

# Quick scan metromaterieel

## Eindrapportage

Datum: 19 september 2006  
Kenmerk GM22.03

*MuConsult B.V.*  
Postbus 2054  
3800 CB Amersfoort  
Telefoon 033 – 465 50 54  
Fax 033 – 461 40 21  
E-mail [INFO@MUCONSULT.NL](mailto:INFO@MUCONSULT.NL)  
Internet [WWW.MUCONSULT.NL](http://WWW.MUCONSULT.NL)

# Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 De Amsterdamse metro	1
1.2 Onderzoeksvraag	1
1.3 Onderzoeksmethode	2
1.4 Leeswijzer	2
<b>2. Beschrijving varianten</b>	<b>3</b>
2.1 Nulvariant: metro hoog en breed	3
2.2 Variant 1: metro hoog en smal	4
2.3 Variant 2: sneltram hoog	5
2.4 Variant 3: sneltram laag	7
<b>3. Capaciteit en halteringstijd</b>	<b>10</b>
3.1 Inleiding	10
3.2 Nulvariant: metro hoog en breed	11
3.3 Variant 1: metro hoog en smal	12
3.4 Variant 2: sneltram hoog	13
3.5 Variant 3: sneltram laag	13
3.6 Samenvatting en conclusies	14
<b>4. Infrastructuur</b>	<b>16</b>
4.1 Inleiding	16
4.2 Nulvariant: metro hoog en breed	18
1.3 Variant 1: metro hoog en smal	19
1.4 Variant 2: sneltram hoog	21
1.5 Variant 3: sneltram laag	22
1.6 Samenvatting en conclusies	24
<b>5. Exploitatie</b>	<b>26</b>
5.1 Inleiding	26
5.2 Nulvariant: metro hoog en breed	26
5.3 Variant 1: metro hoog en smal	28
5.4 Variant 2: hoge sneltram	29
5.5 Variant 3: lagevloer sneltram	30
5.6 Samenvatting en conclusies	31

<b>6. Overige aspecten</b>	<b>33</b>
6.1 (Sociale) Veiligheid	33
6.2 Flexibiliteit	33
6.3 Punctualiteit	34
6.4 Keepproces	35
6.5 Overstappen	35
6.6 Materieel-ontwerp	37
6.7 Derde rail of bovenleiding	37
<b>7. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen</b>	<b>39</b>
7.1 Samenvatting	39
7.2 Conclusies	43
7.3 Aanbevelingen	44
<b>8. Geraadpleegde bronnen</b>	<b>45</b>

# 1. Inleiding

## 1.1 De Amsterdamse metro

Het hoofdstedelijke metronet staat de komende jaren een groot aantal veranderingen te wachten. De Noord-Zuid-metrolijn is in aanbouw en een aantal bestaande stations wordt gerenoveerd. De opening van de nieuwe Noord/Zuidlijn vereist de aanschaf van nieuw materieel om deze verbinding te exploiteren. Tegelijkertijd speelt ook de noodzaak om het metromaterieel van de eerste generatie te vervangen. Dit materieel is in de periode tussen 1977 en 1980 in dienst gesteld; na zo'n dertig jaar intensief gebruik is het aan het eind van zijn economische en technische levensduur gekomen. De vervanging en uitbreiding van het wagenpark betekent dat het gezicht van de Amsterdamse metro de komende jaren sterk zal veranderen.

Het combineren van beide materieelorders kan leiden tot gunstiger aanschafcondities en een besparing op onderhoudskosten. Om die reden hebben het GVB Amsterdam en de gemeente Amsterdam onderzocht of dit – gezien de verschillende karakteristieken van de Oostlijn en de Noord/Zuidlijn – mogelijk is. Gebleken is dat de inzet van een vergelijkbaar treintype dat op basis van een systeemplatform gebouwd wordt mogelijk is. Belangrijkste redenen hiervoor waren de gelijke vloerhoogte en bakbreedte. In oktober 2002 is de gemeenteraad van Amsterdam akkoord gegaan met deze opzet. Als vervolgstap is een strategisch Programma van Eisen (sPvE) opgesteld waarin de functionele eisen aan het nieuwe materieel nader zijn uitgewerkt.

## 1.2 Onderzoeksvraag

De (inmiddels nieuwe) gemeenteraad heeft gevraagd de in het verleden gemaakte keuzes ten aanzien van bakbreedte en vloerhoogte op een rij te zetten en te onderzoeken in hoeverre deze keuzes nog steeds de juiste zijn. Deze vraag is ingegeven door de gedachte dat men de mogelijkheid wil openhouden om eventuele verlengingen van de Noord/Zuidlijn naar bijvoorbeeld Purmerend of Uithoorn uit te voeren als sneltram op maaiveld.

### *Vraagstelling*

Om duidelijkheid te brengen in de discussie heeft de Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer van de gemeente Amsterdam aan MuConsult gevraagd offerte uit te brengen voor het opstellen van een quick scan waarin deze keuzes op hun merites worden beschouwd en waarin de consequenties van veranderingen van de in het sPvE gemaakte keuze worden beschreven. Daarbij dienen de volgende variantie-mogelijkheden te worden beschouwd:

- Variatie van de **vloer- c.q. instaphoogte**, waarbij uitgegaan wordt van de varianten “hoog” (1.040mm boven spoorstaaf) en “laag” (350 – 450mm boven spoorstaaf);
- Variatie van de **bakbreedte**, waarbij uitgegaan wordt van de varianten “breed” (3.000mm) en “smal” (2.650mm);
- Variatie van de **uitvoering** van het materieel als “metro” of “metro/sneltram”.

De consequenties van een verandering van de te maken keuze moeten voor de onderstaande aspecten in beeld worden gebracht:

- De **capaciteit van het kerntraject**, ofwel de vraag hoeveel reizigers per uur en richting bij de verschillende configuraties maximaal vervoerd kunnen worden;
- De **capaciteit van regionale verbindingen**, ofwel de vraag welke randvoorwaarden de materieelkeuze stelt aan eventueel aan te leggen verbindingen en welke vervoercapaciteit dan maximaal geboden kan worden;
- De **aanschafkosten van het materieel**, ofwel de vraag in hoeverre de kosten voor de aanschaf van het Noord/Zuidlijn-materieel en de vervanging van het Oostlijn-materieel worden beïnvloed door de te maken keuzes;
- De **exploitatiekosten van de Noord/Zuidlijn en de Oostlijn**, waarbij de vraag centraal staat in hoeverre de exploitatiekosten worden beïnvloed door de materieelkeuze, uitgaande van een gelijke maximum-vervoercapaciteit;
- De **aanlegkosten van regionale uitbreidingen**, ofwel de vraag of, en zo ja, in hoeverre de materieelkeuze invloed kan hebben op de aanlegkosten van eventuele toekomstige uitbreidingen naar onder meer Purmerend, uit te drukken in miljoenen Euro per kilometer lijnlengte;
- **Overige effecten**, zoals deze tijdens het onderzoek naar voren komen (zoals bijvoorbeeld de notie dat een grote mate van uitwisselbaarheid van het materieel ook praktisch kan zijn bij het opvangen van vervoerpieken tijdens evenementen zoals Sail of bij calamiteiten, zoals een storing op het tramnet of op de Oostlijn).

### 1.3 Onderzoeksmethode

De resultaten van de quick scan zijn gebaseerd op onderzoek van bestaande literatuur, waaronder het bestaande strategisch Programma van Eisen en de diverse voorbereidende rapporten ten aanzien van de materieelkeuze. Voorts is gebruik gemaakt van diverse bronnen ter verkrijging van de benodigde materieel-gegevens. Door een zestal gesprekken met vertegenwoordigers voor dit project relevante organisaties is aan de literatuur verdere inhoud en diepte verleend. In de gesprekken is ook gebleken dat het cijfermateriaal dat zich in deze rapporten bevindt thans geactualiseerd wordt. Terwille van de vergelijkbaarheid is uitgegaan van de in de rapporten opgenomen gegevens. Door uit te gaan van gegevens met een gelijke basis ontstaat een reële vergelijking tussen de verschillende materieeltypen.

### 1.4 Leeswijzer

De rapportage is als volgt opgebouwd. In **hoofdstuk 2** zijn de vier varianten beschreven die in de quick scan zijn vergeleken. De **hoofdstukken 3, 4 en 5** gaan in op de prestaties en effecten van de verschillende materieeltypen op de capaciteit van de Noord/Zuidlijn, de kosten en inpasbaarheid van bestaande en toekomstige infrastructuur respectievelijk de effecten op de investerings- en exploitatiekosten. Elk van deze hoofdstukken wordt afgesloten met een korte samenvatting van de resultaten. **Hoofdstuk 6** beschrijft diverse andere aspecten van de materieelkeuze, en is voornamelijk geïnspireerd vanuit de gesprekken met de diverse vertegenwoordigers. In **hoofdstuk 7** is een **samenvatting** opgenomen. Tevens zijn hier de conclusies en aanbevelingen verwoord.

## 2. Beschrijving varianten

In dit hoofdstuk worden de onderzochte varianten voor het nieuwe metromaterieel voorgesteld en nader toegelicht. De vier geformuleerde varianten dekken alle mogelijkheden af. Naast het in het strategisch Programma van Eisen (sPvE) vastgestelde type (metro hoog en breed) en de vanuit de gemeenteraad geopperde mogelijkheid van sneltrams met hoge of lage vloer is ook gekeken naar smaller metromaterieel.

### 2.1 Nulvariant: metro hoog en breed

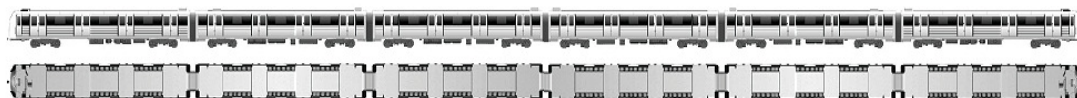
De nulvariant behelst de in het strategisch Programma van Eisen (PvE) gemaakte keuze voor “hoog en breed” metromaterieel. Dit materieeltype komt in opzet en omvang van de bakken (rijtuigen) overeen met het thans op de Oostlijn ingezette type. De lengte van elke bak bedraagt circa 19,5 meter, de breedte 3,00 meter. Door toepassing van een hoge vloer (1.040mm) wordt een gelijkvloerse instap vanaf alle perrons van de Noord/Zuidlijn, de Oostlijn en de Ringlijn bereikt.



Afbeelding 2.1: metro “hoog en breed” in München.

wagentreinen, bestaande uit 2 kop- en 4 tussenbakken (zie afbeelding 2.2). De treinen van de Oostlijn krijgen elk 2 kop- en 2 tussenbakken.

Afbeelding 2.2: Materieelconfiguratie “hoog en breed” in Bukarest.



Bij de keuze voor een metrotype “hoog en breed” kan voor de Noord/Zuidlijn en de Oostlijn hetzelfde materieel worden aangeschaft, met dien verstande dat sprake zal zijn van twee deelseries. De voor de Noord/Zuidlijn bedoelde stellen worden additioneel voorzien van stroomafnemers voor bovenleidingbedrijf en het beveiligingssysteem voor de Noord/Zuidlijn. Hiermee is het mogelijk om het Noord-Zuid-materieel in te zetten op de Oostlijn; het omgekeerde is niet mogelijk. Ondanks de verschillen in uitvoering zijn de voor beide lijnen voorziene materieeltypen dermate overeenkomstig dat sprake kan zijn van een “familie-concept”. In tabel 2.1 zijn de kenmerken van het materieel beschreven.

Tabel 2.1: Kenmerken materieel nulvariant

Kenmerk:	Noord/Zuidlijn	Oostlijn
Breedte	3,00 meter	3,00 meter
Vloerhoogte	1,04 meter	1,04 meter
Baklengte	± 19,4 meter	± 19,4 meter
Stroomafname	Bovenleiding + 3° rail	3° rail
Samenstelling	K + T + T + T + T + K	K + T + T + K
Lengte trein	116,4 meter	77,6 meter

Voorbeelden van het in de nulvariant voorziene materieel zijn op veel plaatsen in de wereld aan te treffen. Het dichtst bij huis zijn de nieuwste materieeltypes van München (zie afbeelding 2.1), Bukarest (afbeelding 2.2), Madrid en Wenen, die allen uit lange en doorgaand begaanbare treinstellen bestaan.

## 2.2 Variant 1: metro hoog en smal

Het metromaterieel is in deze variant eveneens uitgevoerd met een hoge vloer, waardoor in combinatie met hoge perrons een gelijkvloerse instap wordt geboden. Net als het materieel uit de nulvariant is sprake van treinen die bestaan uit vier of zes min of meer permanent gekoppelde bakken, waarbij alleen in de eindwagens een bestuurderscabine is voorzien. Het materieel is dan ook van voor naar achter doorlijkbaar en doorloopbaar (zie opnieuw afbeelding 2.2). Dit materieel komt dus in belangrijke mate overeen met het in het sPvE opgenomen materieeltype, met dien verstande dat het materieel “slechts” 2,65 meter breed is. Deze breedte komt overeen met het huidige materieel van de Ringlijn en de Amstelveenlijn.



Afbeelding 2.3: metromaterieel “hoog en smal” in Berlijn

In deze variant kan voor de Noord/Zuidlijn en de Oostlijn hetzelfde materieeltype worden gekozen. Net als bij de nulvariant zal sprake zijn van twee deelseries, waarbij het Noord-Zuid-materieel als extra's stroomafnemers voor bovenleidingbedrijf heeft en een tweede, voor de Noord/Zuidlijn geschikt beveiligingssysteem krijgt ingebouwd.

De geringere breedte is bedacht om de inpassing van netuitbreidingen op maaiveld in bebouwde omgeving te vergemakkelijken. Omdat het gehele Amsterdamse metronet is gebouwd voor een breedte van 3,00 meter zal het noodzakelijk zijn de treinstellen van beweegbare klaptreden te voorzien, zoals dat ook bij het Amstelveen-materieel het geval is. Vaste klaptreden in bestaand materieel kunnen achteraf niet meer beweegbaar worden gemaakt. Op het metronet wordt dan met uitgeklapte treden gereden, daarbuiten zonder. Wel leidt het gebruik van klaptreden tot een grotere kans op storingen.

Het is ook denkbaar dat besloten wordt de perrons van het metronet met 17,5 centimeter te verbreden, zodat het gebruik van klaptreden overbodig wordt. Wanneer de perrons van de Noord/Zuidlijn direct in een grotere breedte worden gebouwd kan het Noord-Zuidmaterieel zonder klaptreden worden uitgevoerd. Het Oostlijn-materieel zal wel voorzien moeten worden van (beweegbare) klaptreden, daar een perronverbreding pas mogelijk is na het uit dienst nemen van het huidige metromaterieel. Het ligt in de rede deze aanpassingen te combineren met de renovatie van de tunnel Amstelstation – Centraal Station. Dit betekent tevens dat het oude metromaterieel vanaf de periode van circa een jaar voor de opening van de Noord/Zuidlijn alleen nog op de lijnen 53 en 54 kan worden ingezet, daar station Zuid/WTC direct van bredere perrons moet worden voorzien.

Metromaterieel van het type hoog en smal wordt gebruikt in de oudere metrosystemen en is onder meer aan te treffen in Hamburg en Berlijn (zie afbeelding 2.4). De kenmerken van het smalle en hoge metromaterieel zijn samengevat in tabel 2.2. De afwijkingen ten opzichte van de nulvariant zijn in die tabel gemarkeerd.

Tabel 2.2: Kenmerken materieel variant 1: hoog en smal

Kenmerk:	Noord/Zuidlijn	Oostlijn
Breedte	<b>2,65 meter</b>	<b>2,65 meter</b>
Vloerhoogte	1,04 meter	1,04 meter
Baklengte	± 19,4 meter	± 19,4 meter
Stroomafname	Bovenleiding + 3 <sup>e</sup> rail	3 <sup>e</sup> rail
Samenstelling	K + T + T + T + T + K	K + T + T + K
Lengte trein	116,4 meter	77,6 meter
Extra's	<b>Klaptreden</b>	<b>Klaptreden</b>

## 2.3 Variant 2: sneltram hoog

In deze variant wordt de Noord/Zuidlijn niet met metromaterieel geëxploiteerd maar met sneltrammaterieel. Dit materieel kent kortere treinstellen die in het midden een gemeenschappelijk draaistel hebben. De treinstellen zijn circa 30 meter lang en rijden met meerdere treinstellen gekoppeld. Voor de Noord/Zuidlijn zou met vier gekoppelde treinstellen gereden kunnen worden, op de Oostlijn zou kunnen worden volstaan met drie treinstellen. Het materieel heeft een hoge vloer, waardoor in combinatie met de aanwezige hoge perrons een gelijkvloerse instap wordt geboden. De breedte van het materieel bedraagt 2,65 meter, overeenkomstig het huidige Amstelveen- en Ringlijnmaterieel. Dit betekent dat het noodzakelijk wordt in ieder geval een deel van het materieel te voorzien van beweegbare klaptreden. Ook hier geldt dat het mogelijk is na verloop van tijd de klaptreden te verwijderen wanneer de perrons van het bestaande metronet worden verbreed.

Bedacht moet worden dat de aslast van sneltrammaterieel doorgaans groter is dan bij metro-materieel. Mede door de grotere hoeveelheid elektronica, bijvoorbeeld ten gevolge van de gewenste toepassing van airconditioning, is modern nieuw materieel mogelijk zwaarder dan het bestaande Amsterdamse materieel. Omdat het huidige sneltrammaterieel (S3) nu reeds de maximale aslast heeft (12 ton) is te verwachten dat nieuw sneltrammaterieel de maximale aslast kan overschrijden.



