgedrukte randen (volgens de ontwerper Chiyoda geeft dit extra geluidsreductie).

Het getoonde model was uitgevoerd in RVS plaatdikte 0,6 mm.

Indien Cortenstaal wordt gebruikt wordt 1,6 mm geadviseerd.

Aluminium wordt niet gebruikt omdat bij brand (hoge temperatuur) de constructie te snel bezwijkt of druppelvorming vertoont.

Het gewicht van de constructie, uitgevoerd in RVS, is ca. 80 kg/m<sup>2</sup>.

Bij de sterkteberekening wordt gerekend op een windbelasting van 150 kg/m<sup>2</sup>.

De gemeten geluidsreductie bij een 1:1 model is ca. 15 dB(A). De werkelijke waarde hangt echter sterk af van de gekozen constructiehoogte.

Uitgevoerd in RVS zijn de kosten voor levering en montage ca. Hfl 3.000,- / m<sup>2</sup>. Ca. 70-80 % hiervan bestaat uit materiaalkosten.

Volgens zeggen zou een uitvoering in Cortenstaal ca. 60% van de kosten in RVS bedragen. Hierbij moet worden opgemerkt dat het om "Japanse" prijzen gaat: staal is in Japan duur omdat het 100% moet worden ingevoerd, de lonen in Japan liggen ca. 1,6x hoger dan in Nederland. Omgerekend zal gemeten naar Nederlandse maatstaven het prijspeil op ca. Hfl 2.500,-/m<sup>2</sup> voor de RVS-uitvoering, en ca. Hfl. 1.500,-/m<sup>2</sup> voor de Cortenstaal uitvoering liggen.

Foto's: zie bijlage E.

## 7. VERSLAG BEZOEK ENKELE TUNNELS (5 en 6 april 2000)

Tijdens het bezoek aan Tokyo zijn we tijdens het reizen door diverse tunnels gereden, waarbij het volgende opvalt.

- In de stedelijke tunnels, met over het algemeen een maximum snelheid van 60-80 km/uur, zijn op de wanden geluiddempende cassettes aangebracht waardoor de tunnelwanden donker zijn. De modernere tunnels in de zuidelijke ringweg (bij de havens) van Tokyo zijn merendeels uitgevoerd met lichte tegels op de wanden hetgeen een ruimtelijk beeld oplevert. Desondanks kan niet worden gezegd dat de zichtbaarheid van voertuigen hierdoor beter is. Met name in de Aqua line tunnel (Tokyo Bay) is het ruimtelijke effect wel nuttig omdat deze tunnel een extreme lengte van ca. 10 km heeft. Men brengt altijd elke 10 m reflectors aan op ca. 0,5 m hoogte boven het wegdek waardoor voorgaande voertuigen (en ook hun beweging) vrij goed gevolgd kunnen worden.
- Het verlichtingsniveau van de ingangsverlichting is in het algemeen te laag. (Volgens zeggen houdt men 100-150 cd/m<sup>2</sup> aan - in Nederland is dat 200-250 cd/m<sup>2</sup>)
- De aanduidingen bij vluchtdeuren en hulpposten zijn groot, goed zichtbaar en altijd als verlichte transparant uitgevoerd. De transparanten branden continu, hetgeen kijkend door de tunnel een veelvoud van lampjes oplevert echter zonder dat dit storend is: de verlichting is niet verblindend, trekt niet overmatig de aandacht, en maakt weggebruikers elke keer dat ze door de tunnel rijden attent op de aanwezigheid van vluchtdeuren en hulpposten. De transparanten zijn tussen 1 en 2 meter hoogte boven het wegdek geplaatst.
- De onderlinge afstand tussen vluchtdeuren is steeds ca. 100 m, de afstand tussen hulpposten ca. 100 m waarbij de hulpposten links en rechts verspringend zijn geplaatst. Slanghaspels zijn bij voorkeur aan de linkerkant (Japan rijdt links !) geplaatst.
- In nieuwe tunnels zijn verhoogde voetpaden met leuningen aangebracht waarop weggebruikers met pech kunnen wachten op hulp. Elke 100 m is er een trapje naar het voetpad. Het voetpad is naar schatting ca. 70 cm breed, en op ca. 80-90 cm boven het wegdek gelegen.
- Bij de Aqua Line (Tokyo Bay) is een model van een hulppost en een vluchtdeur/glijgoot-combinatie in het wegrestaurant geplaatst als instructie aan het publiek. De hulppost was niet bepaald logisch en gebruikersvriendelijk ingedeeld.
- Bij deze tunnel waren langs de zijkanten van de tunnel rails aangebracht waarop een verticale transwagen rijdt: hiermee kan onderhoudspersoneel (beschermd) onderhoud en schoonmaakwerkzaamheden verrichten terwijl het verkeer gewoon doorgaat.

Tijdens een discussie over het nut van sprinklers werd meegedeeld dat in Japan veel tunnels zijn voorzien van sprinkler-systemen, en dat men de volgende ervaringen heeft:

1. blussen van branden is niet mogelijk
2. kleine branden kunnen klein worden gehouden (de meeste branden zijn overigens klein, ook grote branden beginnen klein), waardoor naar zeggen de aankomsttijd van de brandweer minder kritisch is en de branden beter benaderbaar zijn
3. als een brand tot groot uitgroeit kan de situatie ook met sprinklers niet meer worden beheerst.

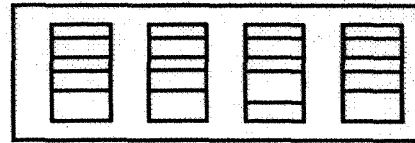
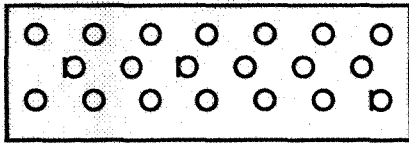
Foto's: zie bijlage F.

## 8. OVERIGE ZAKEN

Het eerste dat bij de 60 km lange busrit van Narita Tokyo Airport naar Tokyo opvalt zijn de vele kilometers geluidsschermen. Ook bij de latere busritten over het hoofdwegennet van Tokio en omgeving waren de wegen bijna overal verpakt in uniforme geluidsschermen. Vaak waren ook geluidsschermen in de middenberm aangebracht, zodat de indruk ontstaat te rijden in een verkeersriool. De hoofdwegen slingeren zich vlak langs de bebouwing. De normering betreffende geluid langs wegen in Japan stelt dat het geluidsniveau op de rooilijnen op een hoogte van 1.20 m boven maaiveld niet hoger is dan 50 dB(A).

Het weggebied heeft breedten van 40 tot 80 m (zie paragraaf x) en de verkeersintensiteiten zijn hoog (40 - 80.000 mvt/h). De ontwerpsnelheden van het wegennet in Tokio zijn 60 en 80 km/h. Tot deze lage snelheden is men wel gedwongen wegens de krappe boogstralen en het veelal ontbreken van vluchtstroken.

De geluidsschermen zijn vaak minstens 4 m hoog. De constructie bestaat uniform uit stalen stijlen waartussen aluminium cassettes (ca. 2.50 m lang, 0.70 m breed en 0.055 m dik) gevuld met glas- of steenwol in plastic folie verpakt. Soms hebben de cassettes gaatjes, soms hebben ze spleetjes:



De langs de snelwegen staande geluidsschermen bestaan uit gestandariseerde cassettes teneinde in het hele land een tamelijk uniform uiterlijk te verkrijgen.

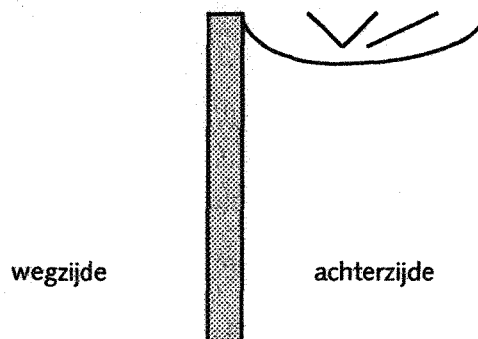
De cassettes zijn van een speciale (alleen in Japan verkrijgbare) aluminiumsoort gemaakt die bestand is tegen de corrosieve omgeving van de weg.

