



Bouwdienst Rijkswaterstaat

# ***TOEKOMST NEDERLANDSE LUCHTVAART INFRASTRUCTUUR (TNLI)***

*Ontwerp,  
Civiele Techniek en  
Kosten*

30 juni 1998



# **CONCEPT**

## INHOUDSOPGAVE

|                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. SAMENVATTENDE CONCLUSIES ONTWERP, CIVIELE TECHNIEK EN KOSTEN.....</b>           | <b>3</b>  |
| <b>2. INLEIDING .....</b>                                                             | <b>5</b>  |
| 2.1. AANLEIDING .....                                                                 | 5         |
| 2.2. NADER VERKENNENDE STUDIES IN HET KADER VAN TNLI .....                            | 6         |
| 2.3. DOELSTELLING VAN DIT RAPPORT.....                                                | 6         |
| 2.4. BESLUITVORMING .....                                                             | 7         |
| 2.5. LEESWIJZER .....                                                                 | 7         |
| <b>3. DEFINITIES EN BEGRIPPEN .....</b>                                               | <b>8</b>  |
| 3.1. GROEISCENARIO'S LUCHTVAART IN NEDERLAND .....                                    | 8         |
| 3.2. ONZEKERHEDEN MET BETREKKING TOT DE GROEI VAN DE LUCHTVAART .....                 | 8         |
| 3.3. LUCHTHAVEN CONFIGURATIES .....                                                   | 10        |
| <b>4. ONTWERPUITGANGSPUNTEN.....</b>                                                  | <b>11</b> |
| 4.1. BENODIGDE CAPACITEIT VAN DE LANGE TERMIJN OPTIES ALS BASIS VOOR HET ONTWERP..... | 11        |
| 4.2. LUCHTHAVEN VARIANTEN BINNEN DE DRIE LOCATIES .....                               | 11        |
| 4.3. BANENSTELSELS EN CAPACITEITSBEPALING .....                                       | 12        |
| 4.4. RUIMTEBEHOEFTE VAN DE LUCHTHAVEN .....                                           | 17        |
| 4.5. ZEEWERINGEN .....                                                                | 21        |
| 4.6. GEOTECHNIEK.....                                                                 | 29        |
| 4.7. STROMING EN MORFOLOGIE.....                                                      | 30        |
| 4.8. VOGELPROBLEMATIEK.....                                                           | 31        |
| 4.9. ZEEGEBONDEN GEBRUIK .....                                                        | 36        |
| 4.10. VISIE KUSTONTWIKKELING: TE KUST EN TE(R) KEUR .....                             | 36        |
| <b>5. EILAND IN DE NOORDZEE.....</b>                                                  | <b>37</b> |
| 5.1. HUIDIGE SITUATIE.....                                                            | 37        |
| 5.2. RANDVOORWAARDEN, UITGANGSPUNTEN EN OVERWEGINGEN, INGEGEVEN DOOR DE LOCATIE       | 39        |
| 5.3. HET GEÏNTEGREERDE ONTWERP.....                                                   | 41        |
| 5.4. ZEEWERINGEN .....                                                                | 42        |
| 5.5. GEOTECHNIEK.....                                                                 | 49        |
| 5.6. UITVOERING EN FASERING .....                                                     | 50        |
| 5.7. EFFECTEN .....                                                                   | 54        |
| 5.8. PLANNING .....                                                                   | 57        |
| 5.9. CONCLUSIE .....                                                                  | 57        |
| <b>6. FLEVOLAND.....</b>                                                              | <b>59</b> |
| 6.1. HUIDIGE SITUATIE.....                                                            | 59        |
| 6.2. RANDVOORWAARDEN, UITGANGSPUNTEN EN OVERWEGINGEN INGEGEVEN DOOR FLEVOLAND         | 60        |
| 6.3. HET GEÏNTEGREERDE ONTWERP.....                                                   | 62        |
| 6.4. GEOTECHNIEK.....                                                                 | 65        |
| 6.5. UITVOERING EN FASERING FLEVOLAND.....                                            | 66        |
| 6.6. EFFECTEN .....                                                                   | 67        |
| 6.7. GELUID EN VEILIGHEID .....                                                       | 68        |
| 6.8. PLANNING .....                                                                   | 68        |
| 6.9. CONCLUSIE .....                                                                  | 68        |
| <b>7. MAASVLAKTE .....</b>                                                            | <b>69</b> |
| 7.1. HUIDIGE SITUATIE.....                                                            | 69        |
| 7.2. RANDVOORWAARDEN, UITGANGSPUNTEN EN OVERWEGINGEN, INGEGEVEN DOOR DE LOCATIE       | 70        |
| 7.3. HET GEÏNTEGREERDE ONTWERP.....                                                   | 72        |