Ook nu kan voor de Noord/Zuidlijn en de Oostlijn hetzelfde materieeltype worden aangeschaft, waarbij eveneens twee deelseries ontstaan. Het Noord/Zuid-materieel wordt extra voorzien van een pantograaf voor stroomafname via de bovenleiding en krijgt het beveiligingssysteem voor de Noord/Zuidlijn ingebouwd. Zoals bovenstaand reeds aangegeven zal tevens (een deel van) het materieel voorzien moeten worden van al dan niet beweegbare klaptreden om te voorkomen dat een “kloof” ontstaat tussen het treinstel en de perronrand.

De exploitatie met sneltrammaterieel maakt het in principe mogelijk om gebruik te maken van alle soorten infrastructuur, variërend van stadstram tot metronet. Op het stadsnet van Amsterdam is dit echter niet mogelijk wegens beperkingen aan aslast en breedte. Daarnaast dient de infrastructuur berekend te zijn op de beoogde treinlengte van maximaal 120 meter en te zijn voorzien van hoge perrons van die lengte. Gelet op de veiligheidsknelpunten die op de Amstelveenlijn bestaan moet worden betwijfeld of de toepassing van straattrajecten voor dergelijke grote combinaties haalbaar is. Een tweede aspect is het gegeven dat het materieel geschikt moet zijn voor zowel metro- als tramexploitatie, hetgeen betekent dat een aantal extra onderdelen in- en uitschakelbaar moet worden aangebracht. Hieronder vallen onder meer de remlichten, richtingaanwijzers en de trambel. Het personeel zal extra trainingen nodig hebben om veilig met beide systemen te kunnen werken.

Sneltrammaterieel van het hogevloertype is in Amsterdam aan te treffen op de Amstelveenlijn (afbeelding 2.5); Rotterdam (afbeelding 2.4), Keulen en Utrecht kennen min of meer vergelijkbare materieeltypen. Overwogen kan nog worden om elk treinstel zoals in Rotterdam van slechts één bestuurderscabine te voorzien, en de treinstellen “kont-aan-kont” in te zetten. Omdat zowel op de Oostlijn als op de Noord/Zuidlijn met ten minste twee gekoppelde treinstellen gereden moet worden hoeft dit niet bezwaarlijk te zijn; dit levert een (geringe) besparing in de aanschafkosten op. In tabel 2.3 zijn de kenmerken van het materieel samengevat, waarbij de afwijkingen ten opzichte van de nulvariant zijn gemarkeerd.



*Afbeelding 2.4: sneltrammaterieel Rotterdam*



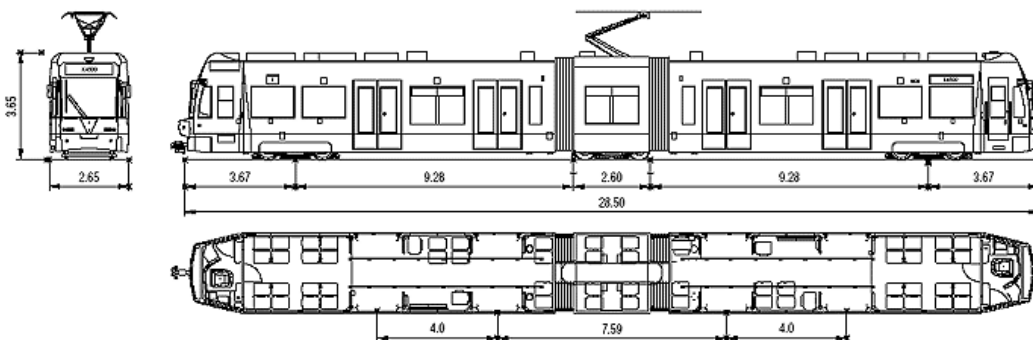
*Afbeelding 2.5: sneltrammaterieel Amstelveenlijn*

Tabel 2.3: Kenmerken materieel variant 2: sneltram hoog.

Kenmerk:	Noord/Zuidlijn	Oostlijn
Breedte	2,65 meter	2,65 meter
Vloerhoogte	1,04 meter	1,04 meter
Lengte treinstel	± 29,5 meter	± 29,5 meter
Stroomafname	Bovenleiding + 3 <sup>e</sup> rail	3 <sup>e</sup> rail
Samenstelling	4 treinstellen	3 treinstellen
Lengte trein	118,0 meter	88,5 meter
Extra's	klaptreden	klaptreden
	Voorzieningen metrobedrijf	Voorzieningen metrobedrijf

## 2.4 Variant 3: sneltram laag

De laatste variant betreft de vanuit de gemeenteraad geopperde mogelijkheid om sneltrams met een lage vloer in te zetten op de Noord/Zuidlijn. Het gaat hierbij om materieel met afmetingen die vergelijkbaar zijn met het huidige Amstelveen- en Ringlijn-materieel, dus met een lengte van circa 28,5 meter en een breedte van 2,65 meter. Belangrijkste verschil is echter dat het materieel tussen het voorste en achterste draaistel is voorzien van een lage vloer. Boven de einddraaistellen is de vloer echter hoog; dit gedeelte is door een trapje verbonden met het lagevloer gedeelte. Het principe van een trapje in het voertuig treft men aan in de Amsterdamse stadstrams uit de jaren negentig (type 11G en 12G), die alleen in het midden een lage vloer hebben. Bij de lagevloer-sneltram zijn alle deuren in het lage gedeelte ondergebracht, zodat in combinatie met een perron van ongeveer 30 centimeter hoogte een volledig gelijkvloerse instap mogelijk is (zie afbeelding 2.6).



Afbeelding 2.6: schematische tekening lagevloer-sneltram (Keulen K4500)

De inzet van lagevloer-sneltrams op het Amsterdamse metronet is thans niet mogelijk, daar het gehele net is ingericht voor metrobedrijf met hoge perrons en stroomtoevoer via een 3<sup>e</sup> rail. De in aanbouw zijnde Noord/Zuidlijn is volgens dezelfde standaarden gepland, met dien verstande dat wordt uitgegaan van bovenleidingbedrijf. Om lagevloersneltrams in te kunnen zetten is het noodzakelijk de in aanbouw zijnde stations van de Noord/Zuidlijn aan te passen; naast het verlagen van de perrons zal ook ruimte gevonden moeten worden voor het onderbrengen van de thans onder de perrons geplande technische ruimten. Station Zuid/WTC moet aparte lage perrons krijgen voor de Noord/Zuidlijn.

Omdat het sneltrammaterieel niet op het metronet kan rijden is tevens een aparte remise annex werkplaats nodig, alsmede een railverbinding tussen de werkplaats en de Noord/Zuidlijn; gezien de bebouwingsplannen rond Zuid/WTC ligt het in de rede deze werkplaats ten noorden van station Buikslotermeerplein te vestigen; ook daar is de beschikbare ruimte echter beperkt. Op de infrastructurele consequenties wordt in hoofdstuk 4 nader ingegaan.

Als materieeltype voor de “lage” sneltramvariant kan worden uitgegaan van het Keulse type K4500 of het (oudere) Weense type T. Deze trams komen overeen met de bovenstaand gespecificeerde afmetingen en kunnen met vier stellen gekoppeld rijden (in Wenen gebeurt dit ook in de praktijk). Hierdoor ontstaat een trein met een lengte van 114 meter, hetgeen past binnen de perronlengte van 123 meter. In tabel 2.4 zijn de kenmerken van het sneltrammaterieel samengevat; de verschillen met de nulvariant zijn gemarkeerd.

Tabel 2.4: Kenmerken materieel variant 3: lage sneltram

Kenmerk:	Noord/Zuidlijn	Oostlijn
Breedte	<b>2,65 meter</b>	
Vloerhoogte	<b>0,35 meter</b>	
Treinstel-lengte	<b>28,5 meter</b>	
Stroomafname	<b>Alleen bovenleiding</b>	Niet van toepassing
Samenstelling	<b>4 treinstellen</b>	
Lengte trein	<b>114 meter</b>	
Bijzonderheid	<b>Inzet op metronet niet mogelijk</b>	

De inzet van lagevloersneltrams op het bestaande metronet (Ringlijn en Oostlijn) is niet opportuun. De belangrijkste reden hiervoor is het gegeven dat beide lijnen moeten worden omgebouwd naar bovenleidingbedrijf en lage perrons. Deze ombouw moet in één grote slag plaatsvinden nadat al het materieel geleverd is, daar gemengde exploitatie met metro-materieel uitgesloten is. Dit betekent dus dat voor de Oostlijn ander materieel met een hoge vloer en metro-kenmerken moet worden aangeschaft; hiervoor komen de nulvariant en beide hogevloer-varianten in aanmerking. Consequentie hiervan is dat de materieel-bestelling voor de Oostlijn en de Noord/Zuidlijn niet gecombineerd kan worden, hetgeen kan leiden tot een hogere prijs per trein-/tramstel.



Het lagevloer-sneltrammaterieel kan relatief makkelijk worden ingezet op straattrajecten, mits deze geschikt zijn gemaakt voor een breedte van 2,65 meter en de zwaardere aslast. In de praktijk gebeurt dit in vele Europese steden, meestal in straten met een redelijk ruim profiel. Wel moet rekening worden gehouden met de maximale treinlengte bij de inzet op niet-afgescheiden trajecten.

Afbeelding 2.7: lagevloer-sneltram K4500 (Köln)

De problematiek komt hier overeen met die van de huidige Amstelveenlijn, waar combinaties van 60 meter lengte als veiligheidsprobleem worden gezien. In dit geval zou het gaan om een treinlengte van 114 meter, hetgeen vermoedelijk niet acceptabel voor de omgeving zal zijn (hoewel het wettelijk wel is toegestaan). Wel is het mogelijk om voor het begin van het tramtraject enkele tramstellen af te koppelen, zodat de treinlengte beperkt wordt tot circa 60 meter. In paragraaf 4.4 wordt hier nader op ingegaan.

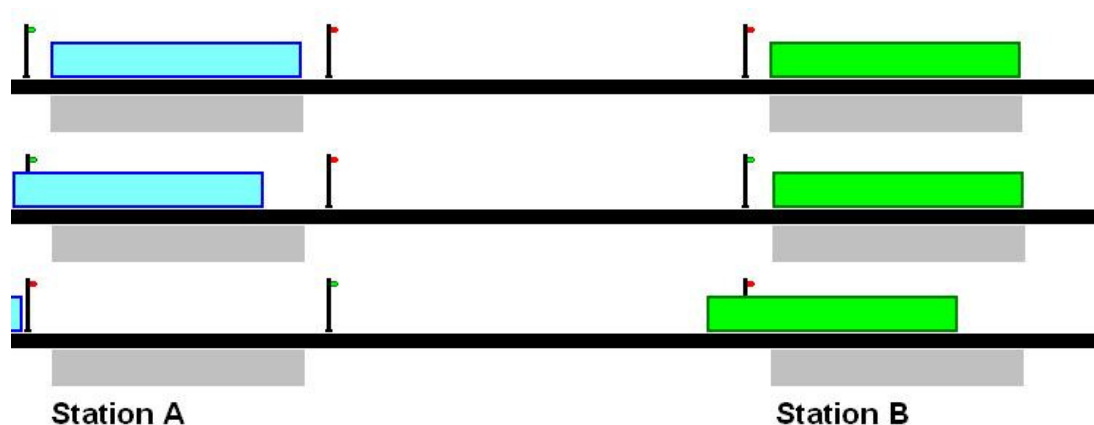
### 3. Capaciteit en halteringstijd

#### 3.1 Inleiding

Eén van de belangrijke toetsingscriteria is de capaciteit van het materieel zelf, ofwel hoeveel mensen kunnen met één trein worden vervoerd. Het begrip trein is hierbij te verstaan als een eenheid van gekoppelde treinstellen en/of bakken. Door de capaciteit per trein te vermenigvuldigen met de (maximale) frequentie op het kerntraject kan tevens worden bepaald welke invloed de materieelkeuze op de capaciteit van de lijn als geheel heeft.

De benodigde capaciteit wordt altijd bepaald door het drukste punt van de gehele lijn; naar verwachting is dit station Rokin. De diverse voorbereidende onderzoeken voor de Noord/Zuidlijn gaan uit van maximaal 8.300 reizigers per uur en richting in 2012, oplopend tot meer dan 10.100 reizigers per uur per richting in 2020. Na (volledige) realisatie van de Zuid-as zal het aantal reizigers nog verder gestegen zijn. De aangeboden vervoercapaciteit zal echter groter moeten zijn, enerzijds omdat reizigers zich niet volledig gelijkmatig over de trein verdelen (bepaalde deuren zijn drukker dan andere) en anderzijds omdat ook in het spitsuur sprake is van pieken en dalen in het vervoer (het is bijvoorbeeld drukker wanneer op Zuid/WTC twee NS-treinen met overstappende reizigers aankomen. Om deze verschillen op te vangen wordt gerekend met circa 50% extra capaciteitsbehoefte. De werkelijk benodigde vervoercapaciteit is aldus vast te stellen op 12.450 resp. 15.150 plaatsen per uur.

De toepassing van het "safe haven"-principe voor (brand)veiligheid gaat er van uit dat een trein in geval van problemen (zoals bijvoorbeeld brand) altijd doorrijdt naar het volgende station. Op die manier kunnen reizigers veel sneller en effectiever worden geëvacueerd dan vanaf de vrije baan of vanuit een tunnel. Om invulling te geven aan dit principe zal bij vertrek van een trein uit een bepaald station altijd zekerheid moeten bestaan over de mogelijkheid om direct door te kunnen rijden naar het volgende station. Die zekerheid bestaat pas wanneer de voorgaande trein toestemming heeft gekregen om van het volgende station te vertrekken. In schema 3.1 is dit grafisch weergegeven.



Schema 3.1: vertrekvolgorde bij safe haven-principe

De toepassing van het safe haven-principe heeft tot gevolg dat de maximaal haalbare frequentie wordt bepaald door:

- ▶ □ De langste combinatie van rijtijd tussen twee stations en halteringstijd op het volgende station. Naar verwachting is dit het traject Centraal Station – Rokin, omdat dit naar verwachting de drukste stations worden. Omdat de rijtijd voor alle materieel in principe vast ligt, is de halteringstijd dus omgekeerd evenredig met de haalbare frequentie;
- ▶ □ De kans op en de mate van afwijkingen van de geplande halteringstijd. Zoals uit schema 3.1 blijkt kan een kleine vertraging van de trein op station A (bijvoorbeeld omdat twee mensen elkaar hinderen bij het in- en uitstappen) al tot het ophouden van de volgende trein op station B leiden. In de praktijk wordt hiervoor een kleine buffer ingebouwd, hetgeen uiteraard ten koste gaat van de maximaal haalbare frequentie. De betrouwbaarheid van de halteringstijd is dus een belangrijke variabele voor het bepalen van de capaciteit.

Op grond hiervan kan worden geconcludeerd dat de belangrijkste beïnvloedende factoren voor de vervoercapaciteit van de Noord/Zuidlijn de voertuigcapaciteit, de halteringstijd en de betrouwbaarheid van de halteringstijd zijn. De waarden van deze variabelen worden onderstaand nader uitgewerkt voor alle materieeltypen.

## 3.2 Nulvariant: metro hoog en breed

In de nulvariant wordt uitgegaan van het toepassen van langsbanken, hetgeen betekent dat de banken met de rugleuning tegen de raamzijde zijn geplaatst. Hierdoor en door bredere zitplaatsen zijn er per bak relatief weinig zitplaatsen, hetgeen wegens de korte reistijd geen zwaarwegend bezwaar is. De combinatie van langsbanken en een grote breedte zorgt voor extra veel sta-ruimte in de treinen. De capaciteit per bak bedraagt volgens het sPvE 160 reizigers, te weten:

- ▶ □ 36 zitplaatsen;
- ▶ □ 125 staanplaatsen bij 4 – 4,5 reizigers per vierkante meter in de kopbakken en 135 staanplaatsen in de tussenbakken.

De capaciteit van een trein bestaande uit zes bakken bedraagt dan 1.006 reizigers. Wanneer rolstoelgebruikers, kinderwagens en fietsen in de trein aanwezig zijn (hetgeen zonder een spitsrestrictie zeker het geval zal zijn) is de capaciteit uiteraard iets geringer. Om de in 2012 benodigde vervoercapaciteit van 12.450 te kunnen bieden moet in de spits dus 12,9 maal per uur worden gereden. In de praktijk zal dit neerkomen op één rit per 4 minuten, ofwel 15 ritten per uur en richting. In 2020 is een spitscapaciteit van 15.180 plaatsen per uur per richting met de Noord/Zuidlijn, hetgeen de inzet van 15,7 treinen per uur vergt. In de praktijk zal dit neerkomen op 16 ritten per uur en richting, ofwel één trein per 3¾ minuut.

De minimale opvolgtijd is ten gevolge van het toepassen van het “safe haven”-principe gelijk aan de langste combinatie van rijtijd en halteringstijd; voor het breed en hoog metromaterieel bedraagt deze tijd 166 seconden. De maximale capaciteit van het kerntraject bedraagt dan 21,7 treinen per uur per richting. Dit is voldoende om de benodigde 16 treinen per uur en richting te verwerken. De reserve-capaciteit, nodig voor het opvangen van bijvoorbeeld extra vervoerpieken of toekomstige vervoergroei bedraagt 26%, hetgeen betekent dat de ruimte om verdere vervoergroei (bijvoorbeeld door regionalisering) te accommoderen beperkt is.