Op sommige stukken zijn de schermen aan de bovenkant gebogen of geknikt:

Slechts op een enkele plaatsen zagen we doorzichtige schermen. Dat was dan vooral in verblijfsgebieden.

Opvallend was dat veel geluidsschermen worden bekroond met een afronding, bestaande uit een gebogen en geperforeerde plaat, die evenals de lamellen, gevuld is met glas- of steenwol. Volgens de Janners geeft dit 2 tot 3 dB(A) extra geluidsreductie.

Een nieuwe ontwikkeling is een soort schaal die aan de top aan de achterzijde van het geluidsscherm is aangebracht. De schaal (van Helmholtz) heeft tot doel dat een deel van het geluid bewust over de top van het scherm wordt afgebogen en weer wordt teruggekaatst zodat door interferentie een lagere golfhoogte ontstaat. Dit is speciaal effectief voor lagere tonen.



In plaats van lussen in het wegdek zijn op gezette plaatsen paren van radars boven de rijbanen aangebracht; de radarelementen hebben een onderlinge afstand van ca. 3 m. Deze blijken onderhoudsvrij, robuust en betrouwbaar en net zo goed te werken als wegdek-lussen. Echter het verdient niet de schoonheidsprijs.

Bij veel grote wegrestaurants zijn beeldschermen geplaatst, waarop via 4 keuze knoppen de situatie op het wegennet zichtbaar kan worden gemaakt: plaats van files, plaats van incidenten, gemiddelde reistijden op trajecten, wegwerkzaamheden. De informatie komt van de verkeerscentrale(s).

Foto's: zie bijlage F.



## 9. ANTWOORDEN OP VRAGEN GESTELD I.V.M. DE LAMELLENCONSTRUCTIE VAN DE ROERTUNNEL

Op onze vragen, opgesteld als voorbereiding op de reis, en die tijdens diverse bezoeken werden gesteld, werden de volgende antwoorden gegeven :  
(Hetgeen hier wordt vermeld is gedeeltelijk een herhaling uit eerdere hoofdstukken)

### Toepassing

De lamellenconstructie is voor het eerst toegepast in Kashiwa bij de aanleg van de Joban expressway van Tokyo naar het Noorden.

### Ontwerp

Chyoda Consultants heeft een **methodiek** ontwikkeld voor het ontwerpen van lamellen. De klant moet opgeven welk lichtniveau in de verdiepte wegconstructie aanwezig moet zijn, welke geluidsabsorptie gewenst wordt en welke luchtkwaliteit (uitwisseling) nodig is. Met deze gegevens geeft Chyoda adviezen over de constructie.

Een zeer belangrijk aspect is de **maakbaarheid**: De maximale hoogte van de lamelconstructies die toegepast worden is 0.60 m. Deze maat wordt bij het Japanse ontwerp bepaald door de mogelijkheid de lamellen met de hand vast te kunnen schroeven aan de langsliggers. Deze mogelijkheid bepaalt ook de minimale afstand tussen de lamellen: Monteurs moeten met hun armen bij de bevestigingsmiddelen kunnen komen.

### Aanleg, beheer en onderhoud (Levensduur/materiaalkeuze):

**Regen:** Het glas- of steenwol wordt ingepakt in plastic. Daardoor is het ongevoelig voor regen. De bovenrand van de lamellen is dicht, de onderrand open, zodat water dat in de lamellen terecht is gekomen er uit kan lopen.

**Sneeuw:** Een boven de lamellen gespannen net kan het vallen van brokken sneeuw op het wegdek voorkomen.

**Stenen:** Voor het opvangen van stenen e.d. kunnen langs de randen hekwerken geplaatst worden of vangnetten gespannen worden over de breedte (bijvoorbeeld onder voetgangersviaducten).

**Vogelnesten:** nog niet waargenomen.

**Materiaal:** De cassettes zijn van Cortenstaal of RVS (veel andere keuzen zijn ook mogelijk). Deze staalsoorten vergen geen onderhoud.

De lamellen in Kashiwa zijn 15 jaar oud en zijn nog niet aan vervanging toe. De levensduur is ca. 30 jaar onderhoudsvrij.

**Aanlegkosten :** Zie hoofdstuk 6

**Gewicht en sterkte :** Zie hoofdstuk 6

**Aantal fabrikanten:** Bij het Nagoya project is aan 5 fabrikanten prijsopgave gevraagd.

### Geluidsabsorptie

De lamellen zijn ca 8 cm dik en staan onder een hoek van 60° met de horizon: /

De randen van de gaten van ca 2 cm diameter zijn enigszins uitgestulpt:



Deze combinatie van uitstulping en diameter van de gaten is belangrijk voor het absorberend effect.

Als de lamellen plat tegen een wand gemonteerd zouden worden zouden ze slechts 1 à 2 dB(A) absorberen. Het absorberend effect wordt dus vooral verkregen door de weerstand als gevolg van de korte afstand tussen de lamellen en de lengte van het geluidspad tussen de lamellen. Een maximale absorptie van 15 dB(A) zou mogelijk zijn.

De lamellenconstructieeenheden kunnen getest worden in een laboratorium. (N.B.: Uit de literatuurstudie die de Bouwdienst en DWW hebben laten uitvoeren is geen formule om de absorptie te bepalen te voorschijn gekomen. Als ingenieursbureaus deze formules al kennen zullen ze ze waarschijnlijk niet snel ter beschikking stellen. Daarom is het van belang dat de Bouwdienst deze formules ontwikkelt of laat ontwikkelen.)

#### **Ventilatie**

Belangrijk voor de ventilatie is de stand van de lamellen ten opzichte van de richting van het verkeer.

Om te voorkomen dat als gevolg van het aanbrengen van de lamellen ten behoeve van bovengenoemde functies de luchtkwaliteit in de verdiepte wegen te slecht zou worden zijn uitgebreide metingen in modelopstellingen uitgevoerd naar de luchtuitwisseling. Hieruit is gebleken dat de >> vorm in de rijrichting gunstig is voor de uitwisseling, terwijl de << vorm veel minder gunstig is. Er is een artikel van Ota waarin resultaten van metingen zijn gegeven. Uiteraard zijn belangrijk alle afmetingen (o.a. de diepte van het dak t.o.v. het maaiveld, dat in Japan enkele meters is) en de verkeerssamenstelling en rijsnelheid. Ota geeft geen relatie voor de windsnelheid. Als de lamellen dicht op elkaar staan kan dit natuurlijk een punt worden. Bij de Duitse lamel- en roostertunnels is dat geen enkel probleem gebleken.

Er is discussie over het wel of niet toepassen van een middenwand. Bij toepassing van een middenwand krijg je een betere uitwisseling. Als je geen middenwand toepast en de intensiteit van het verkeer op de andere rijbaan is veel minder (of meer) ontstaat een goede menging waardoor aan de uitwisseling met de buitenlucht minder hoge eisen hoeven te worden gesteld. Als beide verkeersrichtingen een ongeveer gelijke intensiteit hebben is vanwege luchtuitwisseling een middenwand noodzakelijk.

#### **Brand**

Er zijn geen speciale eisen t.a.v. brand. Wel is hier en daar een luik om de brandweer van bovenaf toegang te verlenen.

Opgemerkt werd dat de lamellen via de langsliggers een verband vormen. Bij hoge temperatuur van een gedeelte van het verband zal wel grote vervorming optreden, maar het is onwaarschijnlijk dat het in zijn geheel zal vallen.

#### **Gevaarlijke stoffen:**

De enige beperkingen die in Japan aan het vervoer van gevaarlijke stoffen worden opgelegd betreffen tunnels onder water en tunnels langer dan 5 km. Lamellentunnels vormen hierop geen uitzondering.