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.4. ZEEWERINGEN .....                                      | 75        |
| 7.5. GEOTECHNIEK.....                                       | 75        |
| 7.6. UITVOERING EN FASERING MAASVLAKTE.....                 | 75        |
| 7.7. EFFECTEN .....                                         | 79        |
| 7.8. PLANNING .....                                         | 80        |
| 7.9. CONCLUSIE .....                                        | 81        |
| <b>8. SHUTTLE VERBINDING MET EILAND IN DE NOORDZEE.....</b> | <b>82</b> |
| 8.1. BOUWDIENST RWS .....                                   | 82        |
| 8.2. ARCADIS .....                                          | 84        |
| 8.3. HASKONING .....                                        | 86        |
| 8.4. WITTEVEEN+BOS.....                                     | 88        |
| 8.5. CONCLUSIE .....                                        | 90        |
| <b>9. KOSTEN .....</b>                                      | <b>92</b> |
| 9.1. INLEIDING .....                                        | 92        |
| 9.2. INVESTERINGSKOSTEN .....                               | 92        |
| 9.3. ONZEKERHEDEN IN DE KOSTEN .....                        | 93        |
| 9.4. BASISVARIANTEN.....                                    | 94        |
| 9.5. KOSTENRAMINGEN .....                                   | 96        |
| 9.6. VERGELIJKING MET ANDERE KOSTENRAMINGEN.....            | 97        |
| 9.7. CONTANTE WAARDE VARIANTEN .....                        | 97        |

## 1. Samenvattende conclusies Ontwerp, civiele techniek en kosten

### Ontwerp

Per locatievariant is op basis van luchtvaarttechnische en andere relevante aspecten een luchthaven ontworpen met de volgende hoofdkenmerken:

| Locatievariant                                   | Hoofdbanen | Dwarswindbanen | Totale oppervlakte |
|--------------------------------------------------|------------|----------------|--------------------|
| Noordzee satelliet 70 mln passagiers             | 4          | 2              | 4500 ha            |
| Noordzee satelliet 20 mln passagiers             | 1          | 1              | 2100 ha            |
| Maasvlakte kleine overloop 10/20 mln passagiers  | 1          | 0/1            | 1600 ha            |
| Maasvlakte grote overloop 40 mln passagiers      | 2          | 2              | 3100 ha            |
| Maasvlakte eiland overloop 40 mln passagiers     | 2          | 2              | 3400 ha            |
| Flevoland-Oost overloop 40 mln passagiers        | 2/3        | 2              | 2700 ha            |
| Flevoland-Zuid/Lelystad overloop 10/20 mln pass. | 1          | 0              | 900 ha             |

### Civiele Techniek

De Noordzee- en Maasvlakte oplossingen bestaan uit landaanwinning die opgespoten is tot 5 meter boven NAP. Voor de zeeweringen zijn twee mogelijkheden verder uitgewerkt, een dijk tot 15 meter boven NAP en een voorland oplossing tot 7 meter boven NAP. Bij deze laatste oplossing lopen de golven bij storm tot over de rand van het eiland, zonder dat de banen onder lopen. De voordelen zijn de verminderde zichtbaarheid vanaf de kust en geringere vogelproblematiek. Voor de Flevoland oplossingen is alleen een grondverbetering noodzakelijk. De uitvoerbaarheid levert voor geen van de locaties onoplosbare knelpunten op. De bouwtijd verschilt enigszins tussen de locaties. Er wordt uitgegaan van 6 jaar proceduretijd. De eerste fase van een eiland in de Noordzee, waarbij dus de eerste vliegtuigen kunnen landen, kan gereed zijn in 2012. De eerste fase van de Maasvlakte locatie kan in 2011 voltooid worden. In Flevoland tenslotte kan men reeds in 2010 een vliegveld in gebruik nemen.