### 3.3 Variant 1: metro hoog en smal

De opzet van het metromaterieel is vergelijkbaar met de nulvariant. Het materieel heeft langsbanken, waardoor een maximale sta-ruimte wordt gecreëerd. Door de geringere breedte zal het aantal staanplaatsen per bak en per trein echter lager zijn. Uitgaande van de dimensies van het Berlijnse H-materieel, dat bij een lengte van 98,7 meter 202 zit- en 553 staanplaatsen biedt zou een Amsterdamse variant bij een lengte van 116,4 meter op een capaciteit van circa 240 zitplaatsen en 654 staanplaatsen komen; in totaal bedraagt de capaciteit van één trein dan 894 reizigers. Om de voor 2012 gewenste capaciteit te kunnen bieden moet een frequentie worden geboden van 13,9 ritten per uur per richting, hetgeen in de praktijk zal neerkomen op 15 ritten per uur en richting. De voor 2020 benodigde capaciteit bedraagt 16,9 ritten per uur per richting, wat in de praktijk zal leiden tot een dienstregeling met 18 treinen per uur per richting (elke  $3\frac{1}{3}$  minuut).

Het materieel in deze variant is 35 centimeter smaller dan het materieel in de nulvariant. Deze ruimte wordt geheel onttrokken aan de staruimte, zowel op de balkons als tussen de banken. Hierdoor wordt het lastiger voor reizigers om zich tijdens de rit te verspreiden door de trein. Uit GVB-onderzoek is gebleken dat de kritische grens een ruimte van 1,20 meter tussen de (voeten van de) op de langsbanken zittende reizigers is. Is de ruimte groter, dan verspreiden mensen zich ook bij wat grotere drukte nog door de trein; bij een kleinere ruimte neemt deze geneigdheid snel af. De tussenruimte in de nulvariant bedraagt 1,238 meter en dus 0,89 meter in deze variant.

Het gevolg van de geringere passagiers-circulatie is dat vergeleken met de nulvariant meer mensen bij bepaalde deuren (blijven) staan. Met name op drukkere stations kan dit tot knelpunten bij het in- en uitstappen leiden. Om toch een betrouwbare dienstregeling te kunnen bieden moet in de dienstregeling een grotere rijtijdmargin worden aangehouden. De langere rijtijd heeft tot gevolg dat de maximaal haalbare frequentie afneemt, daar elke toename van de halteringstijd automatisch leidt tot een verlenging van de opvolgtijd tussen twee treinen.

Een toename van 3 seconden halteringstijd per haltering heeft tot gevolg dat de opvolgtijd toeneemt tot 169 seconden. De maximale capaciteit van de tunnel bedraagt dan 21,3 treinen per uur per richting. De in 2020 te verwachten 18 treinen per uur en richting kunnen dus op het kerntraject worden verwerkt. De reservecapaciteit, benodigd voor het opvangen van vervoergroei of vervoerpieken bedraagt 15,5%. Het risico dat de capaciteitsgrenzen van de Noord/Zuidlijn als vervoersysteem worden bereikt is derhalve groter dan bij de nulvariant.

### 3.4 Variant 2: sneltram hoog

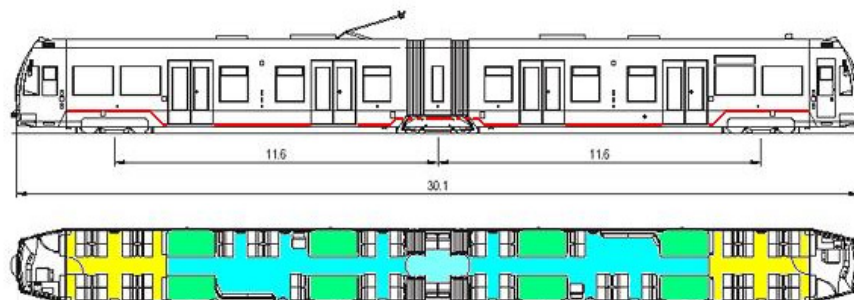
Het in deze variant voorziene materieel komt qua afmetingen overeen met het huidige Amstelveen- en Ringlijn-materieel (S3/M4). Wel zal ten behoeve van het gebruik op de Noord/Zuidlijn een aanpassing van de indeling van de treinstellen nodig zijn. Dit betreft het aanbrengen van een extra paar deuren en het (gedeeltelijk) toepassen van langsbanken. Het materieel lijkt daarmee qua indeling meer op het Rotterdamse metro-/sneltrammaterieel. De capaciteit van dat materieel wordt aangegeven met 72 zitplaatsen en 152 staanplaatsen bij 4 personen per vierkante meter. Met een trein bestaande uit vier treinstellen kunnen dus maximaal 896 reizigers worden vervoerd, hetgeen in grote lijnen overeen komt met de capaciteit van het smalle metromaterieel (variant 1). De frequenties die nodig zijn om het vervoervolume van 2012 en 2020 aan te kunnen zijn eveneens gelijk, namelijk 13,9 en 16,9 ritten per uur per richting. In de praktijk zal dit betekenen dat 15 resp. 18 ritten per uur en richting geboden moeten worden om tot een “nette” frequentie te komen.

De halteringstijden van het hogevloer-sneltram-materieel zijn naar verwachting nog iets langer zijn dan bij het smalle metromaterieel (variant 1). Belangrijkste reden hiervoor is het gegeven dat de treinen bestaan uit gekoppelde treinstellen, waarbij het niet mogelijk is om van het ene naar het andere treinstel door te lopen. Dit beperkt de passagiers-circulatie, waardoor de kans groter is dat het op bepaalde plaatsen in de trein extra druk is, waardoor vertraging bij het in- en uitstappen ontstaat. De langere halteringstijd leidt tot een minimale opvolgtijd tussen twee treinen van 172 seconden, waardoor de tunnelcapaciteit 20,9 treinen per uur per richting bedraagt. Deze capaciteit is voldoende om de in 2020 benodigde aantallen treinen (18) te verwerken; wel is de reservecapaciteit (14%) lager. Dit beperkt de mogelijkheden om vervoerpieken of vervoergroei op te vangen.

### 3.5 Variant 3: sneltram laag

De afmetingen van dit materieel-type komen grofweg overeen met de sneltram met hoge vloer. De indeling van de lagevloer-sneltram is echter anders. De ruimte boven de einddraaistellen heeft een hogere vloer en wordt vooral gebruikt voor zitplaatsen. Tussen de einddraaistellen is de vloer laag; hier bevinden zich de deuren. Deze ruimte is vooral bedoeld als sta-ruimte. Merk op dat het aantal deuren geringer is dan bij hogevloer-materieel. De indeling van de lagevloer-sneltram is in onderstaande afbeelding verduidelijkt. De rode lijn geeft het verloop van de vloerhoogte aan.

Afbeelding 3.1: indeling lagevloer-sneltram Keulen.





Het aantal zitplaatsen van een Keulse lagevloer-sneltram type K4500 bedraagt 58, daarnaast is –uitgaande van 4 mensen per vierkante meter– ruimte voor 124 staande passagiers. De totale capaciteit van een tramstel bedraagt dus 182 reizigers. Een trein bestaande uit vier gekoppelde trams kan dan 728 reizigers vervoeren. Om de in 2012 benodigde capaciteit van 12.450 plaatsen per uur en richting te bieden moeten dus 17,1 ritten per uur worden geboden, hetgeen in de praktijk neer zal komen op 18 treinen per uur. De grotere vervoervraag in 2020 vereist een dienstregeling met minimaal 20,8 treinen per uur en richting. Om een communiceerbare frequentie mogelijk te maken zouden dan 24 ritten per uur en richting gereden moeten worden (elke 2½ minuut). Omdat hiermee relatief veel extra capaciteit zou worden aangeboden is in de berekeningen uitgegaan van 22 ritten per uur en richting.

Zoals in afbeelding 3.1 te zien is, wijkt de indeling van het lagevloer-sneltrammaterieel af van de andere materieel-varianten. De ruimten boven de einddraaistellen (geel) hebben een grotere vloerhoogte, en zijn via traptreden te bereiken. Dit heeft in de praktijk tot gevolg dat deze ruimten meestal alleen worden gebruikt door reizigers die langere tijd in het voertuig verblijven; mensen die een korte rit maken verblijven meestal in het lagevloer-gedeelte. De aanwezigheid van treden in het voertuig en de asymmetrische opstelling van de deuren hebben eveneens een effect op de halteringstijden. De verschillende beschikbare rapportages erkennen allen dit effect, doch kennen hier ieder eigen waarden aan toe. Een toename van de halteringstijd met 12 seconden per haltering lijkt evenwel niet onrealistisch. In zo'n geval bedraagt de minimale opvolgtijd 178 seconden, en de maximale frequentie 20,2 treinen per uur per richting.

Het bovenstaande geeft duidelijk weer dat de capaciteit van lagevloer-materieel een knelpunt zal vormen. De voor 2012 verwachte vervoeromvang van 12.450 reizigers vergt een dienstregeling met 18 ritten per uur en richting tijdens de spits, hetgeen nog net kan worden verwerkt. In 2020 ontstaat wel een knelpunt, daar de capaciteit van het kerntraject ontoereikend is om de benodigde 22 ritten per uur te accommoderen. Reservecapaciteit ten behoeve van het opvangen van pieken in het vervoer (bijvoorbeeld door een storing bij NS, waardoor reizigers uitwijken naar de metro) is niet voorhanden; mogelijkheden om de vervoergroei die ontstaat bij de aanleg van regionale trajecten zijn er evenmin. Op grond hiervan moet een exploitatie van de Noord/Zuidlijn met lagevloer-sneltrams worden ontraden.

### **3.6 Samenvatting en conclusies**

De Noord/Zuidlijn wordt gebouwd voor een bijzonder grote vervoerstream over slechts acht stations. De benodigde capaciteit bedraagt circa 12.450 plaatsen per uur per richting bij de opening in 2012. In het jaar 2020 is de behoefte reeds opgelopen naar 15.150. De volledige realisatie van de Zuid-as kan de capaciteitsbehoefte verder doen oplopen. De (maximale) capaciteit van de Noord/Zuidlijn wordt in belangrijke mate bepaald door de capaciteit van de in te zetten voertuigen en de met die voertuigen mogelijke frequentie. In tabel 3.1 zijn de prestaties van de verschillende voertuigtypen vergeleken.

Tabel 3. 1: *samenvatting analyse capaciteit*

Kenmerk	0. Metro hoog+breed	1. Metro hoog+smal	2. Sneltram hoog	3. Sneltram laag
Capaciteit per bak	161/171 <sup>1)</sup>	149	112	91
Bakken/trein	6	6	8	8
Capaciteit per trein	1.006	894	896	728
Minimale opvolgtijd (sec)	166	169	172	178
Maximale frequentie	21,7 / uur	21,3 / uur	20,9 / uur	20,2 / uur
Benodigde frequentie 2012	15	15	15	18
Benodigde frequentie 2020	16	18	18	22
Capaciteitsreserve regionalisering	26,2%	15,5%	14,4%	-/- 8,8%

<sup>1)</sup> Capaciteit van kop- respectievelijk tussenbakken.

De resultaten van de vergelijking van de vier voertuig-varianten laten zien dat de nulvariant (metro hoog en breed) de grootste capaciteit biedt. De varianten 1 en 2, die beiden uitgaan van materieel met een hoge vloer, zijn eveneens uitvoerbaar. Wel dient daarbij te worden aangetekend dat de reserve-capaciteit bij deze varianten geringer is. De reserve-capaciteit is noodzakelijk om de bij realisatie van de Zuid-as en/of regionalisering te verwachten vervoergroei op het kerntraject op te vangen. Zelfs bij de best scorende hogevloer-variant (metro hoog en breed) is de hoeveelheid reservecapaciteit met 26% beperkt te noemen.

De inzet van lagevloer-materieel zal naar verwachting reeds in 2020 leiden tot capaciteits-knelpunten in de spitsuren. Op dat moment is de maximale vervoercapaciteit van een met lagevloermaterieel geëxploiteerde Noord/Zuidlijn al ruim overschreden. Dit betekent eveneens dat er geen capaciteit meer beschikbaar is om de door (bijvoorbeeld) regionalisering veroorzaakte vervoergroei op te vangen. Om die reden moet de inzet van lagevloer-materieel worden ontraden.

## 4. Infrastructuur

### 4.1 Inleiding

De bouw van de Noord/Zuidlijn is inmiddels voor een belangrijk deel aanbesteed en grotendeels al begonnen. Dit betekent dat alle voorgaand gemaakte keuzes zijn opgenomen in de bouwplannen. Zij liggen, soms zelfs letterlijk, in beton gegoten. De inzet van ander materieel dan het thans voorziene type (metro hoog en breed) kan consequenties hebben voor de uitvoering van de nu in aanbouw zijnde tunnel voor de Noord/Zuidlijn. Daarnaast kunnen ook gevolgen ontstaan voor de rest van het metronet, bijvoorbeeld in de vorm van aanpassingen van perrons, stations-layout, werkplaatsen en dergelijke.

De regionalisering van de Noord/Zuidlijn gaat er van uit dat deze lijn in de toekomst wordt doorgetrokken naar locaties in de regio. In de thans te overziene periode (tot omstreeks 2020) gaat het alleen om de aanpassing van de Amstelveenlijn voor metrobedrijf. De haalbaarheid van andere uitbreidingsplannen moet nog worden onderzocht. Daarbij moet worden aangetekend dat deze uitbreidingen regionaal gefinancierd moeten worden, hetgeen de verwezenlijking vermoedelijk niet zal bespoedigen. De onderstaande uitbreidingen zijn onderwerp van discussie:

1. **Purmerend:** een 15,8 kilometer lange verlenging vanaf station Buikslotermeerplein naar Purmerend, waarbij de NZ-lijn in Purmerend met 7 haltes een meer ontsluitende functie zal vervullen. De gemeente Purmerend heeft reeds meermalen aangegeven een aansluiting op de Amsterdamse metro niet te ambiëren.
2. **Zaandam:** een 11,1 kilometer lange uitbreiding die via de noordelijke IJ-oever naar Zaandam voert. Betwijfeld moet worden of een dergelijke verbinding een meerwaarde voor de Zaandammers heeft, gelet op de snelle(re) treinverbindingen tussen Amsterdam en Zaandam. De rentabiliteit van deze uitbreiding zal naar verwachting niet bijzonder goed zijn, zodat betwijfeld moet worden of deze verbinding überhaupt tot stand kan komen.
3. **Uithoorn:** de geplande aanpassing van de Amstelveenlijn voor het Noord/Zuidlijn-materieel maakt het mogelijk om vanaf de eindhalte Amstelveen Westwijk zo'n vier kilometer door te rijden naar Uithoorn. De realisatie van deze plannen wordt evenwel bemoeilijkt door het niet verder bebouwen van de omgeving van deze verlenging vanwege de geluidscontour van Schiphol, waardoor de vervoervraag waarschijnlijk te laag is om een doortrekking te rechtvaardigen.
4. **Schiphol:** het opnemen van luchthaven Schiphol in het metronet is een lang gekoesterde wens uit de periode van voor de aanleg van de (NS-)Schiphollijn. De huidige overwegingen gaan uit van een mogelijke rol voor de Noord/Zuidlijn wanneer op Schiphol een tweede terminal geopend wordt, mogelijk in combinatie met een doortrekking naar de gemeente Haarlemmermeer (CASH). Omdat de huidige treinverbindingen naar Schiphol sneller zijn en frequent rijden is de aanleg van een min of meer parallelle metroverbinding niet opportuun te achten. Wel is de aanleg van een metroverbinding te overwegen in de (verwachte) situatie dat de capaciteitsgrenzen van de treinverbinding door de Schiphol-spoortunnel worden bereikt.

5. **Almere:** in de planstudie OV Schiphol – Amsterdam – Almere – Lelystad is de aanleg van een metroverbinding in studie genomen. Almere zou in dat geval kunnen worden ontsloten met een verlenging van de Ringlijn via IJburg. Resultaten van deze planstudie zijn op het moment van schrijven van deze Quick Scan nog niet bekend.

Op afbeelding 4.1 zijn de gedachte uitbreidingen (met uitzondering van Uithoorn) weergegeven. Op deze kaart is tevens de doortrekking van de NoordZuidlijn over het tracé van de Amstelveenlijn beschreven.

Afbeelding 4.1: Regionalisering van de Noord/Zuidlijn



De kosten van de uitbreidingen zullen in de meeste gevallen –per kilometer gerekend– aanzienlijk lager zijn dan de aanlegkosten van de Noord/Zuidlijn. Belangrijkste reden hiervoor is het gegeven dat het aandeel tunneltraject op deze uitbreidingen gering zal zijn, daar de lijnen door minder dicht bebouwd gebied verlopen. Desondanks moet worden betwijfeld of op overzienbare termijn besluitvorming over de aanleg van deze verbindingen plaats zal vinden. De redenen hiervoor zijn enerzijds de (voor een railverbinding) geringe vervoerpotentie in relatie tot de (regionaal te financieren) aanlegkosten en anderzijds de concurrentie van bestaande (en goedkoper uit te breiden) spoorverbindingen. Consequentie hiervan is dat een eventuele ingebruikname van nieuwe verbindingen zeker niet voor 2025 plaats zal vinden.