#### **HF-installatie:**

De lamellenconstructie werkt als een kooi van Faraday waardoor er nagenoeg volledige isolatie voor radiostraling is. Een HF-installatie is derhalve noodzakelijk.

#### **Verlichting:**

Uit constructieve overwegingen wordt het dak gedragen door portaalconstructies om de ca. 5 m. In Sensai en Nagoya bleek dit een onaangenaam rijcomfort te bieden omdat in combinatie met de rijsnelheid en direct daglicht onaangename flikkereffecten ontstaan. Daarom worden lamellen tussen de portaalconstructies aangebracht, waardoor het directe daglicht wordt afgeschermd. Het resultaat is dat het lichtniveau in de verdiepte weg gering wordt. Hierdoor moet er overdag zelfs kunstlicht zijn. Het voordeel van de in de Duitsland toegepaste lamelconstructie is dat het directe daglicht niet op de voertuigen valt maar aan de zijkanten van de weg, waardoor de weggebruikers geen last van flikkereffecten hebben. Daardoor hoeven de openingen niet afgeschermd te worden zodat er overdag voldoende licht is en er dan geen kunstlicht nodig is.

## 10. CONCLUSIES

In Japan heeft men vrij veel ervaring opgedaan met de inpassing van doorgaande wegen in dicht bebouwde stedelijke gebieden. In het verleden heeft men dit veelal met bovengrondse wegen en viaducten gedaan, vooral onder druk van de lokale bevolking worden steeds meer projecten uitgevoerd met doorgaande wegen (snelwegen) vlak onder maaiveld, waarbij in langsricting openingen zijn aangebracht.

Deze openingen zijn in de eerste plaats bedoeld om de verkeersemissie gespreid vrij te laten komen (voorkomen van punten van de emissie geconcentreerd vrijkomt) en in de tweede plaats om bij brand de rook zo snel mogelijk naar buiten te laten ontwijken.

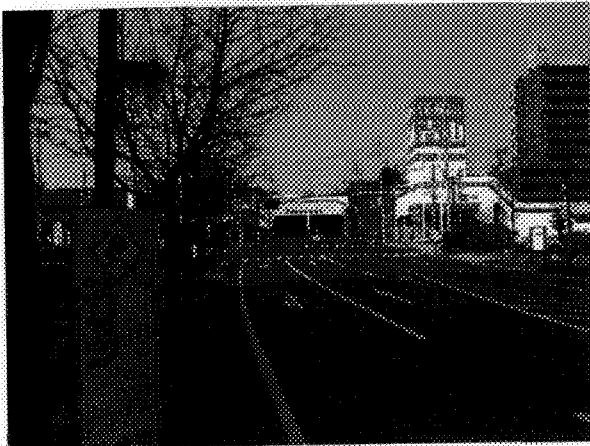
Over dit type constructies heeft de bevolking positieve reacties, zowel de plaatselijke bewoners als de weggebruikers.

Er moet op het volgende gelet worden:

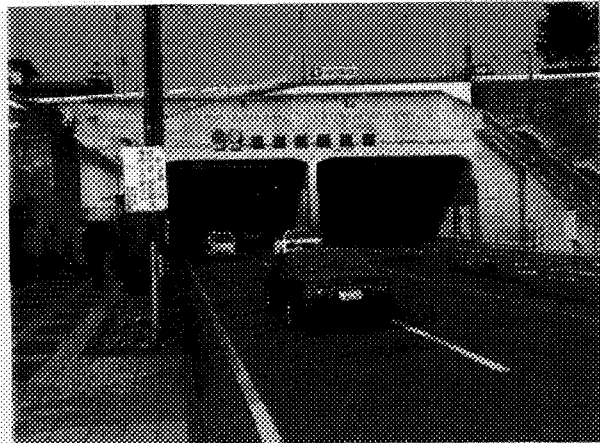
- De geluiddempende voorzieningen moeten zodanig zijn dat de geluidsemissie naar de plaatselijke bewoners aan wettelijke eisen voldoet; veelal zijn daarvoor geluiddempende wanden, geluiddempende lamellen in de langopeningen nodig. Indien op het dak van de tunnel tevens een regionale weg wordt aangelegd zijn ook geluidsschermen nodig.
- Het plaatsen van meetstations in de omgeving, waarop geluidbelasting en emissiewaarden door de bewoners zelf afgelezen kunnen worden, draagt bij tot sociale rust en vertrouwen bij de plaatselijke bewoners.
- In verband met de verkeersveiligheid moet gelet worden op voldoende afscherming van de openingen tegen het ingooien van voorwerpen en het voorkomen van sneeuwophoping op het wegdek.

Dit soort constructies geeft veel vrijheid tot stedelijke inpassing van doorgaande wegen.