De faseerbaarheid is het beste in Flevoland. In zee en bij de Maasvlakte is dit lastiger, maar wel mogelijk. De uitbreidbaarheid in Flevoland is slecht, terwijl uitbreiding op beide andere locaties goed mogelijk is.

### Shuttle verbinding tussen Schiphol en het eiland in de Noordzee

Uit vier separaat uitgevoerde studies blijkt dat 3 sporen voldoende capaciteit, flexibiliteit, bedrijfszekerheid en veiligheid garanderen bij een rijsnelheid van zo'n 225 km per uur. De verschillende bouwtechnieken blijken niet onderscheidend te zijn in kosten. De traject- en bouwtechniek keuze zal dan ook voornamelijk afhangen van andere overwegingen als optimale eilandligging (in verband met de morfologie), een eventueel tussenstation en eventuele koppeling met andere verkeersstromen.

### Kosten

De onderstaande kosten (in miljarden guldens) zijn exclusief BTW en hebben een marge van +/- 30%. Niet meegenomen zijn de kosten van inrichting (aanleg banen, terminals e.d.) en aanvullende infrastructuur.

| Locatievariant                                   | Terrein | Shuttle/verbinding | Totale kosten |
|--------------------------------------------------|---------|--------------------|---------------|
| Noordzee satelliet 70 mln passagiers             | 11      | 15 (20 km in zee)  | 26            |
| Noordzee satelliet 20 mln passagiers             | 7       | 15 (20 km in zee)  | 22            |
| Maasvlakte kleine overloop 10/20 mln passagiers  | 3       | -                  | 3             |
| Maasvlakte grote overloop 40 mln passagiers      | 7       | -                  | 7             |
| Maasvlakte eiland overloop 40 mln passagiers     | 10      | 8                  | 18            |
| Flevoland-Oost overloop 40 mln passagiers        | 1       | -                  | 1             |
| Flevoland-Zuid/Lelystad overloop 10/20 mln pass. | 0.3     | -                  | 0.3           |

Een shuttle naar een eiland in zee op 10 km kost 12 miljard gulden, een shuttle naar een eiland in zee op 30 km kost 18 miljard. Een langzame shuttle (<160 km/uur) kan zo'n 4 miljard gulden besparen. Overigens zijn de kosten niet los te zien van de financiering! Dit is mede bepalend of de investering aantrekkelijk is.

### Effecten

Voor de Maasvlakte varianten worden, ongeacht de exacte invulling van een eventueel Tweede Maasvlakte ontwerp, grote problemen voorzien op het gebied van de stroming, de morfologie, de scheepvaart, vogels, veiligheid en ontsluiting. Ook een Maasvlakte eiland oplossing zal ver weg moeten liggen om deze problemen gedeeltelijk te voorkomen. Voor het eiland in de Noordzee lijken de problemen op het gebied van geluid, morfologie, stroming en vogels beheersbaar. Hoe verder het eiland in zee ligt hoe beter dit is, zeker in verband met de zichtbaarheid vanaf de kust. Uiteraard nemen de kosten dan wel toe. Een passende oplossing lijkt een eiland net binnen de 12-mijlszone. In Flevoland tenslotte is een luchthaven lastig inpasbaar. Met name de geluidsproblematiek, de invloed op de Ruimtelijke Ordening en de vogelproblematiek leveren flinke beperkingen op.

## 2. Inleiding

### 2.1. Aanleiding

De omvang van de luchtvaart neemt wereldwijd snel toe. Ook in Nederland is de luchtvaart de afgelopen jaren sterker gegroeid dan werd voorzien. Recente prognoses van het Centraal Planbureau (CPB) [2] geven hogere groeicijfers te zien dan enige jaren geleden. Economische studies laten bovendien zien dat 'Mainport Schiphol' een strategische betekenis heeft voor de Nederlandse economie. Deze groei heeft echter ook een aantal consequenties. Deze hebben met name betrekking op de milieubelasting die de luchtvaart met zich mee brengt, het ruimtebeslag van de luchthaven en de ruimtelijke ordening in de regio.