Een laatste te vermelden project betreft de geplande doortrekking van de Noord/Zuidlijn naar Amstelveen. Omdat deze doortrekking gebruik maakt van het bestaande traject van sneltramlijn 51 is een doortrekking relatief snel te realiseren. Gelet op de eveneens aanwezige wens om het metro/sneltramnet in de toekomst te decompliceren is een realisatie tussen 2012 en 2015 niet uitgesloten. Om die reden zal bij de vergelijking van de diverse varianten op het punt van infrastructuur expliciet naar de consequenties voor de Amstelveenlijn worden gekeken. Daarbij wordt er van uitgegaan dat bij realisatie van de aanpassing van de Noord/Zuidlijn ten minste de helft van alle treinen uit de Noord/Zuidlijn doorrijden naar Amstelveen.

## 4.2 Nulvariant: metro hoog en breed

### *Kerntraject*

De infrastructuur van het kerntraject is volledig afgestemd op het materieel uit de nulvariant. Aanpassingskosten ten behoeve van de inzet van dit materieel zijn dus niet aan de orde.

### *Amstelveenlijn*

De Amstelveenlijn is gebouwd als ontsluitende sneltramlijn met gelijkvloerse wegkruisingen en deels medegebruik van stadstramlijn 5. Bij de besluitvorming over de Noord/Zuidlijn is er altijd van uitgegaan dat de Amstelveenlijn zou worden aangepast voor gebruik door de treinen van de Noord/Zuidlijn. Dit was ook één van de belangrijkste overwegingen om bij de Noord/Zuidlijn uit te gaan van bovenleidingbedrijf in plaats van stroomtoevoer via 3<sup>e</sup> rail, zoals elders op het metronet toegepast.

Bij de aanleg van de Amstelveenlijn is altijd rekening gehouden met een eventuele aanpassing voor metrobedrijf. Zo is het profiel van vrije ruimte grotendeels geschikt voor materieel met een breedte van 3 meter of anders eenvoudig hiervoor geschikt te maken. Wel is het vanwege de koppeling aan de Noord/Zuid-lijn noodzakelijk om de punctualiteit en de betrouwbaarheid van de treindienst op de Amstelveenlijn te vergroten; alleen op die manier is te voorkomen dat verstoringen op de Amstelveenlijn de dienstuitvoering op de Noord/Zuidlijn beïnvloeden. De aanpassingen voor gebruik door treinen van de Noord/Zuidlijn zijn:

- ▶ **Perrons:** verlengen van de hoge perrons van nu  $\pm$  63 meter naar 128 meter en versmallen van de perrons met 17,5 centimeter;
- ▶ **Baan:** door verplaatsing van bovenleidingmasten kan op vrijwel het gehele traject het profiel worden aangepast. Daarnaast zijn verzwaring van de bovenleiding en extra onderstations t.b.v. grotere stroomafname noodzakelijk ;
- ▶ **Wegkruisingen:** grotendeels opheffen door sanering en/of ongelijkvloers maken. Hooguit kunnen enkele kleinere, weinig gebruikte wegkruisingen blijven bestaan wanneer hier additionele veiligheidsmaatregelen worden genomen;
- ▶ **Ongelijkvloers maken:** aanleg van viaducten of tunnels op de plaatsen van de drukste wegkruisingen, hetgeen met name noodzakelijk is vanwege de frequentie van het kruisende metroverkeer en de verwachte toename van het autoverkeer als gevolg van de ontwikkeling van de Zuid-as;
- ▶ **Beveiligingssysteem:** op de gehele Amstelveenlijn dient het beveiligingssysteem van de Noord/Zuidlijn te worden geïnstalleerd;

- ▶ **Keervoorziening:** zowel aan het eindpunt Westwijk als op enkele strategische tussengelegen locaties moeten nieuwe keervoorzieningen worden aangelegd en/of bestaande keervoorzieningen worden aangepast. De keervoorziening Westwijk wordt bij voorkeur voorzien van enkele (goed beveiligde) opstelsporen;
- ▶ **Alternatief voor tram 5:** door de hoge frequentie waarin de metro in Amstelveen gaat rijden en de noodzaak om –vooral vanuit capaciteitsredenen– bij de Noord/Zuidlijn tot een hoge betrouwbaarheid van de treindienst te komen is het onmogelijk om het medegebruik met stadstram 5 te continueren.

De kosten van deze aanpassingen zijn ruw geraamd op een bedrag tussen € 200 en € 400 miljoen. Uitgangspunt daarbij is de aanleg van een eindpunt bij station Zuid/WTC voor tram 5; aanleg van een alternatieve route voor lijn 5 naar Amstelveen leidt tot extra kosten.

### *Regionalisering*

Het materieel uit de nulvariant is te karakteriseren als klassiek metromaterieel dat (bij voorkeur) gebruik maakt van een eigen kruisingsvrije baan. Doordat het materieel met een pantograaf is uitgerust ontstaat in principe de mogelijkheid om op buitentrajecten waar in een lage(re) frequentie gereden wordt enkele met overwegbomen beveiligde gelijkvloerse kruisingen toe te passen. Dit zal naar verwachting alleen op een eventuele uitbreiding naar Purmerend aan de orde zijn, aangezien het uit oogpunt van zowel veiligheid als stiptheid niet wenselijk is om gelijkvloerse kruisingen met drukkeren wegen aan te leggen. Mede om die reden is de inpasbaarheid van metroverlengingen niet enorm problematisch, aangezien een uitvoering als volledig kruisingsvrije baan sowieso wenselijk is uit veiligheidsoogpunt.

Hoewel toepassing van gelijkvloerse kruisingen technisch en vanuit de regelgeving mogelijk zal zijn is het niet aan te raden vanwege de negatieve effecten op de verkeersveiligheid. Bovendien komt dit niet ten goede aan de vereiste betrouwbaarheid van de uitvoering van de dienstregeling, hetgeen de capaciteit van het kerntraject negatief kan beïnvloeden. Iets vergelijkbaars geldt voor de toepassing van straattrajecten: hoewel het juridisch mogelijk is om een sneltram met een lengte van 120 meter in te passen als straattraject is het de vraag in hoeverre dit ook maatschappelijk acceptabel wordt gevonden. De aanlegkosten van de regionale verbindingen zijn alleen globaal onderzocht bij toepassing van een metrorégime en worden geschat op circa € 30 miljoen per kilometer (+/- 50%).

## **4.3 Variant 1: metro hoog en smal**

### *Kerntraject*

De inzet van materieel met een breedte van 2,65 meter op het kerntraject van de Noord/Zuidlijn vereist een beperkte aanpassing. De Noord/Zuidlijn is ontworpen voor materieel met een breedte van 3,00 meter, waardoor bij de inzet van smaller materieel een te grote horizontale afstand tussen perron en voertuig ontstaat. Het overbruggen van deze 17,5 centimeter brede “kloof” kan zowel plaatsvinden door toepassing van klaptreden aan het materieel als door verbreding van de perrons. Op basis van de gewenste lijnvoering zou een perronverbreding te prefereren zijn boven de toepassing van klaptreden; dit heeft echter als nadeel dat het Noord-Zuid-materieel niet meer inzetbaar is op de Oostlijn. Hier staat tegenover dat het aanbrengen van klaptreden op al het materieel vermoedelijk duurder is. Bovendien neemt het risico op materieelstoringen toe, hetgeen de dienstuitvoering negatief beïnvloedt. Beide oplossingen zijn op de volgende pagina (afbeelding 4.2) in beeld gebracht.

De kosten voor het verbreden van de op de Noord/Zuidlijn geplande perrons zijn naar verwachting marginaal. Hoewel naar dit aspect geen bestaand onderzoek geraadpleegd kan worden zou een bedrag van meer dan € 1 miljoen voor aanpassingen op alle stations samen verbazing moeten wekken. Consequenties op het gebied van hogere onderhoudskosten voor infrastructuur zijn er niet.

*Afbeelding 4.2: oplossing klaptreden (links) versus perronverbreding (rechts).*



### *Amstelveenlijn*

De inzet van smaller metro-materieel verandert nauwelijks iets aan de benodigde aanpassingen die nodig zijn om de Noord/Zuidlijn door te trekken naar Amstelveen. De reden hiervoor is dat niet de inzet van een ander materieeltype aanleiding is voor de aanpassingen maar de hogere frequentie waarin gereden wordt (ten minste de helft van de treinen van de Noord/Zuid-lijn zal doorrijden naar Amstelveen) en de noodzaak om bij koppelijn van de Amstelveenlijn aan de Noord/Zuid-lijn.

In vergelijking met de nulvariant zou de inzet van 2,65 meter breed metro-materieel profiel-aanpassingen en perronverbredingen op de Amstelveenlijn overbodig maken. De aanpassing van het profiel vergt slechts geringe ingrepen, omdat de gehele lijn zodanig is gebouwd dat inzet van 3,00 meter breedte zonder grote ingrepen mogelijk te maken is. De aanpassingen aan de perrons vormen geen besparing, aangezien de perrons ten behoeve van de verlenging en verhoging van de perrons feitelijk geheel nieuw gebouwd moeten worden. Per saldo zal niet of nauwelijks sprake zijn van extra infrastructuur-kosten ten opzichte van de nulvariant.

### *Regionalisering*

Ook in geval van de inzet van smaller metromaterieel zullen regionale trajecten nog altijd moeten worden uitgevoerd als metrolijn, dus geheel kruisingsvrij. Het toepassen van gelijkvloerse kruisingen is weliswaar theoretisch mogelijk, maar leidt wel tot een geringere veiligheid. Bovendien komt dit niet ten goede aan de vereiste betrouwbaarheid van de uitvoering van de dienstregeling, hetgeen de capaciteit van het kerntraject negatief kan beïnvloeden. Omdat een Noord/Zuidlijn met smaller metromaterieel sowieso een lagere capaciteit heeft vergroot dit de kans dat de maximale capaciteit van het systeem Noord/Zuidlijn wordt overschreden. Hoewel toepassing van gelijkvloerse kruisingen technisch en vanuit de regelgeving mogelijk zal zijn is het niet aan te raden vanwege de negatieve effecten op zowel de veiligheid als op de capaciteit van het systeem Noord/Zuidlijn.

Iets vergelijkbaars geldt voor de toepassing van straattrajecten: hoewel het juridisch mogelijk is om een sneltram met een lengte van 120 meter als straattraject in te passen is het de vraag in hoeverre dit ook maatschappelijk acceptabel wordt gevonden. Om deze redenen zullen ook regionale verbindingen met een eigen tracé en grotendeels voorzien van ongelijkvloerse kruisingen moeten worden aangelegd.

Het enige resterende verschil met het materieel uit de nulvariant is dat kunstwerken ten behoeve van de metro 35 centimeter smaller kunnen worden uitgevoerd. De besparing die dit oplevert zal echter ten gunstigste marginaal zijn, en is te schatten op ongeveer 1 – 2% van de kilometerkosten van nieuwe lijnen. Dit leidt ten opzichte van de nulvariant dus tot minderkosten van € 0,2 – 0,4 miljoen per kilometer.

## **4.4 Variant 2: sneltram hoog**

### *Kerntraject*

De inzet van sneltrams met een hoge vloer vereist dezelfde aanpassingen als omschreven bij variant 1 (metro hoog en smal). Ook in dit geval lijkt een verbreding van de perrons van het kerntraject de meest effectieve oplossing te zijn. Zoals aangegeven leidt dit tot meerkosten van hooguit € 1 miljoen.

### *Amstelveenlijn*

De Amstelveenlijn wordt thans ook bereden met hogevloer-sneltrams met dezelfde kenmerken. Dit betekent echter niet dat aanpassingen aan de Amstelveenlijn in deze variant achterwege kunnen blijven. De koppeling van de Amstelveenlijn met de Noord/Zuidlijn vereist ook in deze materieelvariant dezelfde aanpassingen als in beide voorgaande varianten beschreven. De reden hiervoor is wederom de inzet van langere treinen in een hogere frequentie, alsmede de noodzaak om de betrouwbaarheid van de dienstuitvoering op een zo hoog mogelijk niveau te krijgen. De werkzaamheden komen dus overeen met de voor variant 1 benodigde aanpassingen. Hierdoor zijn de kosten eveneens gelijk aan de kosten in de varianten 1 en 0. Er is dus geen sprake van financiële voor- of nadelen.



### *Regionalisering*

De inzet van sneltrammaterieel op de regionale verbindingen van de Noord/Zuidlijn zou in principe mogelijkheden bieden voor het gebruik van gelijkvloerse kruisingen en straattrajecten. Bij de toepassing van gelijkvloerse kruisingen zijn dezelfde overwegingen van toepassing als genoemd in variant 1. Hoewel dit technisch en vanuit de regelgeving mogelijk zal zijn is het niet aan te raden vanwege de negatieve effecten op zowel de veiligheid als op de capaciteit van het systeem Noord/Zuidlijn. Iets vergelijkbaars geldt voor de toepassing van straattrajecten: hoewel het juridisch mogelijk is om een sneltram met een lengte van 120 meter in te passen als straattraject is het de vraag in hoeverre dit ook maatschappelijk acceptabel wordt gevonden.

Het inzetten van kortere treinen, bijvoorbeeld door onderweg enkele treinstellen af te koppelen, is theoretisch een mogelijkheid om tegemoet te komen aan dit bezwaar. In de praktijk zal het echter lastiger zijn omdat voor deze handeling voldoende tijd moet worden ingepland. Dit heeft tot gevolg dat de trams onderweg minimaal twee minuten stil moeten staan voor het af- en aankoppelen en het inlopen van geringere vertragingen. Slechts op die manier kan worden voorkomen dat vertragingen doorwerken op de dienstuitvoering op het kerntraject. Een dergelijke exploitatiewijze is weinig attractief, vooral wanneer ook op de regionale verbindingen zoals naar Schiphol een grotere vervoeromvang bestaat.

Om bovengenoemde redenen is een sneltramachtige exploitatie van de regionale verbindingen moeilijk realiseerbaar te achten. Aanleg zal dus grotendeels op basis van metrostandaarden met een eigen, kruisingsvrije baan moeten plaatsvinden. De kosten van deze verlengingen zullen niet afwijken van de kosten van metroaanleg bij toepassing van het voertuigtype "hoog en smal" (variant 1), hetgeen ten opzichte van de nulvariant een besparing van € 0,2 - € 0,4 miljoen per kilometer oplevert.

## **4.5 Variant 3: sneltram laag**

### *Kerntraject*

De inzet van lagevloersneltrams op het kerntraject vereist het aanbrengen van lage perrons (perronhoogte 35 centimeter) bij de stations van het kerntraject. Om dit te bereiken zullen de thans in uitvoering zijnde werken moeten worden aangepast. Deze aanpassingen behelzen niet alleen het verlagen van de perrons; omdat onder de thans voorziene hoge perrons technische ruimten gepland zijn moet hiervoor een nieuwe plek gevonden worden. De meest aannemelijke oplossing hiervoor is het creëren van aparte ruimten voor en na de perrons of het verdiepen van de tunnel ter hoogte van de stations. Daarnaast moeten de behuizingen van de roltrappen worden aangepast en zijn langere roltrappen nodig. Het verhogen van de sporen bij de stations is geen oplossing: lagevloersneltrams hebben vrijwel dezelfde dakhoogte als hogevloermaterieel, waardoor in dat geval de tunnel hoger moet worden gebouwd. In 2001 werden deze kosten geschat op € 12,7 miljoen, in 2002 op € 15,7 miljoen. Omdat de bouw van de tunnel inmiddels in een aanzienlijk verder gevorderd stadium is zullen deze kosten anno 2006 aanzienlijk hoger zijn. Een schatting van € 25 miljoen lijkt in dit verband niet onredelijk.

Wanneer op het kerntraject lagevloermaterieel wordt ingezet zullen op station Zuid/WTC gescheiden perrons en perronsporen nodig zijn. Dit is weliswaar voorzien, doch medegebruik van andere perronsporen is in dit geval onmogelijk hetgeen de flexibiliteit vermindert. Daarnaast is het zo goed als onmogelijk om lagevloermaterieel te laten rijden op trajecten die voorzien zijn van stroomtoevoer via een 3<sup>e</sup> rail, daar de zijkant van het materieel dan te dicht bij de stroomrail komt. De consequentie hiervan is dat het lagevloermaterieel de centrale werkplaats in Diemen niet meer kan bereiken, zodat ergens aan de Noord/Zuidlijn een nieuwe werkplaats met opstelruimte gebouwd moet worden. De enig denkbare locatie hiervoor is ten noorden van het Buikslotermeerplein, maar ook daar zijn de mogelijkheden beperkt. De kosten hiervan bedragen naar zeer ruwe schatting ten minste € 25 miljoen.

### *Amstelveenlijn*

De doortrekking van (één van) de NoordZuidlijn(en) naar Amstelveen vereist –net als bij de andere varianten– een aanpassing van het bestaande traject. In grote lijnen komen de vereiste aanpassingen overeen met de bij de andere varianten beschreven aanpassingen. Dit behelst het geschikt maken van perrons voor langere treinen (120 meter), het zoveel mogelijk opheffen van gelijkvloerse kruisingen, het aanbrengen van een beveiligingssysteem, de aanleg van keurvoorzieningen en de bouw van een eindpunt voor tramlijn 5. Belangrijkste verschil is dat de bestaande tramperrons niet alleen moeten worden verlengd maar ook worden verlaagd. Dit laatste vergt ook de aanpassing van de aanwezige (rol)trappen en liften. Per saldo is te verwachten dat de kosten voor aanpassing van de Amstelveenlijn niet significant zullen afwijken van de aanpassingskosten bij de overige varianten.