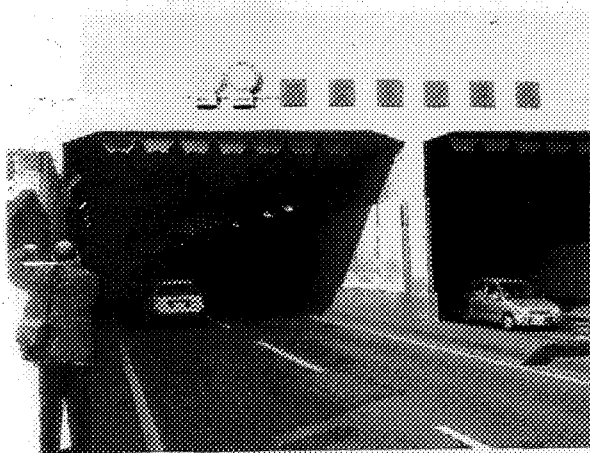




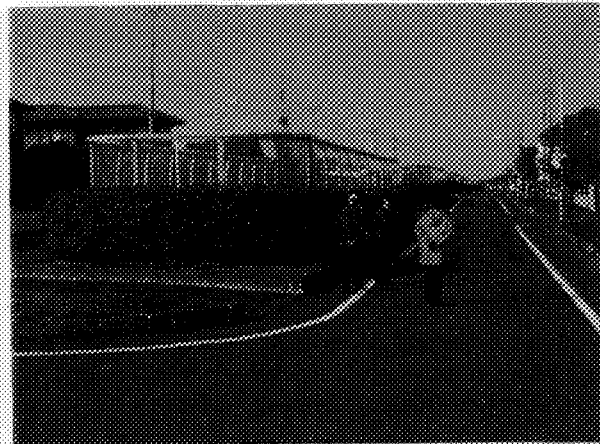
**Figuur 1 - Doorgaande stadsweg**



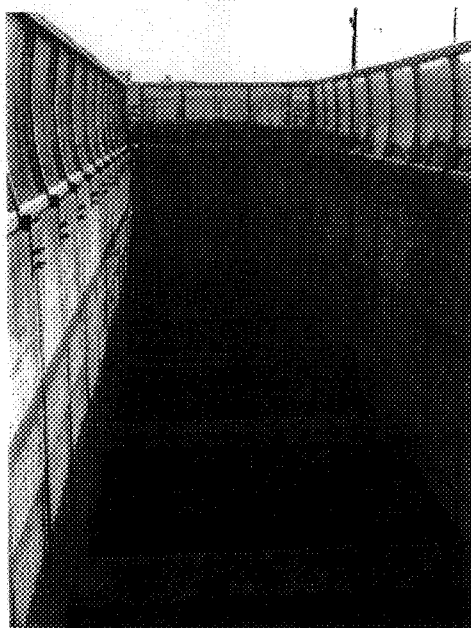
**Figuur 2 - Tunnelingang**



**Figuur 3 Geluiddempende voorzieningen in tunnelingang (wanden en dak)**



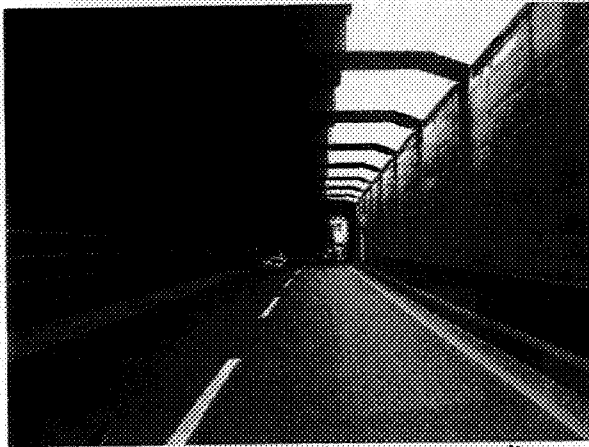
**Figuur 4 De omringende woonwijk**



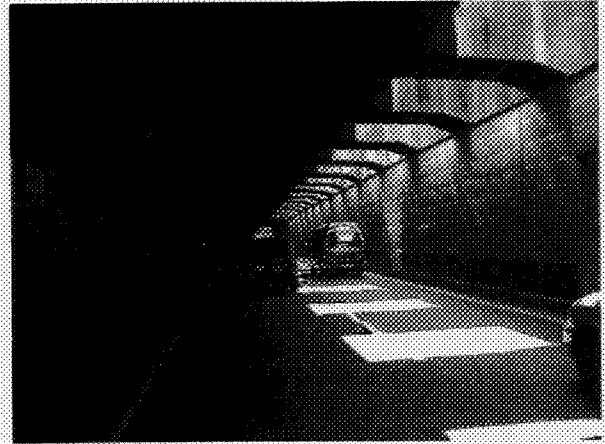
**Figuur 5 In één van de openingen gezien**



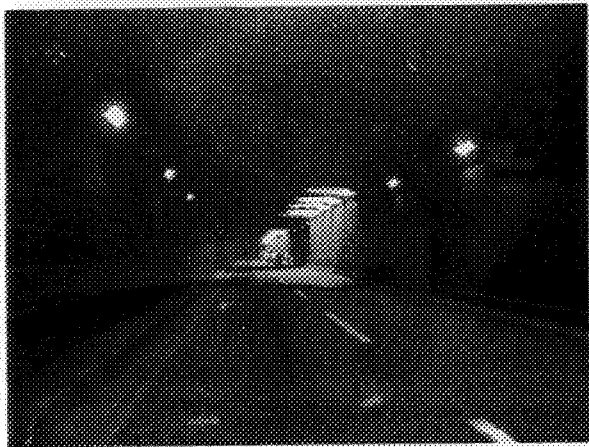
**Figuur 6 De omringende woonwijk**



**Figuur 7 - Daglicht zonder directe zonnestraling**



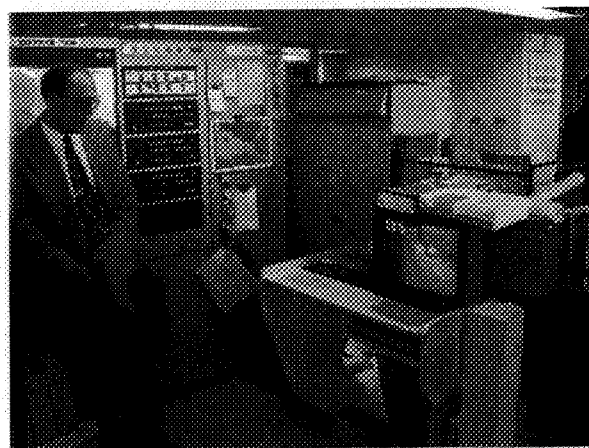
**Figuur 8 - Daglicht met directe zonnestraling**



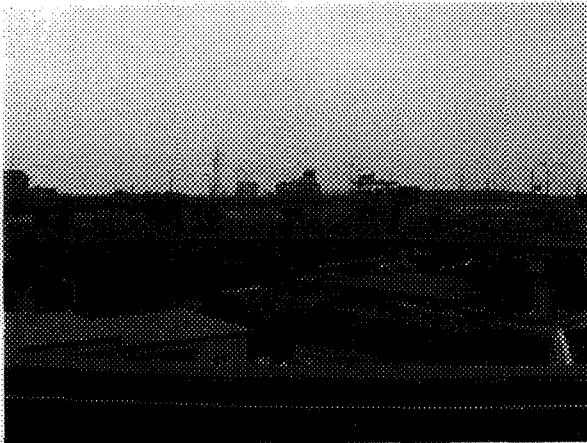
**Figuur 9 Daglicht zonder directe zonnestraling**



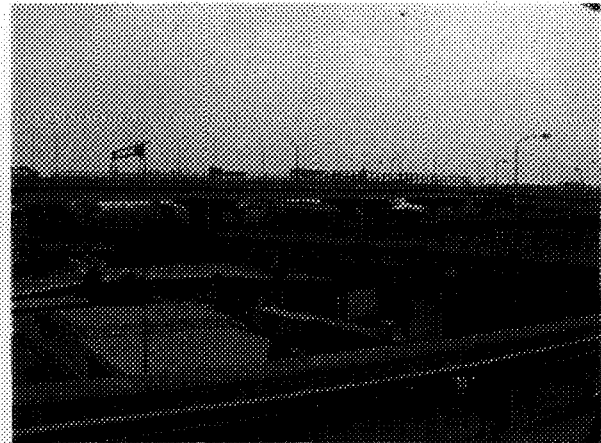
**Figuur 10 Daglicht met directe zonnestraling**



**Figuur 11 Bewaking tunnel bij lokale beheerder (soortgelijke bewaking bij de brandweer)**



**Figuur 1** Bovengrondse wegen - ongewenst ...



**Figuur 2** Bovengrondse wegen - ongewenst ...



**Figuur 3** Meervoudig ruimtegebruik



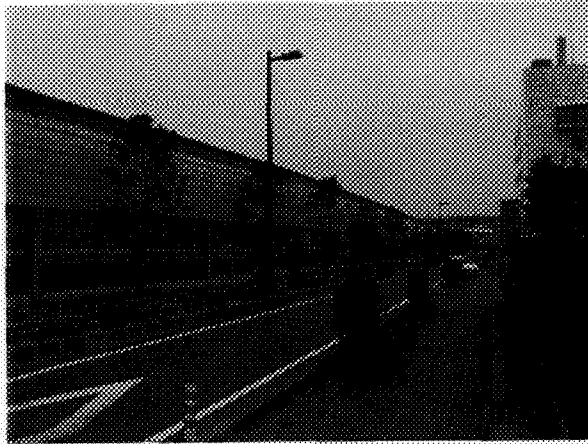
**Figuur 4** Geluiddempende lamellen in de openingen



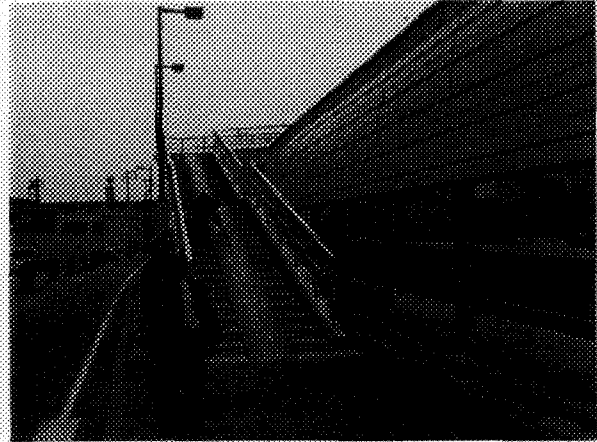
**Figuur 5** Geluidschermen langs de doorgaande weg