Het Kabinet heeft in februari 1995 de Planologische Kernbeslissing (PKB) Schiphol en Omgeving genomen [14]. In deze PKB Schiphol en Omgeving streeft het Kabinet een dubbeldoelstelling na, waarbij niet alleen de mogelijkheden worden geboden om de mainportfunctie van Schiphol te ontwikkelen, maar ook wordt bewerkstelligd dat de kwaliteit van het leefmilieu verbetert. Uitgangspunt hierbij is het streven naar een duurzame ontwikkeling en een beheerste, gerichte groei van de luchtvaart. In verband hiermee zijn in de PKB Schiphol en Omgeving zowel volumegrenzen als milieugrenzen vastgelegd. De volumegrenzen betreffen het maximum aantal van 44 miljoen passagiers en 3,3 miljoen ton vracht dat Schiphol per jaar mag aandoen. De milieugrenzen betreffen grenzen ten aanzien van geluid, lokale luchtverontreiniging, geur en externe veiligheid.

De snelle groei die op Schiphol plaatsvindt, de technologische ontwikkelingen die zich op het gebied van de luchtvaart voordoen en de lange duur die benodigd is voor besluitvorming over en realisatie van eventuele infrastructuur om de groei te accommoderen, leiden ertoe dat op korte termijn besluitvorming dient plaats te vinden betreffende de ontwikkelingen en maatregelen op middellange en lange termijn.

Het Kabinet heeft in november 1997 haar Integrale beleidsvisie (IBV) [5] over de toekomst van luchtvaart in Nederland gepubliceerd. Om tot het formuleren van deze visie te komen heeft het Kabinet in februari 1997 de Perspectievennota [13] uitgebracht. Deze nota vormde de start van een dialoog over nut en noodzaak van de groei van de luchtvaart in Nederland en van een aantal nadere onderzoeken die tegelijk met de dialoog uitgevoerd werden. De dialoog en de nadere onderzoeken hebben meer inzicht gegeven in de problematiek. Mede op basis hiervan heeft het Kabinet richting gegeven aan haar beleid ten aanzien van de toekomst van de luchtvaart in Nederland. In de IBV worden de richting die het Kabinet wil inslaan en de stappen die nu gezet kunnen worden uiteengezet.

In de visie van het Kabinet krijgt de luchtvaart in Nederland derhalve de ruimte zich verder te ontwikkelen, zij het onder een aantal voorwaarden. Het Kabinet wil de positieve effecten van een groei van de luchtvaart voor de economie zoveel mogelijk benutten, en tegelijkertijd eventuele negatieve gevolgen van de luchtvaart voor milieu en ruimtelijke ordening zoveel mogelijk beperken. Hiermee wil het Kabinet bereiken dat er een balans ontstaat tussen milieu en economie en dat het beslag op de beschikbare ruimte binnen aanvaardbare grenzen blijft.

In de IBV is een aantal mogelijkheden aangegeven voor de toekomst van luchtvaart in Nederland. In alle oplossingen speelt Schiphol een belangrijke rol. Indien op enig moment blijkt dat ondanks maatregelen op Schiphol, de gewenste groei van het luchtverkeer op de lange termijn niet alleen op Schiphol kan worden afgehandeld, ziet het Kabinet nieuwe luchtvaartinfrastructuur als oplossing voor de lange termijn. Voorafgaand aan de IBV is een verkennend onderzoek uitgevoerd naar een achttal mogelijke locaties voor nieuwe

luchtvaartinfrastructuur. Als gevolg van de bevindingen uit dit verkennend onderzoek valt in de visie van het Kabinet een aantal van deze zoeklocaties af en blijft een drietal locaties over als mogelijke locatie voor een luchthaven die in samenwerking met Schiphol de gewenste groei van de luchtvaart in Nederland kan accommoderen. Deze locaties zijn:

- Schiphol met een overloop mogelijkheid in Flevoland;
- Schiphol met een overloop mogelijkheid op de Maasvlakte;
- Schiphol met een eiland in de Noordzee als satelliet.

Naast het onderzoek naar de mogelijkheden van deze drie locaties zal (separaat) ook onderzocht worden wat de mogelijkheden zijn om alle gewenste groei in de luchtvaart op Schiphol te accommoderen.