### *Regionalisering*

De belangrijkste reden om na te denken over de inzet van lagevloermaterieel is het gegeven dat een lijn die geëxploiteerd wordt met lagevloersneltrams makkelijker inpasbaar is in de regio. Wanneer wordt uitgegaan van treinen die bestaan uit maximaal 2 gekoppelde treinstellen (totale lengte ongeveer 60 meter) klopt dat ook. De vervoeromvang van de Noord/Zuidlijn vereist echter de inzet van lange treinstellen van zo'n 120 meter. Tramtreinen van een dergelijk formaat mogen juridisch gezien gebruik maken van de openbare weg (ze zijn namelijk gelijkgesteld aan gewone trams). Gelet op de problemen die bij de Amstelveenlijn nu reeds spelen rondom de veiligheid van kruisend verkeer moet –net als bij hogesneltrams – echter worden betwijfeld of dit bestuurlijk en maatschappelijk haalbaar is. Tevens leidt dit bij de benodigde hoge frequenties tot veel extra hinder voor het overige verkeer.

Het inzetten van kortere treinen op de regionale trajecten is theoretisch een mogelijkheid om bovengenoemd knelpunt te omzeilen. Het vereiste splitsen en combineren op de uiteinden van het kerntraject vergt echter tijd en rangeerruimte. Bij station Zuid/WTC is die ruimte in elk geval niet voorhanden, station Buikslotermeerplein zou in theorie aan te passen zijn tot een drie- of viersporig station met een uitgebreider emplacement, maar ook daar is de ruimte beperkt. De exploitatie als (snel)tram betekent dat de bestuurder degene is die snelheid en vertrekmoment bepaalt. Door verschillen in rijgedrag zullen de rijtijden op een regionaal traject dan eveneens een grote spreiding vertonen.

Daarnaast bestaat invloed van ander verkeer, hetgeen de punctualiteit evenmin bevordert. Om de vereiste punctualiteit op het kerntraject toch te realiseren zijn tijdbuffers op de aantakkingen op het metronet nodig zijn. Dit betekent dat een trein in het gunstigste geval één minuut stil staat (bij een langzame bestuurder en veel hinder op het voorgaande traject), maar dat die stilstand in de praktijk makkelijk kan oplopen tot 3 minuten. Het moge duidelijk zijn dat dit voor de reizigers niet attractief is.

Om bovengenoemde redenen is een sneltramachtige exploitatie van de regionale verbindingen moeilijk realiseerbaar te achten. Aanleg zal dus grotendeels op basis van metrostandaarden met een eigen, kruisingsvrije baan moeten plaatsvinden. De kosten van deze verlengingen zullen niet afwijken van de kosten van metroaanleg bij toepassing van het voertuigtype “hoog en smal” (variant 1), hetgeen ten opzichte van de nulvariant een besparing van € 0,2 - € 0,4 miljoen per kilometer oplevert.

## 4.6 Samenvatting en conclusies

Het kerntraject van de Noord/Zuidlijn is op dit moment al in aanbouw. Dit betekent dat bouwkundige veranderingen die worden vereist vanwege de inzet van ander materieel duur zullen zijn. De inzet van smaller materieel met een hoge vloer (varianten 1 en 2) vereisen marginale aanpassingen met verwaarloosbare meerkosten. De inzet van lagevloer-materieel vergt grotere ingrepen, waarvan de kosten minimaal € 25 miljoen bedragen. Omdat het lagevloer-materieel de bestaande werkplaats in Diemen niet kan bereiken is de bouw van een aparte werkplaats met opstelruimte vereist. De kosten hiervan bedragen eveneens minstens € 25 miljoen.

De doortrekking van (één van) de Noord/Zuidlijnen over de bestaande Amstelveenlijn is in de nabije toekomst te verwachten. Om dit mogelijk te maken zal de Amstelveenlijn moeten worden aangepast voor de inzet van langer materieel dat in een hogere frequentie zal rijden. De vervoeromvang van het kerntraject vereist dat de treindienst met een hoge punctualiteit wordt uitgevoerd; deze punctualiteiteis geldt bij doortrekking ook voor de Amstelveenlijn. Dit betekent dat de bestaande gelijkvloerse kruisingen met ander verkeer zoveel mogelijk moeten worden opgeheven. Dit is overigens evenzeer noodzakelijk vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid. Voor de kosten voor deze aanpassingen bestaan tot nu toe alleen ruwe schattingen, die uiteenlopen van € 200 tot € 400 miljoen. De inzet van ander materieel heeft hier geen significante invloed op.

De aanleg van regionale trajecten als verlenging van de Noord/Zuidlijn kan zowel onder (snel)tram- als onder metrorégime plaatsvinden. De metro's of sneltrams die op deze regionale lijnen zullen rijden hebben een grote lengte (120 meter) vanwege de vereiste capaciteit op het kerntraject. De inzet van dergelijke grote treinstellen en de vereiste punctualiteit laten geen andere mogelijkheid dan de aanleg van lijnen met een (vrijwel) geheel kruisingsvrije baan. In de bebouwde omgeving is een kruisingsvrije baan naar verwachting sowieso onontkoombaar. Dit betekent dat de kosten voor de uitvoering van regionale verbindingen als sneltram- of als metrolijn elkaar nauwelijks zullen ontlopen. Het enige relevante verschil is dat bij de inzet van breed materieel (nulvariant) de kunstwerken iets breder moeten worden uitgevoerd. De geschatte gemiddelde kosten per trajectkilometer liggen daarom iets hoger, namelijk € 30,3 in plaats van € 30 miljoen per kilometer.

Op grond van deze overwegingen kan worden geconcludeerd dat de varianten met hogevloermaterieel elkaar nauwelijks ontlopen. De inzet van lagevloermaterieel veroorzaakt wel extra kosten, namelijk wegens de aanpassing van het in aanbouw zijnde kerntraject en de vereiste bouw van een eigen werkplaats met opstelruimte. In tabel 4.2 zijn de infrastructurele effecten van de verschillende varianten samengevat.

Tabel 4.2: *kostenkenmerken infrastructuur en inpassing*

	<b>Nulvariant</b>	<b>Variant 1</b>	<b>Variant 2</b>	<b>Variant 3</b>
<b>Kosten</b>				
- kerntraject (meerkosten)	0	0	0	> € 50 mln
- Amstelveen (aanpassing)	€ 200 - 400 mln	€ 200 - 400 mln	€ 200 - 400 mln	€ 200 - 400 mln
- regionaal (gemiddeld per km)	€ 30,3 mln	€ 30 mln	€ 30 mln	€ 30 mln
<b>Inpassing</b>				
- Amstelveen	kruisingsvrij	kruisingsvrij	kruisingsvrij	kruisingsvrij
- regionaal	kruisingsvrij	kruisingsvrij	kruisingsvrij	kruisingsvrij

## 5. Exploitatie

### 5.1 Inleiding

Hoofdstuk 5 behandelt de exploitatieve aspecten van de verschillende materieel-varianten. Als eerste wordt ingegaan op de aanschafkosten van nieuw materieel. Daarbij wordt zowel gekeken naar de materieelbehoefte voor de Noord/Zuidlijn in de eindsituatie als naar de mogelijkheden om hetzelfde materieel aan te schaffen voor de vervanging van het huidige materieel van de Oostlijn.

De exploitatiekosten van de Noord/Zuidlijn bestaan in hoofdzaak uit de onderstaande posten:

1. instandhouding infrastructuur inclusief reservering voor toekomstig groot onderhoud;
2. exploitatie infrastructuur, waaronder de kosten van verkeersleiding, toezicht op stations en energie voor stations;
3. kosten van afschrijving en onderhoud van en rijden met het materieel;
4. kosten voor rijdend personeel;
5. kosten in verband met sociale veiligheid
6. overige kosten zoals management en administratie.

De inzet van een ander materieeltype zal vooral invloed uitoefenen op de posten 3 en 4. De overige kostenposten worden in de vergelijking daarom buiten beschouwing gelaten.

### 5.2 Nulvariant: metro hoog en breed

#### *Materieelbehoefte*

De exploitatie van de Noord/Zuidlijn met hoog en breed metromaterieel vereist in 2012 een minimale frequentie van 15 ritten per uur per richting (zie tabel 3.1), ofwel elke 4 minuten. De rijtijd voor een rit Buikslotermeerplein – Zuid/WTC – Buikslotermeerplein wordt volgens eerste modellen geschat op 32 minuten, exclusief de keertijd bij station Buikslotermeerplein. De keertijd (wegrijden van perron naar emplacement, veranderen van rijrichting en binnenrijden station) is te schatten op 5 minuten, waardoor de minimale omlooptijd 37 minuten bedraagt. Om een vier-minutendienst te kunnen rijden is dan een omlooptijd van 40 minuten vereist. In de spits zijn derhalve 10 treinen nodig voor de exploitatie van de Noord/Zuidlijn, inclusief 15% reserve zijn dat 11,5 treinen. Omdat het materieel bestaat uit (in de werkplaats) uitwisselbare losse bakken en voor de Oostlijn hetzelfde materieel wordt besteld kan de “halve” reservetrein bestaan uit twee tussenbakken en één kopbak. De totale materieelbehoefte bedraagt dan 23 kopbakken en 46 tussenbakken.

Indien de doortrekking van de Noord/Zuidlijn naar Amstelveen wordt besloten zal voor 2020 gereed zijn. Wanneer met een “halve frequentie” wordt doorgereden naar Amstelveen zijn hiervoor 6 extra treinen nodig. De vervoergroei zal het in 2020 nodig maken om op het kerntraject de frequentie te verhogen tot 16 treinen per uur en richting; ook deze frequentie kan met 10 treinen worden geboden. In totaal bedraagt de extra materieelbehoefte in 2020 dus 6 treinen, ofwel 48 bakken. Inclusief reservematerieel bedraagt de totale behoefte dan 37 kopbakken en 74 tussenbakken.

Zoals in paragraaf 2.1 is aangegeven is het mogelijk om hetzelfde materieeltype op de Oostlijn in te zetten. Overwogen kan worden om het Oostlijn-materieel niet uit te rusten met de voor de Noord/Zuidlijn benodigde extra's (stroomafnemer voor bovenleiding en additioneel beveiligingssysteem). Hiermee kan zonder bezwaren een (bescheiden) besparing worden bereikt, met als nadeel een minder flexibele exploitatie.

De materieelbehoefte van de Oostlijn is aangegeven met 19 treinen plus twee treinen voor de Ringlijn. Inclusief 15% reservematerieel bedraagt de materieelbehoefte dan 92 bakken. Dit betekent dat de totale materieelbehoefte voor Noord-Zuid- en Oostlijn inclusief reservepercentage te schatten is op 81 kop- en 118 tussenbakken.

### *Aanschafkosten*

De prijs van een railvoertuig komt tot stand op basis van een aanbesteding, en is dus vooraf nooit exact te schatten. Diverse omstandigheden oefenen invloed uit, zoals:

- ▶ □ het aantal leveranciers (hoe meer leveranciers hoe lager de prijzen);
- ▶ □ de orderportefeuille van de leveranciers (hoe minder werk men omhanden heeft, des te lager de prijs);
- ▶ □ de omvang van de order (hoe groter de bestelling, hoe lager de prijs);
- ▶ □ de mogelijkheid van standaardisatie (hoe minder aanpassingen, hoe lager de prijs);
- ▶ □ de speelruimte met betrekking tot de levertijd (hoe meer ruimte, hoe lager de prijs).

De nulvariant gaat uit van gestandaardiseerd materieel waarbij de bestellingen voor de Oost- en Noord/Zuidlijn te combineren zijn; gelet op de leeftijd (en het daarmee samenhangende aantal defecten) van het Oostlijn-materieel zou dit als eerste op relatief korte termijn vervangen moeten worden. Om voldoende tijd voor het bedingen van gunstige leveringscondities te verkrijgen is een vlotte besluitvorming nodig. Deze factoren oefenen dus een gunstig effect uit op de prijs. Dit materieeltype kan door alle leveranciers worden geleverd, waardoor naar verwachting sprake zal zijn van voldoende concurrentie. In een eerdere inventarisatie is de prijs van een middenbak geschat op € 1,5 miljoen; een kopbak zal naar verwachting € 1,7 miljoen gaan kosten. Uitgaande van prijzen van andere recente leveranties en de gecreëerde gunstige omstandigheden zou een voordeel van € 0,2 miljoen per bak denkbaar zijn, hetgeen neerkomt op € 1,5 miljoen voor een kopbak en € 1,3 miljoen voor een tussenbak. De totale aanschafkosten kunnen aldus worden geschat op € 288,9 miljoen.

### *Exploitatiekosten*

De afschrijving van het materieel is in deze variant te schatten op € 17,9 miljoen per jaar, uitgaande van een afschrijving over een periode van 30 jaar en een rentevoet van 5%. Gegevens over de onderhoudskosten zijn niet bekend in de vorm van absolute getallen. Wel kan worden verwacht dat het onderhoud van een grote vloot van (vrijwel) gelijk materieel tot besparingen leidt. Deze besparingen komen zowel tot uitdrukking in geringere voorraadkosten als in een efficiëntere werkwijze bij het onderhoud zelf.

## 5.3 Variant 1: metro hoog en smal

### *Materieelbehoefte*

Het bieden van de benodigde vervoercapaciteit op de Noord/Zuidlijn vereist bij de inzet van smal metromaterieel ten minste 15 ritten per uur per richting tijdens de spits. Dit betekent dat er elke 4 minuut een trein vertrekt. De omlooptijd is ten opzichte van de nulvariant iets langer worden, hetgeen het gevolg is van de langere halteertijden. Per station is 3 seconden extra nodig, hetgeen voor een gehele omloop (15 halteringen) uitkomt op 45 seconden extra. Bij een gelijke keertijd bedraagt de omlooptijd dan  $37\frac{3}{4}$  minuut. Om binnen de frequenties te passen moet dan worden uitgegaan van 40 minuten. Dit betekent dat de spitsinzet 10 treinen bedraagt. Inclusief een reserve van 15% bedraagt de materieelbehoefte dan 11,5 treinen.

In 2020 is het aantal reizigers groter, waardoor de frequentie moet worden opgevoerd. Zoals in paragraaf 3.3 aangegeven wordt dan 18 maal per uur gereden, het interval bedraagt dan  $3\frac{1}{3}$  minuut. In die situatie zijn 12 treinen nodig exclusief reserve; inclusief reserve zijn dat er 13,8.

De doortrekking over de Amstelveenlijn leidt eveneens tot een extra behoefte aan materieel. Uitgaande van de berekeningen voor breed materieel (6 treinen extra) en de verschillen in capaciteit en halteringstijd zullen bij smal metromaterieel 7 extra treinen nodig zijn. De totale behoefte aan materieel voor de Noord/Zuidlijn bedraagt dan 19 treinen exclusief reserve en 21,9 treinen inclusief reserve. Het smallere metro-materieel is eveneens samengesteld uit (in de werkplaats te splitsen en combineren) combinaties van tussen- en kopbakken. Dit betekent dat voor de Noord/Zuidlijn inclusief doortrekking naar Amstelveen 44 kop- en 88 tussenbakken nodig zijn.

Ook bij smal metromaterieel is het mogelijk om voor de Oostlijn hetzelfde materieeltype te bestellen, zodat kan worden geprofiteerd van schaalvoordelen. Bij breed materieel bestaat op de Oostlijn behoefte aan 19 treinen. Tevens moeten de twee op de Ringlijn ingezette metro's worden vervangen, wat de totale behoefte op 21 treinen brengt. Omdat het smallere materieel een lagere capaciteit heeft, is het nodig om 2 treinen extra in te zetten<sup>1)</sup>. De behoefte aan materieel voor de Oostlijn bedraagt dan 23 treinen; inclusief reserve zijn dat er 26,5. Omdat de treinen op de Oostlijn korter zijn, kan worden uitgegaan van vierdelige treinstellen met twee kop- en twee tussenbakken. In totaal bedraagt de behoefte voor de Oostlijn dan 53 tussen- en eindbakken. Voor beide lijnen samen moet worden gerekend met 97 kop- en 141 eindbakken.

### *Aanschafkosten*

De aanschafkosten van het smallere materieel zijn naar verwachting hoogstens 5% lager dan bij breed materieel. Als uitgangspunt is daarbij gehanteerd dat 50% van de aanschafkosten is toe te rekenen aan algemene kosten (bijvoorbeeld draaistellen, elektrische installatie en dergelijke) en 50% aan de kosten van bak en inrichting. Dit zou betekenen dat een eindbak ongeveer € 1,43 miljoen gaat kosten en een tussenbak € 1,24 miljoen. De totale aanschafkosten voor alle lijnen zouden in dat geval € 312,4 miljoen bedragen.

<sup>1)</sup> Het verlengen van de treinen met een extra bak (waardoor deze 5 bakken per treinstel krijgen) is weliswaar ook mogelijk, maar vergt een grotere hoeveelheid materieel.

### *Exploitatiekosten*

De afschrijving op het materieel is met de methode van de nulvariant geschat op € 19,5 miljoen per jaar. De onderhoudskosten zijn hoger door het grotere aantal bakken (238 in plaats van 208). Uitgaande van een aandeel van 10% onderhoudskosten in de totale exploitatiekosten betekent dit een toename van de exploitatiekosten met 1,5%.

De vereiste inzet van extra treinen betekent ook dat er meer personeel nodig zal zijn. De extra behoefte zal zich vooral in de spits en overdag manifesteren, reden waarom kan worden uitgegaan van 2 FTE rijdend personeel voor de extra benodigde treinen. Dit betekent dat voor het kerntraject de Noord/Zuidlijn 4 FTE extra nodig is. Voor alle lijnen samen bedraagt de extra behoefte 10 FTE.