**Figuur 6** Lokale weg t.b.v. woonwijk



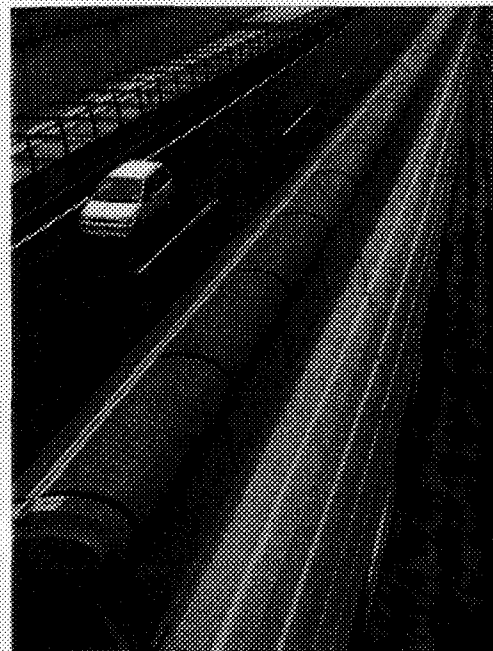
**Figuur 7 - Doorgaande weg door woonwijk**



**Figuur 8 - Verbindende loopbrug**



**Figuur 9 Verbindende loopbrug**



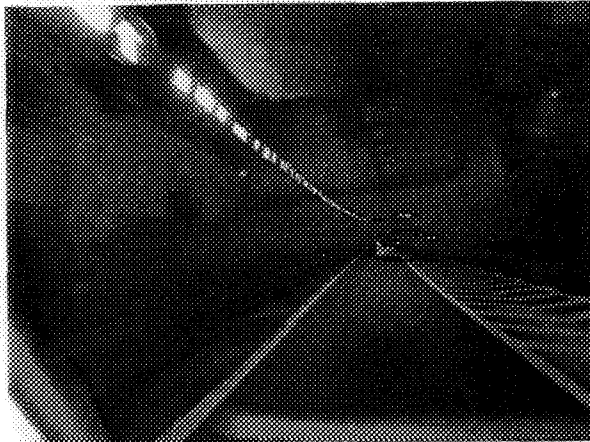
**Figuur 10 Geluiddempende top van geluidscherm**



**Figuur 11 Gaasafdekking bij loopbrug**



**Figuur 12 Openbaar meethuisje voor registratie geluid en verkeersemissie**



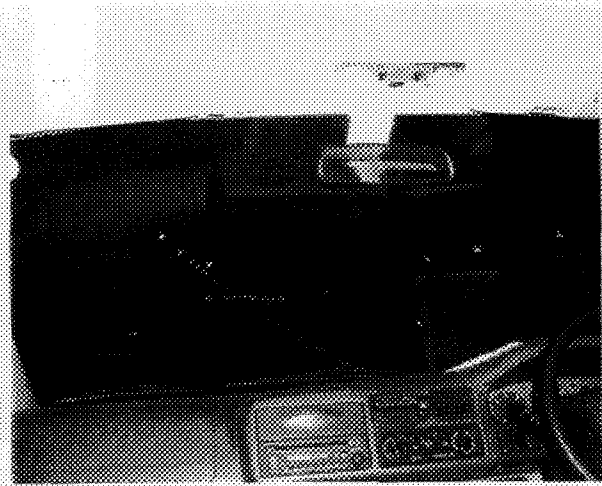
**Figuur 13 - Ingangszone**



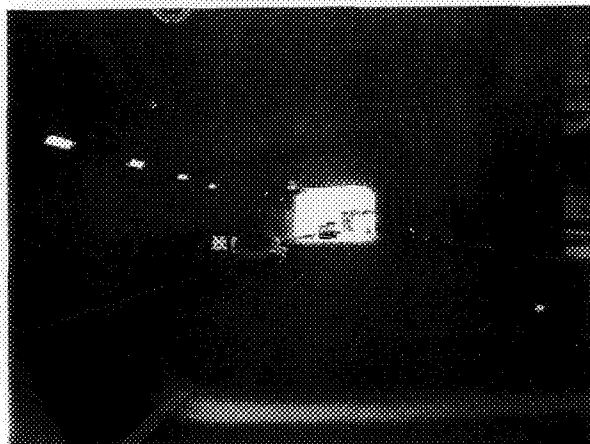
**Figuur 14 - Overgangszone en Kolom-draagconstructie**



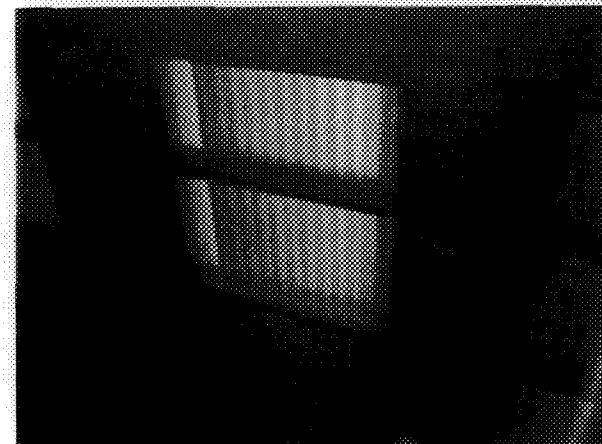
**Figuur 15 Donker interieur met laag geplaatste reflectoren**



**Figuur 16 Gedempt daglicht door lamelconstructie**



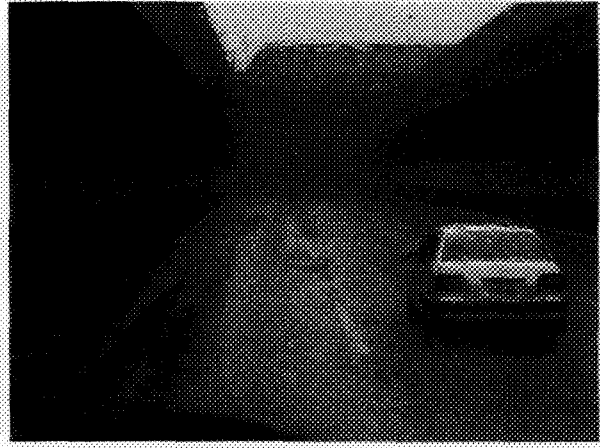
**Figuur 17 Uitgangszone**



**Figuur 18 Gedempt daglicht door lamelconstructie**



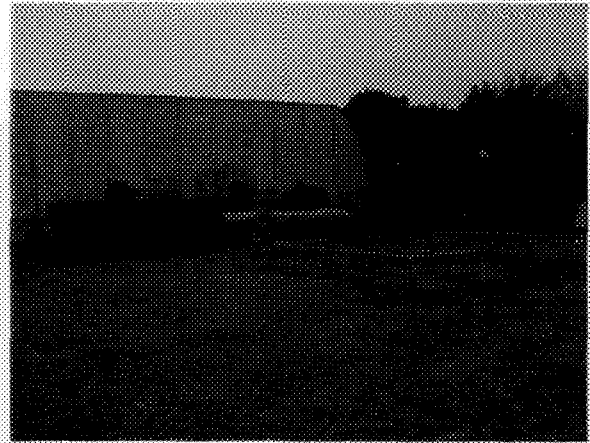
**Figuur 1 Dicht-Open-Dicht constructie**



**Figuur 2 Gezien vanaf de weg**



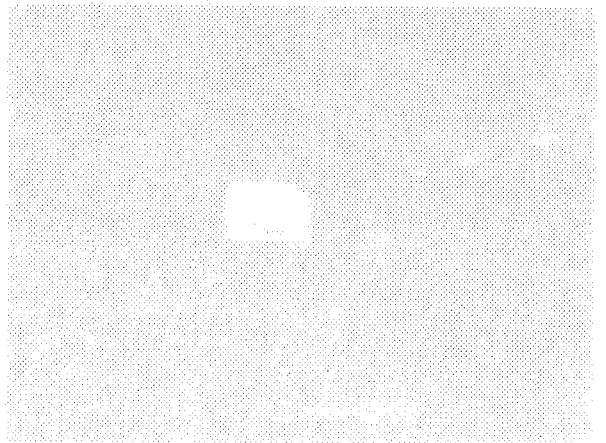
**Figuur 3 Speelsterrein boven de snelweg**