## **5.4 Variant 2: hoge sneltram**

### *Materieelbehoefte*

De materieelbehoefte voor de exploitatie met hogevloersneltrams laat zich op vergelijkbare wijze berekenen. In 2012 moet de frequentie tijdens de spits minimaal 15 treinen per uur per richting bedragen; dit betekent dat de opvolgtijd 4 minuten bedraagt. De halteringstijd van hogevloer-sneltrams is naar verwachting 6 seconden langer ten opzichte van breed materieel (zie paragraaf 3.4), waardoor de omlooptijd 39,0 minuten bedraagt. Om de dienst te kunnen uitvoeren zijn (exclusief reserve) 10 treinen nodig. De vervoergroei die op het kerntraject zal optreden maakt het in 2020 de frequentie op het kerntraject op te voeren naar 18 treinen per uur per richting. Op dat moment zijn tijdens de spitsuren (exclusief reserve) 12 treinen nodig.

De doortrekking van één Noord/Zuidlijn naar Amstelveen vergt bij gebruik van hoog en breed metromaterieel 6 treinen. Om de lagere capaciteit te compenseren zijn bij inzet van hoog sneltrammaterieel 7 treinen nodig, exclusief reserve. Dit brengt de totale behoefte op 19 treinen van elk vier treinstellen, ofwel 76 tramstellen tijdens de spitsuren. Uitgaande van 15% reservematerieel (12 stellen) zijn dan 88 stellen nodig.

Het is in principe denkbaar het hoge sneltrammaterieel ook in te zetten op de Oostlijn. Hiervoor zijn bij inzet van hoog en breed metromaterieel 19 treinen nodig met een lengte van 80 meter plus twee treinen voor de Ringlijn. Bij inzet van hogevloer-sneltrams zijn dan 23 treinen nodig van elk drie treinstellen. Inclusief reservematerieel bedraagt de behoefte dan 80 tramstellen. Doordat de reserve voor beide lijnen gedeeld kan worden zou bij een gemeenschappelijke bestelling kunnen worden volstaan met 167 tramstellen.

### *Aanschafkosten*

Bij de aanschaf van het materieel kan worden geprofiteerd van de bestelomvang en de beschikbare tijd voor aflevering van het materieel. De inzet van standaardmaterieel is denkbaar, doch enkele aanpassingen hieraan zijn noodzakelijk. Naast het aanbrengen van beveiliging en stroomafnemers voor 3<sup>o</sup> railbedrijf is het aanbrengen van extra deuren wenselijk. De meerkosten die dit veroorzaakt worden gecompenseerd door het laten vervallen van één van de bestuurderscabines en de stellen "kont-aan-kont" in te zetten.



Voorts moet men er rekening mee houden dat niet alle fabrikanten een standaardtype hogevoersneltram aanbieden. Uitgaande van de aanschafkosten van vergelijkbaar materieel wordt de richtprijs geschat op € 1,92 miljoen per stel. De totale order voor beide lijnen samen zou dan € 320,6 miljoen gaan kosten.

### *Exploitatiekosten*

De hogere aanschafkosten leiden automatisch tot een hoger bedrag aan afschrijving. Deze bedraagt € 20,1 miljoen per jaar. Daarnaast zijn ook hogere onderhoudskosten te verwachten als gevolg van de grotere parkomvang. De exacte omvang van de meerkosten is door het afwijkende type lastiger te bepalen; een toename van 20% in de onderhoudskosten is denkbaar<sup>2)</sup>. Dit betekent dat de exploitatiekosten dan met 2% toe zullen nemen.

Het grotere aantal treinen betekent ook de inzet van extra personeel. Er zijn voor het kerntraject 2 treinen extra nodig, hetgeen de inzet van 4 FTE extra vereist. Voor alle lijnen samen zijn 5 treinen extra nodig, hetgeen dus 10 FTE aan extra rijdend personeel vraagt.

Daarnaast is het bij de inzet van sneltram-materieel niet mogelijk om over te gaan op volautomatisch rijden. Het vervallen van deze mogelijkheid betekent dat het in de toekomst niet mogelijk is om te besparen op rijdend personeel.

## **5.5 Variant 3: lagevloer sneltram**

### *Materieelbehoefte*

De lagere capaciteit van lagevloertrams ten opzichte van hoog en breed metromaterieel vereist dat in de startfase 18 treinen per uur per richting worden ingezet op de Noord/Zuidlijn, wat tot een opvolgtijd van 3<sup>1</sup>/<sub>3</sub> minuut leidt. De omlooptijd bedraagt met dit materieel 40,0 minuut, wat vooral toe te schrijven is aan de langere halteertijden. In 2012 zijn dan voor de exploitatie van het kerntraject 12 treinen nodig van elk vier tramstellen. De in de periode tot 2020 op het kerntraject te verwachten vervoergroei zal leiden tot een verhoging van de frequentie tot 22 ritten per uur en richting<sup>3)</sup>; hiervoor zijn 15 treinen van elk vier tramstellen nodig. Exclusief de benodigde reserve gaat het dan om 60 trams, inclusief 15% reserve bedraagt de behoefte 69 trams.

De doortrekking van één van de lijnen naar Amstelveen vereist bij gebruik van hoog en breed materieel 6 extra treinen. Door de geringere capaciteit (800 versus 960 reizigers per trein) vereist dit bij lagevoersneltrams 8 treinen van vier treinstellen extra. Inclusief reserve zijn dan 37 extra tramstellen nodig. De totale behoefte voor de Noord/Zuidlijn komt dan op 106 trams.

Het lagevloer-materieel is niet inzetbaar op de Oostlijn, waardoor hier separaat een aanbesteding van materieel moet worden gehouden. Ervan uitgaande dat voor de Oostlijn hoog en breed metromaterieel wordt aangeschaft bedraagt de behoefte hier 19 treinen van vier bakken; inclusief reserve gaat het dan om 44 kop- en 44 tussenbakken.

2) Eén enkelgeleed tramstel is qua lengte vergelijkbaar met 1,5 bak metromaterieel. 159 tramstellen staat dan gelijk aan 238,5 bakken metro. Dit is 20% meer ten opzichte van de 199 bakken in de nulvariant.

3) Waarbij aan te tekenen is dat de capaciteit van het kerntraject een dergelijke frequentie niet toelaat.

### *Aanschafkosten*

De materieel-aanschaf zal in deze variant plaats moeten vinden in de vorm van 2 separate aanbestedingen, wat in ieder geval tot vrijwel een verdubbeling van de aanbestedingskosten zal leiden. De prijs van een lagevloersneltram is, uitgaande van het K4500-materieel van Keulen, geschat op € 1,92 miljoen per stuk. De serie-omvang is in deze variant weliswaar kleiner, doch de omvang van de bestelling (106 trams) is voldoende om gunstige condities te bedingen. De kosten van de gehele serie bedragen € 203,5 miljoen.

De aanschaf van vervangend materieel voor de Oostlijn wordt per bak gerekend wel duurder, daar het om een kleinere serie gaat. Het “combinatievoordeel” van € 0,2 miljoen per bak vervalt, waardoor de prijs van een kopbak op € 1,7 miljoen te schatten is. Een tussenbak gaat € 1,5 miljoen kosten; de totale order heeft dan een omvang van € 156,8 miljoen. De totale investering komt daarmee op € 360,3 miljoen.

### *Exploitatiekosten*

Door de hogere aanschafkosten moet men rekening houden met een hogere afschrijving. Deze bedraagt jaarlijks in totaal € 22,3 miljoen per jaar.

De onderhoudskosten van het sneltrammaterieel zijn eveneens hoger. Er komen 106 tramstellen, wat het equivalent is van 159 bakken. Daarnaast moeten 98 bakken metromaterieel ten behoeve van de Oostlijn worden onderhouden. Ten opzichte van de nulvariant zijn dat 49 bakken extra, ofwel 23,6%. De extra onderhoudskosten zullen hoger zijn dan de toename van het aantal bakken, aangezien het twee volstrekt verschillende typen betreft. Dit leidt tot de inschatting dat de onderhoudskosten 25% hoger zullen liggen in vergelijking met de nulvariant. Omdat de onderhoudskosten ongeveer 10% van de totale exploitatiekosten bedragen is een toename van de exploitatiekosten met 2,5% te verwachten.

De hogere frequentie die nodig is om het aantal reizigers op de Noord/Zuidlijn en de Amstelveenlijn te vervoeren betekent ook de inzet van meer rijdend personeel. Er zijn 7 extra treinen nodig, wat leidt tot een extra personeelsbehoefte van 14 FTE. Ook in deze variant is het niet mogelijk te zijner tijd over te gaan op volautomatisch bedrijf op de Noord/Zuidlijn, hetgeen toekomstige besparingen eveneens uitsluit.

## **5.6 Samenvatting en conclusies**

De materieelbehoefte is berekend voor de combinatie van Noord/Zuidlijn, Amstelveenlijn (doortrekking van één lijn) en Oostlijn. Door de verschillende capaciteiten van de in de beschouwing betrokken materieeltypen zijn verschillende hoeveelheden materieel nodig. De aanschafkosten voor het gehele materieelpark zijn gebaseerd op deze aantallen. Bij de berekening van de kosten is uitgegaan van algemene schattingen van de kosten per bak c.q. tram, waarbij rekening is gehouden met de effecten van een grotere bestelomvang. Uit deze analyse blijkt de aanschaf van het voorziene hoge en brede materieel het goedkoopst te zijn; bij verandering van materieeltype nemen de kosten met ruwweg € 25 tot € 70 miljoen toe. Met nadruk wordt erop gewezen dat deze kosten schattingen zijn; de werkelijke kosten zijn de uitkomst van een aanbesteding waarbij de krachten van vraag en aanbod hun werk doen. De werkelijke kosten kunnen dus afwijken van de schattingen.

De verschillen in aanschafkosten van het materieel werken ook door in de kosten van afschrijving. Ten opzichte van het hoge en brede metromaterieel kunnen de exploitatiekosten hierdoor jaarlijks toenemen met een bedrag tot € 4,4 miljoen. De grotere parkomvang heeft ook invloed op de onderhoudskosten. Hierdoor is een additionele toename van de exploitatiekosten van maximaal 2,5% te verwachten. De door de geringere capaciteit van andere materieeltypen benodigde inzet van extra treinen leidt tot een extra personeelsbehoefte van maximaal 10 FTE, wat eveneens leidt tot een toename van de exploitatiekosten. Daar komt voor de sneltram-varianten bij dat het niet mogelijk is om in de toekomst over te gaan op volautomatisch bedrijf zonder bestuurders, waardoor de hieraan verbonden efficiency-verbeteringen evenmin gerealiseerd kunnen worden. In tabel 5.1 zijn de verschillen weergegeven.

Tabel 5.1: *samenvatting analyse kosten*

Kenmerk	0. Metro hoog+breed <sup>3)</sup>	1. Metro hoog+smal <sup>3)</sup>	2. Sneltram hoog	3. Sneltram laag <sup>5)</sup>
<b>Aantal bakken/trams per lijn</b>				
- Noord/Zuidlijn kerntraject 2012	23+46	23+46	46	56
- Amstelveen+kerntraject 2020 <sup>6)</sup>	14+28	22+43	43	50
- Oostlijn	49+49	53+53	80	49+49
Totaal <sup>1)</sup>	86+123	98+142	169	106/49+49
<b>Aanschafkosten per lijn (bedragen * € 1 mln)</b>				
- Noord/Zuidlijn kerntraject 2012	94,3	96,7	88,3	107,5
- Amstelveenlijn	57,4	77,4	82,6	96,0
- Oostlijn	137,2	141,0	153,6	156,8
Totaal <sup>1)</sup>	287,6	312,4	320,6	360,3
<b>Veranderingen exploitatiekosten</b>				
- afschrijving (€ per jaar * 1 mln)	17,9	19,5	20,1	22,3
- onderhoud <sup>4)</sup>	0%	1,5%	2%	2,5%
- rijdend personeel (FTE) <sup>2)</sup>	0	10	10	14

<sup>1)</sup> Het totaal aantal bakken kan afwijken van de som der delen door efficiency of twee verschillende typen (variant 3). Voor de aanschafkosten geldt hetzelfde.

<sup>2)</sup> Extra personeel t.b.v. hogere spitsfrequentie door lagere capaciteit, 2.0 FTE per extra ingezette trein.

<sup>3)</sup> Kop- en eindbakken; bij variant 3 sneltramstellen op Noord-Zuid en Amstelveen en metromaterieel op Oostlijn

<sup>4)</sup> Weergegeven is de procentuele toename van de exploitatiekosten die wordt veroorzaakt door de grotere parkomvang en het ontbreken van synergie in het onderhoud (variant 3). Uitgangspunt hierbij is dat de onderhoudskosten 10% van de exploitatiekosten in de nulvariant bedragen.

<sup>5)</sup> Bij de Noord/Zuidlijn en de Amstelveenlijn gaat het om sneltrams, bij de Oostlijn om hoog en breed metro-materieel.

<sup>6)</sup> De *extra* materieelbehoefte vanwege vervoergroei op het kerntraject en doortrekking naar Amstelveen.

Op basis van de geconstateerde verschillen moet worden geconcludeerd dat de inzet van het voorziene hoge en brede metromaterieel de meest economische oplossing is. De toepassing van andere materieeltypen leidt op alle fronten tot extra kosten. Aangezien het exploitatiebudget niet zal veranderen betekent de inzet van andere, duurdere materieeltypen dus dat er minder geld beschikbaar is voor andere lijndiensten. Gevolg is dan ook dat het kostenverschil moet worden gecompenseerd met frequentieverlagingen op andere (tram- of bus-)lijnen en/of extra tariefverhogingen.

## 6. Overige aspecten

### 6.1 (Sociale) Veiligheid

De sociale veiligheid in het openbaar vervoer is een belangrijk aspect. Wanneer mensen zich onveilig voelen in het openbaar vervoer zullen zij voor andere vervoermiddelen kiezen of een gewenste verplaatsing niet maken. Het veiligheidsgevoel van reizigers wordt onder meer beïnvloed door het ervaren van sociale controle. Hoe meer mensen iemand kunnen waarnemen, des te veiliger die persoon zich zal voelen. Om die reden zoeken mensen die zich niet geheel veilig voelen het gezelschap van andere mensen op.

De inzet van materieel dat over de gehele lengte doorkijkbaar en doorloopbaar is kan om die reden bijdragen aan de ervaren sociale veiligheid in de metro. Om die reden zijn de huidige metrostellen van de Oostlijn al jaren geleden voorzien van ramen die het mogelijk maken om in de andere wagon te kijken. Bij sneltrammaterieel is die doorkijkbaarheid en doorloopbaarheid in mindere mate aanwezig, hetgeen moet worden beschouwd als een nadeel ten opzichte van het materieel dat gebaseerd is op de huidige plannen.

De inzet van doorloopbaar materieel biedt ook voordelen inzake de brandveiligheid, daar mensen in geval van brand of andere bedreigende gebeurtenissen door de trein naar een veiliger plek kunnen lopen. Het grotere aantal deuren van het doorloopbare metrotypen maakt het in zo'n situatie ook mogelijk om een evacuatie iets sneller te laten verlopen; wel bestaat het risico dat rook zich dan sneller verspreidt door de trein. Door de korte rijtijd naar het volgende station (safe-haven) wordt dit risico aanvaardbaar geacht.

### 6.2 Flexibiliteit

Het aantal te vervoeren reizigers verschilt met het tijdstip van de dag en per dagsoort. In de spitsuren is sprake van een zeer groot aantal reizigers, hetgeen bepalend is voor de omvang van het materieelpark. In de late avond en op zondagochtend is het aantal reizigers doorgaans zeer laag. Vervoerbedrijven reageren op die wisselingen door verandering van frequenties en –indien mogelijk– de inzet van kleinere treinstellen. Bij de metro betekent dit dat met kortere treinen wordt gereden.

Het sPvE voorziet in treinen die zijn samengesteld uit een (vaste) combinatie van twee kopbakken met twee of meer tussenbakken. Het verlengen of inkorten van treinen is weliswaar mogelijk, maar kan alleen plaatsvinden in de werkplaats. Bovendien kost het bijplaatsen, weghalen of vervangen van een (tussen)bak relatief veel tijd. Hierdoor is het aanpassen van de treinlengte gedurende de dag niet haalbaar. Dit heeft tot gevolg dat tijdens de stillere uren meer vervoercapaciteit geboden wordt dan strikt genomen noodzakelijk is. Dit leidt tot extra bakkilometers, en dus extra exploitatiekosten. De kostentoeename is echter relatief gering omdat hier geen extra personeelsinzet vereist is. Dit nadeel is echter geringer dan de meerkosten die gemoeid zijn met de bij andere varianten benodigde inzet van extra treinen ten gevolge van de lagere capaciteit per trein.

De inzet van treinen die bestaan uit vaste combinaties van kop- en tussenbakken heeft ook als nadeel dat een storing of defect bij één bak kan leiden tot het uitvallen van de gehele trein. Bij exploitatie met kleinere gekoppelde treinstellen is het vaak mogelijk het defecte treinstel aan het eindpunt uit de trein te rangeren en eventueel te vervangen door een ander stel, waarna de trein weer gereed is voor inzet. Uiteraard zal dit alleen gebeuren bij defecten (en vernielingen!) die een verdere inzet onmogelijk maken. Dit gegeven stelt dus hoge(re) eisen aan het onderhoud van het materieel.