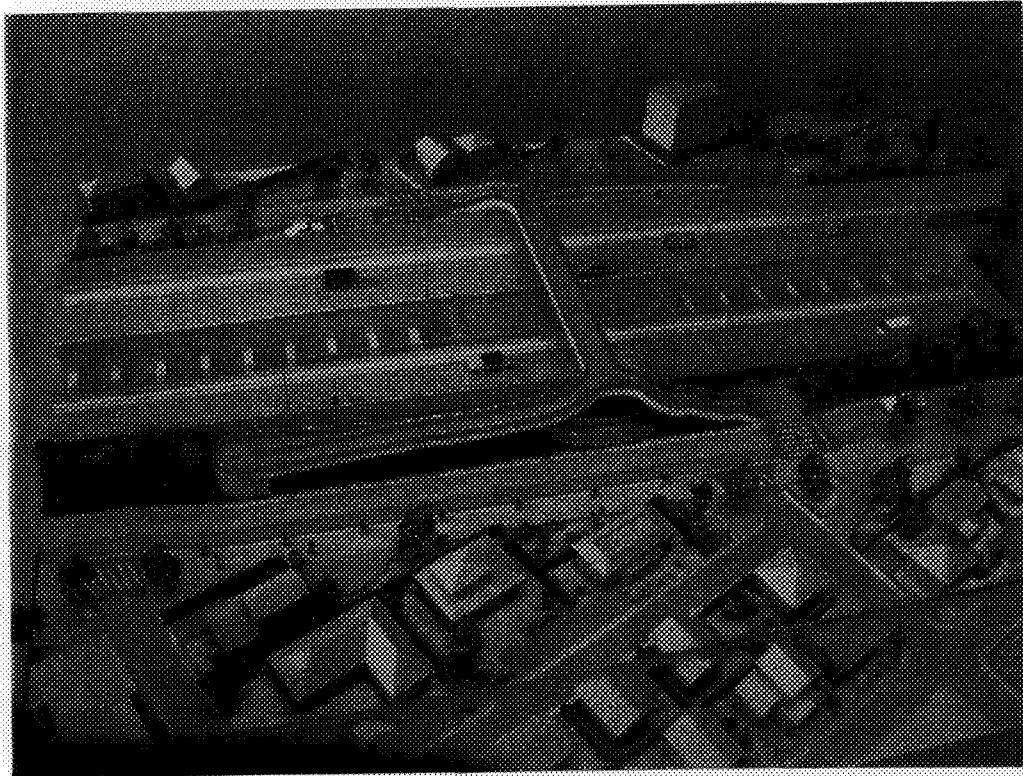


**Figuur 4 Geluidsschermen rondom openingen**



**Figuur 5 Daglicht op de weg**

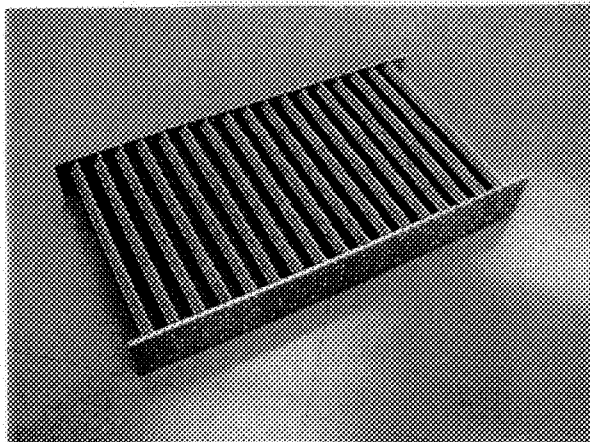




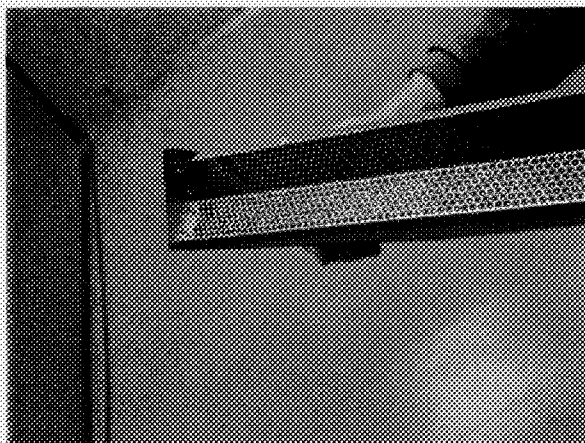
**Figuur 1** Schaalmodel half open wegconstructie



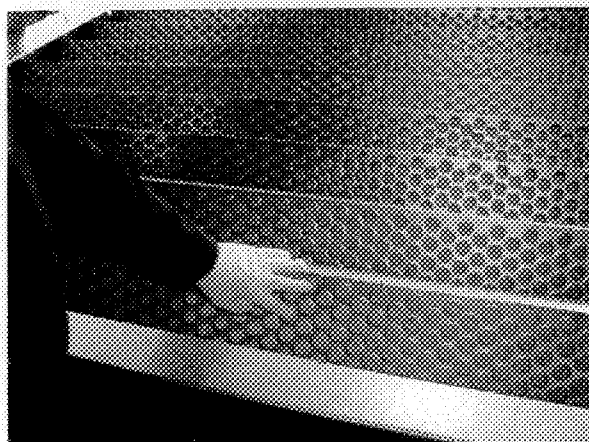
**Figuur 2** Schaalmodel half open wegconstructie



**Figuur 1** Schaalmodel geluiddempende lamellen



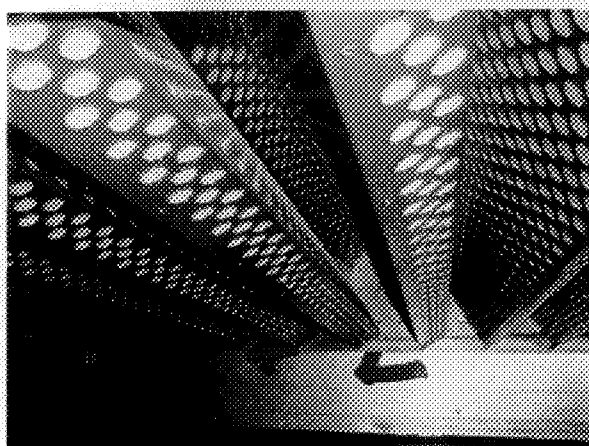
**Figuur 2** Schaalmodel geluiddempende lamellen



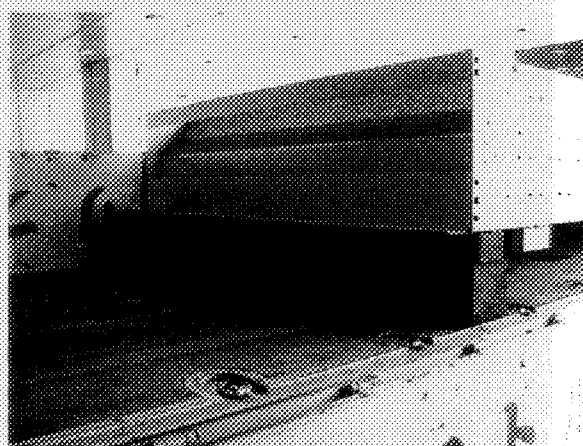
**Figuur 3** Ware grootte model geluiddempende lamellen