Het gebruik van een materieeltype dat op het gehele Amsterdamse metronet kan worden ingezet biedt ook belangrijke voordelen. Het belangrijkste voordeel is dat de hoeveelheid reservematerieel lager kan zijn; hiermee is op bescheiden wijze rekening gehouden bij de bepaling van de materieelbehoefte (zie hoofdstuk 5). De vrije inzetbaarheid van het materieel maakt het ook mogelijk om bij bepaalde vervoerpieken (zoals bij de uitmarkt, Sail, wedstrijden en evenementen in de ArenA) of calamiteiten (stremming op één van de lijnen) probleemloos materieel van de Noord/Zuidlijn op de Oostlijn kan worden ingezet of omgekeerd. Dit is bij de inzet van lagevloer-materieel op de Noord/Zuidlijn niet mogelijk.

### **6.3 Punctualiteit**

Zowel eerdere als recente vervoerprognoses voor de Noord/Zuidlijn wijzen uit dat deze lijn in relatie tot het kleine aantal stations één van de drukste metrolijnen van Europa zal worden. Dit betekent dat vooral tijdens de spitsuren een grote hoeveelheid reizigers vervoerd zal worden. Hiervoor is niet alleen een hoge frequentie nodig, maar ook een hoge punctualiteit. Wanneer een metro bijvoorbeeld 1 minuut vertraagd is, neemt het aantal instappers op het volgende station al met 30% toe. Hierdoor zal het in- en uitstappen meer tijd in beslag nemen, waardoor de vertraging verder toeneemt. Dit proces herhaalt zich op elk volgend station, zodat de vertraging aan het eind van de lijn aanzienlijk groter is. Kleine oorzaken, zoals een bestuurder die nog even op een paar reizigers wacht, kunnen dus grotere vertragingen tot gevolg hebben.

De toepassing van het safe-haven-principe heeft tot gevolg dat de capaciteit van de lijn beperkt wordt. Een trein kan immers pas vertrekken uit een station als (vrijwel) zeker is dat het volgende station vrij zal komen (zie afbeelding 3.1), daar stilstaan tussen twee stations uit veiligheidsoogpunt zoveel mogelijk wordt vermeden. Dit betekent dat de minimale opvolgtijd gelijk is aan de langste combinatie van rijtijd tussen twee stations en de te verwachten halteringstijd op het volgende station. Het toenemen van de te verwachten halteringstijd (ofwel de tijd waarbinnen 80% tot 90% van de haltingen plaatsvindt) betekent dus automatisch dat de capaciteit van de lijn afneemt. Gelet op de verwachte grote vervoeromvang zou dat al snel tot knelpunten leiden.

Het bovenstaande geeft duidelijk aan dat een hoge punctualiteit van belang zal zijn om ook op langere termijn voldoende vervoercapaciteit te kunnen bieden. Het verkleinen van de kans op verstoringen van de regelmaat is daarom belangrijk. De inzet van goed doorloopbaar materieel met veel deuren draagt bij aan de verspreiding van reizigers over de trein, en beperkt daarmee het risico op langere halteringstijden. De exploitatie van de Noord/Zuidlijn met lagevloer-sneltrams leidt juist tot een toename van het risico op langere halteertijden, zowel door het geringere aantal deuren als door het grotere aantal obstakels en de aanwezigheid van trappen in het materieel.

Naast het zoveel mogelijk verminderen van variaties in de halteringstijden is het ook zinvol de kans op variaties in de rijtijden zoveel mogelijk te verkleinen. Een belangrijke oorzaak voor deze variaties is het rijgedrag van de bestuurder; de één rijdt nu eenmaal wat rustiger of vlotter dan de ander. Een analyse van de rijtijden op de Amstelveenlijn bevestigt dat hierdoor een grote invloed op de punctualiteit wordt uitgeoefend. Door toepassing van automatisch rijden (waarbij de bestuurder alleen het vertrek-commando geeft en indien noodzakelijk een noodremming inleidt) kan de punctualiteit sterk worden verbeterd, waardoor de capaciteit van de lijn wordt vergroot.

## 6.4 Keerproces

De manier waarop de treinen aan de eindpunten worden gekeerd kan de punctualiteit sterk beïnvloeden. De meest betrouwbare methode is de treinen aan het eindpunt te laten keren via hiervoor aangelegde keerspooren. Een eventueel ontstane vertraging kan hier zonder problemen worden gecompenseerd. Deze methode wordt toegepast op station Buikslotermeerplein.

Het ontwerp voor station Zuid/WTC voorziet daarentegen in een enkelsporige keergelegenheid aan het perron. Dit betekent dat zowel het gehele keerproces als het in- en uitstappen door reizigers binnen twee minuten moet zijn afgewikkeld. Omdat Zuid/WTC één van de drukker stations op de Noord/Zuidlijn wordt is de kans op afwijkingen vrij groot. Vanwege het enkelsporige eindpunt werkt een vertraging van een trein dus direct door op de volgende trein, omdat die in dat geval het station niet binnen kan rijden. Vertragingen kunnen niet gecompenseerd worden, waardoor deze doorwerken de andere richting op.

## 6.5 Overstappen

De aanleg van regionale uitbreidingen van de Noord/Zuidlijn zal niet op korte termijn te realiseren zijn. De aanpassing van de Amstelveenlijn ten behoeve van het doortrekken van één van de Noord/Zuidlijnen zal vermoedelijk prioriteit krijgen. De andere gewenste uitbreidingen zijn:

- ▶  **Purmerend:** deze gemeente heeft aangegeven geen metroverbinding te wensen;
- ▶  **Zaandam:** de realisatie wordt lastig gezien de paralleliteit met de trein;
- ▶  **Schiphol:** door paralleliteit met trein is aanleg alleen zinvol wanneer een tweede terminal op Schiphol wordt gebouwd;
- ▶  **Uithoorn:** het niet doorgaan van de bebouwingsplannen tussen Amstelveen en Uithoorn heeft tot gevolg dat het aantal reizigers onvoldoende is om aanleg te rechtvaardigen.
- ▶  **Almere:** de ideeën om de metro door te trekken naar Almere zijn nog van zeer recente datum.

Zoals uit de bovenstaande opsomming blijkt is de aanleg van regionale verlengingen op korte termijn niet te verwachten. Dit betekent dat reizigers met bussen naar de stations van de Noord/Zuidlijn komen, om daar over te stappen voor hun bestemming in Amsterdam.

Overstappen wordt door reizigers nooit prettig gevonden. Het geeft onzekerheid (haal ik mijn aansluiting nog?), onderbreekt de reis (het boek was net spannend, ik zat net lekker uit het raam te staren), men moet van het ene vervoermiddel naar het andere lopen en men moet (in regen en koude?) wachten op het aansluitende vervoermiddel. Al deze factoren komen samen in het begrip “overstapweerstand”. De overstapweerstand heeft een belangrijke invloed op het OV-gebruik: hoe hoger de overstapweerstand, ofwel hoe slechter de overstap is geregeld, des te minder reizigers worden vervoerd.

Omdat vaststaat dat reizigers uit de regio voor een lange(re) tijd worden geconfronteerd met de noodzaak om over te stappen is er des te meer reden om de kwaliteit van de overstap zo hoog mogelijk te maken. Daarbij dient zowel te worden gekeken naar de harde als naar de zachte kwaliteit. Aspecten hierbij zijn onder meer:

- ▶  **korte loopafstanden:** de aansluitende bussen moeten zo dicht mogelijk bij de metro-perrons halteren. Een goed voorbeeld van zo'n korte overstap is te vinden op station Zuidplein in Rotterdam. Mocht een korte loopafstand niet mogelijk zijn, dan is het van belang de verplaatsing tussen de twee halteplaatsen zo min mogelijk bezwaarlijk te maken. In het Rotterdamse metrostation Wilhelminaplein is bijvoorbeeld een rollend trottoir aangelegd;
- ▶  **droge en beschutte looproute:** dit aspect spreekt eigenlijk voor zich, hoewel negatieve voorbeelden ook in Nederland aan te treffen zijn;
- ▶  **korte wachttijden:** een reiziger heeft op een overstapstation niets te zoeken, hij wil zo snel mogelijk verder reizen naar zijn bestemming. Om die reden is het van belang de dienstregelingen van de verschillende vervoermiddelen goed op elkaar aan te sluiten, en zeker geen “achterlicht-aansluitingen” te bieden. In de Achterhoek zijn op dit terrein baanbrekende resultaten bereikt;
- ▶  **aansluitings-zekerheid:** een reiziger zal zich zekerder voelen wanneer hij bij het instappen in de metro al zeker weet dat hij zijn aansluitende bus gaat halen. Bezien moet worden of het mogelijk is de reiziger die zekerheid te geven met behulp van ICT-toepassingen;
- ▶  **wachtcomfort en -kwaliteit:** wanneer een reiziger ondanks alle maatregelen moet wachten zou dit op een comfortabele en veilige manier mogelijk moeten zijn. Bijvoorbeeld in een verwarmde ruimte met persoonlijk toezicht waar schermen hangen met actuele vertrek-informatie.

Aanbevolen wordt om in de verdere uitwerking van de Noord/Zuidlijn zoveel mogelijk rekening te houden met de behoefte en het belang van een goede overstap tussen metro en aansluitende regionale busdiensten. Tevens verdient het aanbeveling de overstappen tussen bus en metro zoveel mogelijk op voor de reizigers logisch gelegen knooppuntstations te concentreren.

## 6.6 Materieel-ontwerp

De doortrekking van een Noord/Zuidlijn naar Amstelveen zal zeer waarschijnlijk tijdens de gebruiksduur van het nieuwe materieel plaats vinden. Hoewel het uitgangspunt is dat de Amstelveenlijn kruisingsvrij zal worden bestaat de mogelijkheid dat enkele minder intensief gebruikte wegkruisingen gelijkvloers blijven. Zowel in die situatie als bij eventuele regionale verlengingen is het wenselijk om in het materieelontwerp rekening te houden met de veiligheid voor andere weggebruikers. Door aanpassing van het ontwerp van de kop en de zijwanden van het voertuig kan het risico dat een ander (weg)voertuig, een fietser of een voetganger bij een onverhoopte aanrijding onder de wielen terecht komt worden verkleind. Dit principe is onder meer toegepast bij het nieuwe Rotterdamse metro- en sneltram-materieel dat enkele jaren geleden is aangeschaft. In Madrid is deze benadering eveneens toegepast, doch dan vooral ter verbetering van de stroomlijning van dit 110 kilometer per uur snelle materieel (zie afbeelding 6.1).



Afbeelding 6.1: metromaterieel Madrid

Het toepassen van deze principes op het nieuwe metromaterieel zal mogelijk tot marginale meerkosten leiden. Daar staat tegenover dat het materieel in geval van aanleg van een regionale doortrekking beter geschikt is om in een bebouwde omgeving te worden ingepast. Bijkomend voordeel is dat de onder het voertuig opgehangen apparatuur beter beschermd is tegen externe invloeden. De meerkosten hiervan dienen afgewogen te worden tegen de baten.

## 6.7 Derde rail of bovenleiding

Het huidige kerntraject van de Noord/Zuidlijn zal volgens de huidige inzichten worden voorzien van stroomafname door middel van bovenleiding. Daarmee wijkt deze lijn op het punt van stroomafname af van de andere metrolijnen in Amsterdam, die een stroomafname door middel van een 3<sup>e</sup> rail kennen. Deze keuze is beargumenteerd vanuit de gedachte dat regionale uitbreidingen van de Noord/Zuidlijn waarschijnlijk worden aangelegd als sneltramlijn met bovenleidingbedrijf. Vanuit die overwegingen is gekozen voor toepassing van bovenleiding op het kerntraject.



De vraag is in hoeverre die keuze nog altijd actueel is. De grote vervoeromvang van de Noord/Zuidlijn vereist namelijk een hoge punctualiteit; wanneer regionale verbindingen worden aangelegd geldt die eis dus ook die verbindingen. Dit betekent dat de regionale verbindingen eveneens aan die punctualiteitseisen moeten voldoen. Om dit te bereiken zullen versturende invloeden van buitenaf zoveel mogelijk moeten worden geëlimineerd, hetgeen de aanleg van een volledig kruisingsvrije baan vereist. Die eis wordt eveneens gesteld vanuit de verkeersveiligheid. Wanneer de regionale verbindingen kruisingsvrij worden aangelegd vervalt tevens de noodzaak om gebruik te maken van bovenleiding.

De toepassing van stroomafname via derde rail biedt voordelen ten opzichte van het gebruik van bovenleiding. Het systeem is bedrijfszekerder, aangezien er geen risico's bestaan op draadbreuken. De stroomtoevoer via een derde rail heeft een hogere capaciteit, waardoor minder snel knelpunten kunnen ontstaan in de stroomvoorziening. Door de geringere constructie-hoogte (er hoeft immers geen ruimte te worden gecreëerd voor bovenleiding) kunnen kunstwerken, met name tunnels, lager en dus goedkoper worden uitgevoerd. Daarnaast is materieel dat alleen stroomafname via derde rail gebruikt goedkoper in aanschaf en onderhoud ten opzichte van materieel dat voor zowel 3<sup>e</sup> rail als bovenleiding geschikt is.

Op basis van deze overwegingen is aan te bevelen de keuze voor bovenleidingbedrijf op het kerntraject nader te overwegen. Omdat de Noord/Zuidlijn inmiddels in aanbouw is zal de toepassing van derde rail in plaats van bovenleiding daar geen besparingen meer opleveren; van meerkosten zal echter evenmin sprake zijn. In de te maken afweging zal de wijze van ombouw van de Amstelveenlijn echter cruciaal zijn. De keuze voor integraal derde rail-bedrijf betekent dat de Amstelveenlijn geheel kruisingsvrij moet worden als deze wordt aangepast ten behoeve van doortrekking van de Noord/Zuidlijn. Dat leidt ten opzichte van de huidige plannen tot meerkosten, omdat dan alle in plaats van vrijwel alle kruisingen ongelijkvloers moeten worden gemaakt. Tegenover deze meerkosten staan de genoemde besparingen aan materieel en aanleg van regionale verbindingen, alsmede het voordeel van een grotere punctualiteit. Tot slot bestaat bij een kruisingsvrij uitgevoerde Amstelveenlijn de mogelijkheid om in de toekomst over te gaan naar een automatisch bedrijf (rijden zonder bestuurder), wat eveneens tot kostenbesparingen zou kunnen leiden.

Geadviseerd wordt op korte termijn een studie uit te voeren naar de effecten van de keuze voor een integraal 3<sup>e</sup> rail-bedrijf in plaats van een gemengd bedrijf met 3<sup>e</sup> rail en bovenleiding.

## 7. Samenvatting, conclusies en aanbevelingen





### 7.1 Samenvatting

#### *Inleiding*

De eerdere door de gemeenteraad van Amsterdam gemaakte keuzes bij de bouw van de Noord/Zuidlijn en de aanschaf van het bijbehorende materieel gaan uit van een metro-systeem waarop “klassiek” metromaterieel wordt ingezet. Deze lange, brede en doorloopbare treinen zijn destijds gekozen vanwege de vereiste capaciteit van het *systeem* Noord/Zuidlijn. De (nieuw gekozen) gemeenteraad heeft gevraagd deze keuzes door middel van een quick scan nog eens op hun merites te beoordelen.

In deze quick scan zijn vier materieel-varianten beschouwd met verschillende kenmerken. Hoge en lage vloer, brede en smalle bak, metro- en sneltram-kenmerken. In tabel 7.1 zijn de kenmerken van de onderzochte materieeltypen beschreven.

Tabel 7.1: Kenmerken materieelvarianten

Kenmerk	Nulvariant	Variant 1	Variant 2	Variant 3
				
Type	metro	metro	sneltram	sneltram
Breedte	3,00 meter	2,65 meter	2,65 meter	2,65 meter
Vloerhoogte	1,04 meter	1,04 meter	1,04 meter	1,04 / 0,35 meter
Bak/stellengte	± 19,5 meter	± 19,5 meter	± 29,5 meter	± 28,5 meter
Treinlengte Noord/Zuidlijn	117 meter	117 meter	118 meter	114 meter
Treinlengte Oostlijn	78 meter	78 meter	88,5 meter	n.v.t.
Stroomafname	bovenleiding 3 <sup>e</sup> rail	bovenleiding 3 <sup>e</sup> rail	bovenleiding 3 <sup>e</sup> rail	bovenleiding geen 3 <sup>e</sup> rail
Benodigde extra's	-	klaptreden	klaptreden	extra werkplaats





#### *Vervoercapaciteit*

De Noord/Zuidlijn gaat in de eindfase (2020) dagelijks circa 200.000 reizigers vervoeren; dit aantal kan bij volledige realisatie van de Zuid-as nog verder oplopen. Dit betekent dat met name in de spitsuren een capaciteit nodig zal zijn van 12.450 tot 15.150 zit- en staanplaatsen per uur per richting. De verschillende materieeltypen hebben een verschillende capaciteit per bak c.q. treinstel en verschillen eveneens in de capaciteit die per trein kan worden geboden. Het aantal treinen dat per uur nodig is om aan de vervoervraag te voldoen varieert dus ook: bij treinen met een hogere capaciteit kan worden volstaan met een lagere frequentie. Uit deze analyse blijkt dat de inzet van hoog en breed metromaterieel zoals voorzien in de nulvariant het efficiëntst is. De benodigde frequentie bedraagt in 2020 16 ritten per uur, ofwel één trein per 3¾ minuut. Bij de andere materieeltypen zijn hogere frequenties nodig tot 22 ritten per uur per richting in 2020.

De toepassing van het safe-haven-principe ter vergroting van de veiligheid in geval van bijvoorbeeld brand vereist dat een trein pas mag vertrekken uit een station als (vrijwel) zeker is dat het volgende station zonder oponthoud bereikt kan worden. In de praktijk betekent dit dat de capaciteit van de Noord/Zuidlijn afhankelijk wordt van de rij- en halteringstijden. Om die reden is bij de verschillende materieeltypen ook naar de halteringstijden gekeken. Deze blijken bij het hoge en brede metromaterieel het gunstigst te zijn, hetgeen resulteert in een maximale frequentie van 22 treinen per uur per richting. Bij de andere varianten ligt dit op 21 of 20 treinen per uur.

Het verschil tussen de *benodigde* frequentie en de *maximaal haalbare* frequentie geeft aan welke mogelijkheden nog bestaan voor het accommoderen van extra vervoer, bijvoorbeeld ten gevolge van regionalisering. Uit deze vergelijking blijkt dat de toepassing van hoog en breed metro-materieel tot de grootste uitbreidingsmogelijkheden leiden (26,2%). Bij de inzet van lagevloer-sneltrammaterieel is de beschikbare capaciteit van de tunnel (20,2 ritten per uur per richting) in 2020 al onvoldoende om de dan bestaande vervoeromvang te verwerken (22 ritten per uur per richting nodig). Een toename van het aantal reizigers door aanleg van regionale verlengingen van de Noord/Zuidlijn is daardoor niet mogelijk. De resultaten van de analyse staan in tabel 7.2.

Tabel 7.2: Capaciteit materieelvarianten

Kenmerk	Nulvariant	Variante 1	Variante 2	Variante 3
				
Capaciteit per trein	1.006	894	896	728
Benodigde frequentie 2012	15 / uur	15 / uur	15 / uur	18 / uur
Benodigde frequentie 2020	16 / uur	18 / uur	18 / uur	22 / uur
Maximale frequentie	21,7 / uur	21,3 / uur	20,9 / uur	20,2 / uur
Restcapaciteit t.b.v. regionalisering	26,2%	15,5%	14,0%	-/ 8,8%

### Kosten en inpasbaarheid infrastructuur

De Noord/Zuidlijn is thans in aanbouw. Dat betekent dat de inzet van een ander soort materieel aanpassingen aan de bouw van het **kerntraject** vereist. De inzet van smaller metro- of sneltrammaterieel is relatief eenvoudig te realiseren door verbreding van de perrons met 17,5 centimeter. De kosten hiervan zijn in vergelijking met de bouwkosten van de Noord/Zuidlijn verwaarloosbaar. De inzet van lagevloer-materieel vereist echter grotere aanpassingen aan de stations. Daarnaast moet voor het lagevloermaterieel een aparte werkplaats worden aangelegd, daar het niet mogelijk is om lagevloermaterieel op metro-trajecten met 3<sup>e</sup> rail te laten rijden.





De eerste "regionale" verlenging van de Noord/Zuidlijn zal het doorrijden over de bestaande **Amstelveenlijn** zijn. Hierdoor zullen op de Amstelveenlijn langere treinen worden ingezet dan nu het geval is (circa 120 meter in plaats van circa 60 meter). Bovendien moeten maatregelen worden genomen om de punctualiteit van de Amstelveenlijn te vergroten, daar dit anders de regelmaat (en de capaciteit!) van de treindienst op het kerntraject negatief kan beïnvloeden. De te nemen maatregelen behelzen met name het zoveel mogelijk opheffen van gelijkvloerse kruisingen, en zijn onafhankelijk van het in te zetten materieeltype.

De inzet van andere materieeltypen vereist op de Amstelveenlijn verder alleen een aanpassing van de perrons (verlengen tot 128 meter). Bij inzet van lagevloer-materieel moeten de bestaande hoge perrons worden verlaagd, bij de andere varianten moeten de hoge gedeelten van de perrons worden verlengd. Per saldo verschillen de kosten voor aanpassing van de Amstelveenlijn bij de diverse materieeltypen nauwelijks.

De **regionale trajecten** kunnen in principe worden uitgevoerd als metro- of als sneltramlijn. Het belangrijkste verschil is dat bij een metrolijn een volledig kruisingsvrije aanleg is voorgeschreven. Een (snel)tram mag wel gelijkvloerse kruisingen hebben en zou zelfs gelijkvloers kunnen worden ingepast in een voetgangersgebied. Wel wordt vereist dat de veiligheid van de gelijkvloerse kruisingen en trajecten voldoende is gewaarborgd; de manier waarop dat gebeurt wordt overgelaten aan de regio. De Inspectie Verkeer en Waterstaat toetst het veiligheidsniveau op basis van een hiervoor op te stellen "safety-case".

In alle gevallen zullen op het kerntraject van de Noord/Zuidlijn treinen met een lengte van circa 120 meter worden ingezet. Het splitsen en combineren van deze treinen aan de uiteinden van de Noord/Zuidlijn is in de praktijk moeilijk realiseerbaar. Om verstoringen van de dienst op het kerntraject te voorkomen moet voor het verkorten en verlengen van treinen een lange buffertijd worden ingebouwd, waardoor de eventuele reistijdwinst voor regionale reizigers verloren gaat. De inzet van 120 meter lange metro- of tramtreinen in een bebouwd gebied zal vanwege de omvang en massa van deze treinen altijd op eigen baan en kruisingsvrij moeten geschieden. Dit betekent dus dat feitelijk een metrobaan moet worden aangelegd, zelfs wanneer de lijn wordt bereden met lagevloer-sneltrams. Dit betekent dat de inpasbaarheid van regionale verlengingen dus niet afhankelijk is van het ingezette materieeltype. De kosten van regionale verlengingen ontlopen elkaar eveneens nauwelijks. De inzet van smaller materieel maakt het mogelijk kunstwerken als tunnels en viaducten iets smaller uit te voeren; op de kosten per trajectkilometer heeft dit echter slechts een marginale invloed. De resultaten van de infrastructuur- en inpassingsanalyse zijn de onderstaande tabel samengevat.

Tabel 7.3: *Infrastructuur en inpassing*

Kenmerk	Nulvariant	Variante 1	Variante 2	Variante 3
				
Extra kosten kerntraject	€ 0	€ 0 - 1 mln	€ 0 - 1 mln	> € 50 mln
Aanpassing Amstelveenln	€ 200 - 400 mln	€ 200 - 400 mln	€ 200 - 400 mln	€ 200 - 400 mln
Regionaal per kilometer	circa € 30,3 mln	circa € 30,0 mln	circa € 30,0 mln	circa € 30,0 mln





#### *Aanschaf- en exploitatiekosten*

De materieelbehoefte voor de diverse materieeltypen is berekend voor de Noord/Zuidlijn met en zonder doortrekking naar Amstelveenlijn, alsmede voor de Oostlijn. De hoeveelheid benodigd materieel wordt bepaald door de rijtijden (die met name worden beïnvloed door de halteringstijd) en door de capaciteit van het materieel. Bij de gemaakte berekeningen is uitgegaan van de inzet van treinen van circa 120 meter op de Noord-Zuid- en Amstelveenlijn; voor de Oostlijn is uitgegaan van treinen met een lengte tussen de 80 en 90 meter. Voor alle materieeltypen is uitgegaan van een reserve van 15%.

De te verwachten aanschafkosten die bij de verschillende voertuigtypen ontstaan zijn bepaald op basis van een geschatte prijs per bak of stel. Bij het bepalen van deze prijs is uitgegaan van de kosten van recente bestellingen en onderzoeken. Met uitzondering van de lagevloervariant zijn de prijzen gecorrigeerd voor de effecten van een gemeenschappelijke bestelling voor beide metrolijnen. De berekeningen wijzen uit dat inzet van het lagevloer-materieel ruim € 70 miljoen duurder is in de aanschaf. Deze verschillen zijn te verklaren uit de geringere capaciteit (waardoor meer treinen nodig zijn) en de gesplitste bestelling voor beide lijnen.

De hogere aanschafkosten van het materieel hebben ook gevolgen voor de kosten van afschrijven, onderhoud en rijdend personeel. De afschrijvingskosten hangen rechtstreeks samen met de aanschafprijs van het materieel: hoer duurder het materieel wordt, des te hoger wordt de jaarlijkse afschrijving. De hoogte van de onderhoudskosten wordt met name bepaald door de park-omvang (hoe meer voertuigen, hoe hoger de kosten) en de standaardisatie (hoe minder typen, hoe lage de kosten). Tot slot moet rekening worden gehouden met het gegeven dat de inzet van materieel met een kleinere capaciteit een hogere frequentie vereist. Om die hogere frequentie te kunnen rijden is extra personeel nodig. Bij de berekeningen is er van uitgegaan dat dit extra personeel alleen overdag nodig is. De resultaten van deze berekeningen zijn weergegeven in tabel 7.4.

Tabel 7.4: Aanschaf- en exploitatiekosten

Kenmerk	Nulvariant	Variante 1	Variante 2	Variante 3
				
<b>Aanschafkosten materieel (bedragen x € 1 miljoen)</b>				
- N-Z lijn kerntraject 2012	€ 94,3 mln	€ 96,7 mln	€ 88,3 mln	€ 107,5 mln
- Amstelveen + kern 2020	€ 57,4 mln	€ 77,4 mln	€ 82,6 mln	€ 96,0 mln
- Oostlijn	€ 137,2 mln	€ 141,0 mln	€ 153,6 mln	€ 156,8 mln
Totaal <sup>1)</sup>	€ 287,6 mln	€ 312,4 mln	€ 320,6 mln	€ 360,3 mln
<b>Veranderingen exploitatiekosten</b>				
- afschrijving	€ 17,9 mln	€ 19,5 mln	€ 20,1 mln	€ 22,3 mln
- onderhoudskosten	+ 0%	+1,5 %	+ 2,0 %	+ 2,5 %
- extra rijdend personeel	0	+10 FTE	+ 10 FTE	+ 14 FTE

<sup>1)</sup> De totale kosten wijken beperkt af van de som der delen als gevolg van efficiency bij gecombineerde bestellingen.

## 7.2 Conclusies

De gemaakte analyses leiden tot de conclusie dat de aanschaf van het voorziene “**hoge en brede**” metro-materieel voor de Noord/Zuidlijn de beste oplossing vormt. Dit materieel biedt de grootste capaciteit, waardoor met een geringer aantal treinen dezelfde vervoercapaciteit kan worden geboden. Dit weerspiegelt zich ook in de kosten van aanschaf en exploitatie. Omdat de thans in aanbouw zijnde Noord/Zuidlijn op dit materieel gedimensioneerd is ontstaan geen extra kosten. De realiseerbaarheid van regionale verbindingen wordt door de aanschaf van dit materieeltype nauwelijks beïnvloed. De belangrijkste reden hiervoor is het gegeven dat de regionale lijnen (vrijwel) volledig overeenkomstig de metrostandaarden (kruisingsvrij) moeten worden aangelegd. Door de grotere capaciteit per trein wordt de meeste ruimte geboden om vervoergroei van eventuele regionale netuitbreidingen alsmede de door realisatie van de Zuid-as te verwachten vervoergroei te accommoderen. Dit geldt eveneens voor de aanpassing van de Amstelveenlijn ten behoeve van het eventuele doortrekken van de Noord/Zuidlijn.

De inzet van **smaller materieel** met een **hoge vloer** heeft geen significante voordelen ten opzichte van breder materieel. Omdat de capaciteit van dit materieel geringer is zijn meer treinstellen nodig, met overeenkomstige gevolgen voor de kosten van aanschaf, afschrijving en onderhoud. Daarnaast moet in ieder geval tijdens de spitsuren een hogere frequentie worden geboden, waardoor meer personeel nodig is. Door al deze oorzaken zijn de exploitatiekosten met smaller materieel hoger. Omdat het exploitatiebudget voor het Amsterdamse openbaar vervoer min of meer constant is, betekent dit dat de extra kosten moeten worden gecompenseerd door bezuinigingen op andere (bus- en tram-)lijnen in Amsterdam.

De inzet van **lagevloermaterieel** vereist forse aanpassingen aan de in aanbouw zijnde Noord/Zuidlijn, alsmede de bouw van een nieuwe werkplaats. Door de wat geringere capaciteit is bovendien meer materieel nodig, waardoor de kosten van aanschaf, afschrijving en onderhoud het sterkst toenemen. De lagere capaciteit heeft tot gevolg dat een hogere frequentie moet worden geboden tijdens de spits van 22 ritten per uur per richting in het jaar 2020. De bij inzet van lagevloermaterieel mogelijke capaciteit van de Noord/Zuidlijn bedraagt evenwel 20,2 ritten per uur, hetgeen veroorzaakt wordt door de langere halteringstijden in combinatie met het safe-haven-principe. Dit betekent dat nu reeds te voorzien is dat de inzet van lagevloermaterieel binnen afzienbare tijd zal leiden tot capaciteits-problemen. De aanleg van regionale verlengingen van de Noord/Zuidlijn is in dat geval al helemaal onmogelijk zonder uitbreiding van de capaciteit van het kerntraject. Toepassing van deze variant moet daarom worden ontraden.

## 7.3 Aanbevelingen

Op grond van de gemaakte analyses zijn de onderstaande aanbevelingen te formuleren.

1. Aanbevolen wordt om breed en hoog metromaterieel aan te schaffen conform het bestaande strategisch Programma van Eisen. Dit materieel biedt de gunstigste oplossing voor zowel het kerntraject als voor de realisatie van regionale uitbreidingen.
2. Het is wenselijk om bij de verdere uitwerking van de Noord/Zuidlijn (meer) rekening te houden met de behoefte die reizigers van en naar de regio rondom Amsterdam hebben aan een goede, comfortabele en zekere overstap.
3. Gelet op het grote belang dat aan een regelmatige en punctuele treindienst op de Noord/Zuidlijn wordt gehecht zou op zijn minst de toepassing van automatisch rijden of rijden zonder bestuurder moeten worden overwogen.
4. Geadviseerd wordt op korte termijn een studie uit te voeren naar de effecten van de keuze voor een integraal 3<sup>e</sup> rail-bedrijf in plaats van een gemengd bedrijf met 3<sup>e</sup> rail en bovenleiding.

## 8. Geraadpleegde bronnen

### Geïnterviewde personen:

- ▶ □ De heer H.J. Jansen Manenschijn, GVB Amsterdam;
- ▶ □ De heren D. Sol en H. Smit, projectbureau Noord-Zuidlijn Amsterdam;
- ▶ □ De heer D. Halbersma, ROA;
- ▶ □ De heer T. Buffing, DiVV gemeente Amsterdam;
- ▶ □ De heer C. van Hierden, DRO gemeente Amsterdam;
- ▶ □ De heer W. Hendrikse, Inspectie Verkeer en Waterstaat, directie spoor.

### Geraadpleegde literatuur:

- ▶ □ Informatiedocument **Strategisch Programma van Eisen nieuw metromaterieel**, GVB Amsterdam en DiVV, versie 10 november 2005;
- ▶ □ **Materieelkeuze Noord / Zuidlijn**, Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer, 13 juni 2001;
- ▶ □ **Second opinion materieelkeuze NoordZuidlijn Amsterdam**, Grontmij in opdracht van DiVV, 13 mei 2002;
- ▶ □ **Verslag hoorzitting** Raadcommissie Verkeer, Vervoer en Infrastructuur, Zeehaven en Luchthaven en Informatie- en communicatietechnologie van de gemeente Amsterdam de dato 10 maart 2006, alsmede de bijbehorende presentaties;
- ▶ □ **Regionalisering Noord/Zuidlijn**, Witteveen en Bos in opdracht van DiVV, 9 juni 1998;
- ▶ □ **Inventarisatie tracé-technische uitgangspunten regionale verlengingen noord/zuidlijn ten behoeve van materieelkeuze 1<sup>e</sup> fase noord/zuidlijn**, Dienst Ruimtelijke Ordening gemeente Amsterdam, oktober 2001;
- ▶ □ **Zuidelijke beëindiging Noord/Zuidlijn**, onderzoek naar het exploitatieve eindpunt van de Noord/Zuidlijn, dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer, 9 maart 2005;
- ▶ □ **Handreiking veiligheid lightrail** versie 5.0, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 25 november 2002;
- ▶ □ **Verkennde studie medegebruik**, onderzoek medegebruik NS-sporen door metromaterieel, dienst Ruimtelijke Ordening Amsterdam, mei 2001;
- ▶ □ **Wat**, catalogus materieel openbaar vervoer, Centrum Vernieuwing Openbaar Vervoer, april 2003;
- ▶ □ **Kostenkengetallen openbaar vervoer**, Centrum Vernieuwing Openbaar Vervoer, januari 2005;
- ▶ □ **Kadernota Railveiligheid**, Tweede Kamer der Staten Generaal, vergaderjaar 1998-1999, 26 699, nr 2;
- ▶ □ Materieelgegevens van **websites** van aanbieders van rollend materieel;
- ▶ □ Diverse relevante wetsteksten, waaronder **Spoorwegwet 1875** (voor zover nog van toepassing), **Spoorwegwet**, Wet van 9 juli 1900, houdende nadere regeling van den dienst en het gebruik van spoorwegen, waarop uitsluitend met beperkte snelheid wordt vervoerd (**locaalspoor- en tramwegwet**), Besluit van 30 oktober 1981, houdende vaststelling van een Algemeen reglement voor de stadsspoorwegen (**Metroreglement**) en Besluit van 24 februari 1920, tot vaststelling van een reglement voor de tramwegen, genoemd in artikel 1, eerste lid, letter b, en van een reglement ter uitvoering van het vijfde lid, onder b, van artikel 5 der Locaalspoor- en Tramwegwet (**Tramwegreglement**).