**Figuur 4** Ware grootte model geluiddempende lamellen

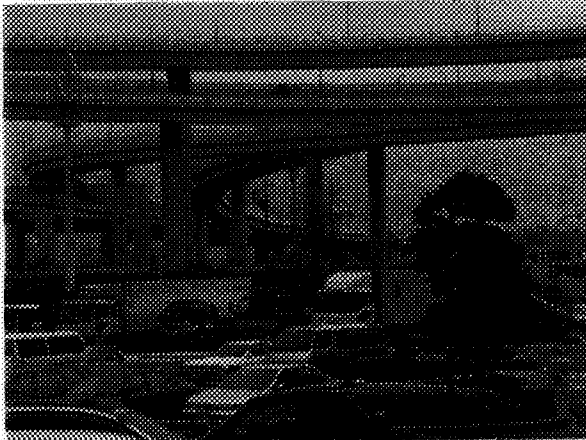


**Figuur 5** Ware grootte model geluiddempende lamellen



**Figuur 6** Ware grootte model geluiddempende lamellen





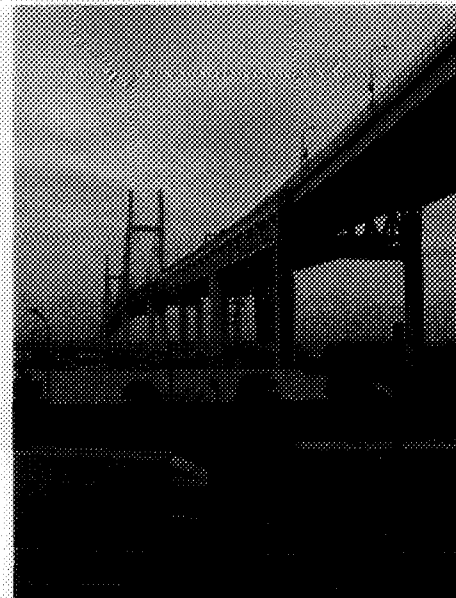
**Figuur 1** Japanse verkeersknooppunten op nivo



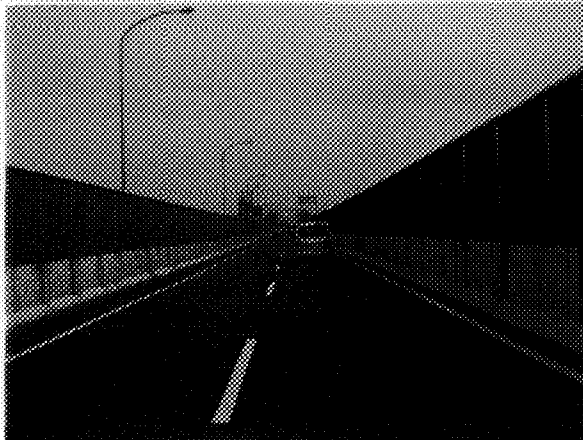
**Figuur 2** Japanse verkeersknooppunten op nivo



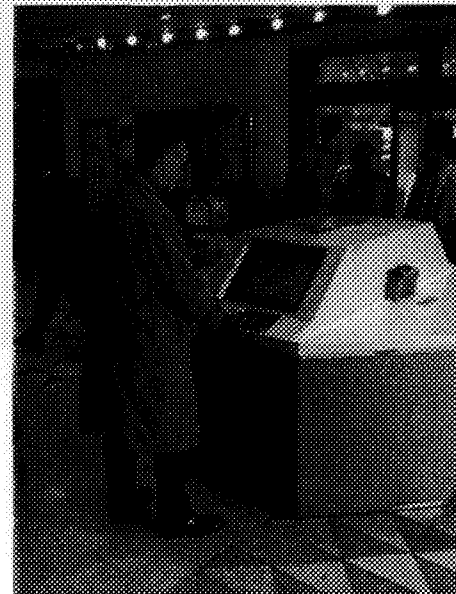
**Figuur 3** Wegen op nivo



**Figuur 4** Brug in Tokyo



**Figuur 5** Geluidsschermen langs wegen door stedelijk gebied



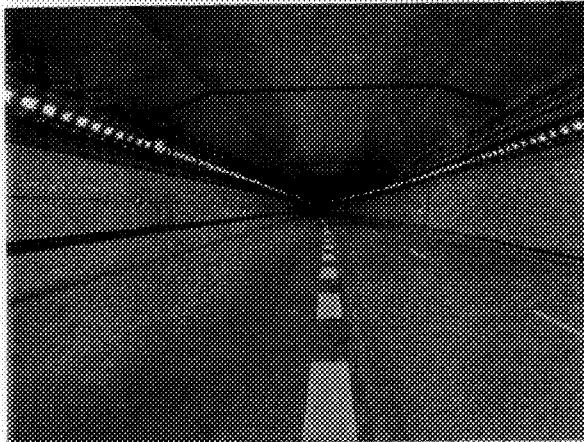
**Figuur 6** Actuele verkeersinformatie bij elk tankstation en wegrestaurant



**Figuur 7** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - zuidportaal



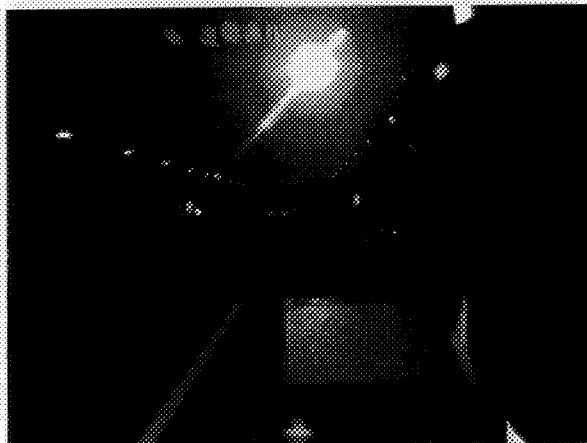
**Figuur 8** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - zuidportaal



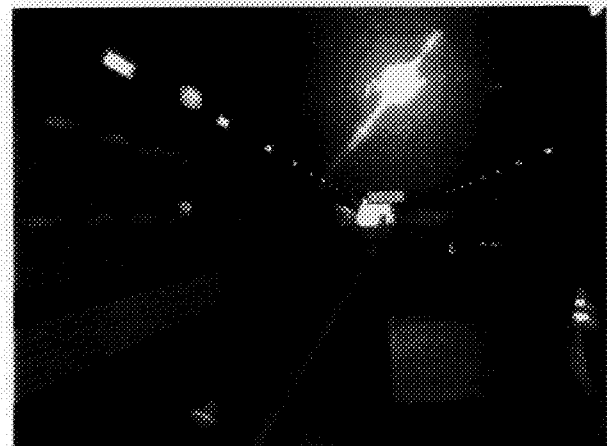
**Figuur 9** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - ingangszone zuidportaal



**Figuur 10** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - overgangszone zuidportaal



**Figuur 11** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel



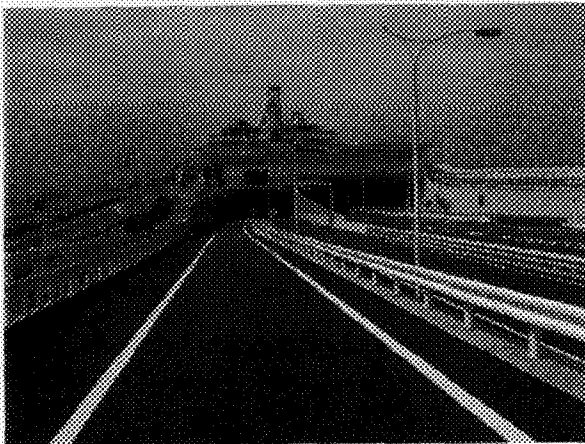
**Figuur 12** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel



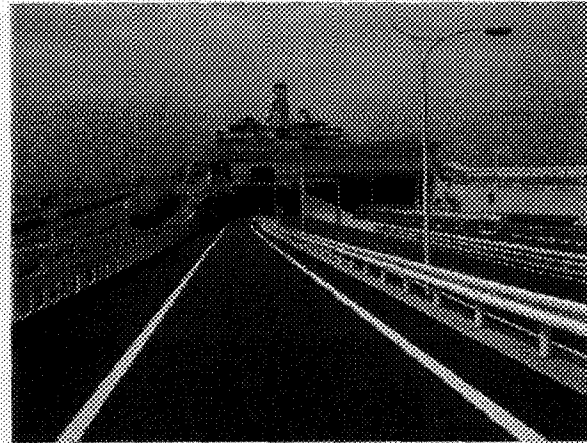
**Figuur 13** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - eiland tussen tunnel en brug



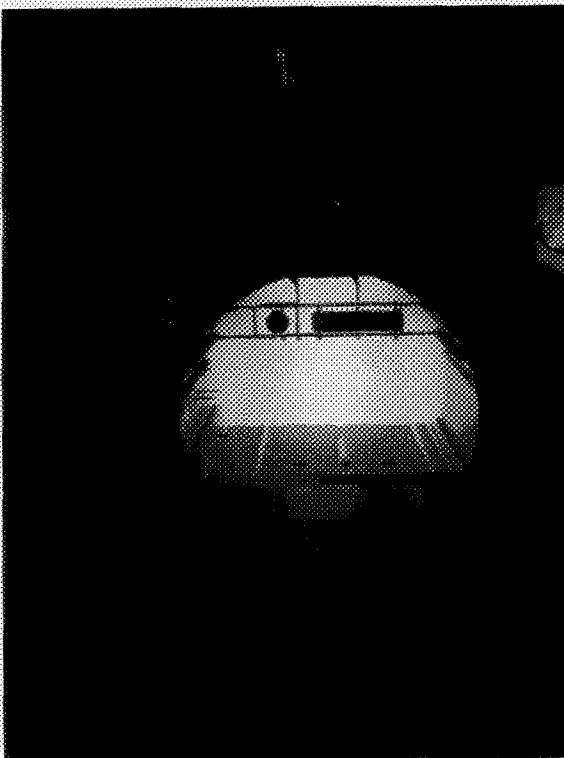
**Figuur 14** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - noordportaal



**Figuur 15** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - noordortaal



**Figuur 16** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - noordportaal



**Figuur 17** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - constructiemodel



**Figuur 18** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - constructie model



**Figuur 19** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - rijsimulator



**Figuur 20** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - hulp post



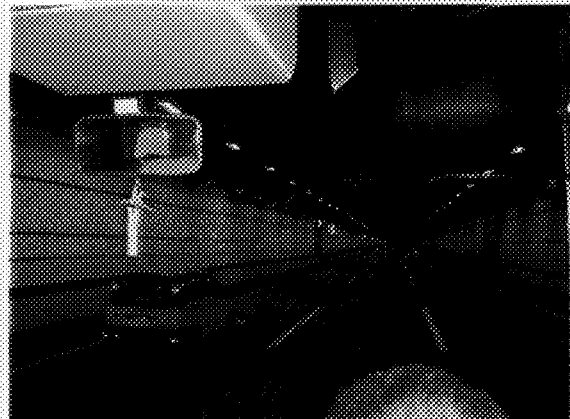
**Figuur 21** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - vluchtluik met glijbaan (model)



**Figuur 22** Tokyo Trans Bay Aqua Line tunnel - vluchtglijbaan naar vluchtkanaal (model)



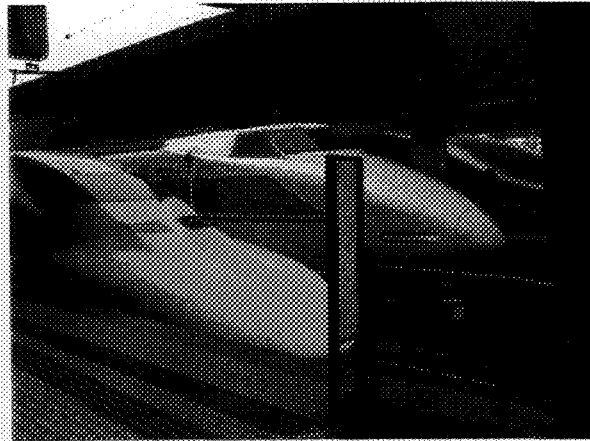
**Figuur 22** Tamagawa tunnel Tokyo



**Figuur 22** Tamagawa tunnel Tokyo



**Figuur 1** Kinshansen Hogesnelheidstrein



**Figuur 2** Kinshansen Hogesnelheidstrein



**Figuur 3** Overhandigen geschenken



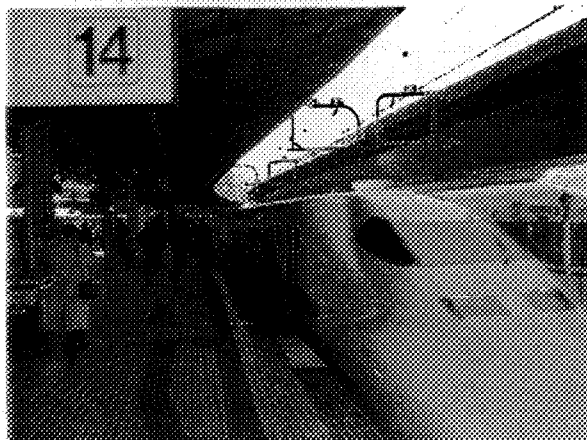
**Figuur 4** lunch op zijn Japans



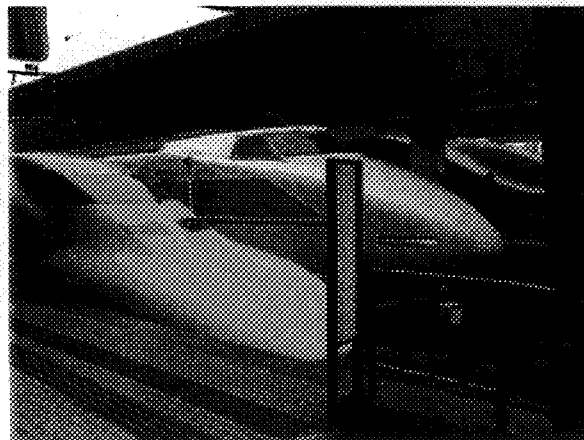
**Figuur 5** Viering Bloei Japanse Kers



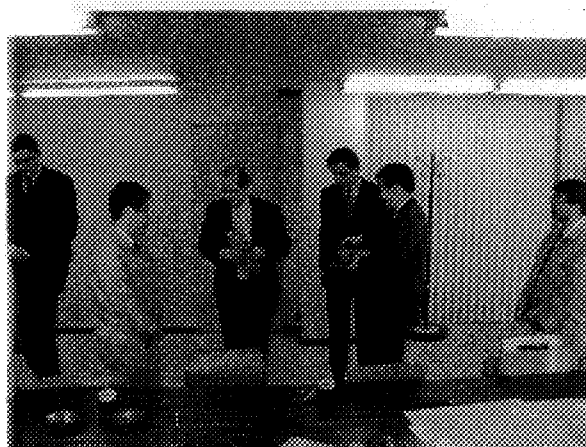
**Figuur 6** Schoenen uit voor het eten



**Figuur 1** Kinshansen Hogesnelheidstrein



**Figuur 2** Kinshansen Hogesnelheidstrein



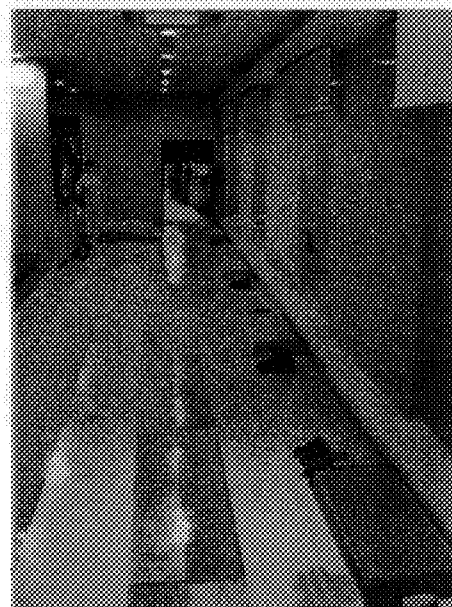
**Figuur 3** Overhandigen geschenken



**Figuur 4** lunch op zijn Japans



**Figuur 5** Viering Bloei Japanse Kers



**Figuur 6** Schoenen uit voor het eten