## **2.2. Nader verkennende studies in het kader van TNLI**

In de IBV stelt het Kabinet dat de mogelijkheden van een overloopluchthaven op de Maasvlakte of in Flevoland en van een satellietluchthaven in de Noordzee in combinatie met Schiphol verder moeten worden onderzocht. Dit onderzoek moet uitsluitend geven over de meest wenselijke plaats, de aard van mogelijke verder uitbreiding van de luchtvaartinfrastructuur, de aansluiting op de ruimtelijke hoofdstructuur, de ruimtelijke inpasbaarheid, de landzijdige infrastructuur, een eventuele verbinding met het vasteland, de gevolgen voor het milieu, natuur en scheepvaart, de kosten, de uitvoeringsduur en de mogelijkheden tot fasering. Om aan dit onderzoek inhoud te geven wordt voor de nadere verkenning van de alternatieven op de lange termijn een aantal themastudies uitgevoerd zijnde:

- Economie;
- Verkeer en vervoer
- Luchtruimte
- Ontwerp, civiele techniek en kosten
- Luchtvaarteconomie
- Proces en procedures
- Milieu (inclusief geluid)
- Natuur en landschap
- Vogelproblematiek
- Morfologie)

Naast de themastudies zullen er voor de drie genoemde locaties ook locatiestudies uitgevoerd worden. Deze locatiestudies hebben tot doel om een eerste inzicht te bieden in mogelijkheden en onmogelijkheden van inpassing en inrichting van een nieuwe luchthaven in regionaal en nationaal perspectief. Met name de relatie tot wonen (verstedelijkingsaspecten), werken (aspecten van ruimtelijke economie), mobiliteit (inland verkeer & vervoer aspecten), recreatie en voorzieningen, landbouw (aspecten van landelijke gebieden), natuur (natuurontwikkelingsaspecten) en integrale aspecten (als flexibiliteit, realiseerbaarheid en (ruimtelijke) kwaliteit) zullen in deze studies naar voren komen.

De themastudies en locatiestudies dienen ten behoeve van het beslisdocument, waarop het Kabinet in september 1998 haar beslissing over aanvullende opties voor luchtvaartinfrastructuur zal baseren.

## **2.3. Doelstelling van dit rapport**

Voor u ligt de rapportage van de nadere uitwerking van de themagroep 'Ontwerp, civiele techniek en kosten' voor de volgende opties:

- Schiphol met een eiland in de Noordzee als satelliet;
- Schiphol met een overloop mogelijkheid in Flevoland;

- Schiphol met een overloop mogelijkheid op de Maasvlakte.

In de rapportage zullen de drie locaties tot schetsontwerpniveau worden uitgewerkt. De schetsontwerpen geven de lay-outs voor de verschillende alternatieven voor luchthavens weer. Deze lay-outs zijn gebruikt binnen de locatiestudies en binnen de verschillende themastudies.

Naast de schetsontwerpen van de luchthavens, zullen in de rapportage de verschillende mogelijkheden van een shuttleverbinding met een eiland in de Noordzee uitgewerkt worden. Speciale aandacht zal in deze rapportage gegeven worden aan de faseerbaarheid van de aanleg van nieuwe luchthaveninfrastructuur. De behoefte aan de mogelijkheid tot faseerbare bouw van een nieuwe luchthaven is ontstaan door de grote onzekerheden die er bestaan over de ontwikkeling van de groei van de luchtvaart in de komende decennia. Tenslotte zullen de kosten van de verschillende ontwerpen in beeld gebracht worden.

## **2.4. Besluitvorming**

### *Voorgeschiedenis*

In de Integrale Beleidsvisie over de toekomst van luchtvaart in Nederland, die eind 1997 is verschenen, zijn nut en noodzaak van de accommodatie van de groeiende luchtvaart aangegeven. In diezelfde IBV zijn onder andere op basis van globale locatieverkenningen een aantal opties geselecteerd die in aanmerking komen voor verdere besluitvorming.

### *TNLI Lange termijn opties*

Voor de lange termijn (2020-2025) worden daarom nu een aantal opties onderzocht om de groeiende luchtvaart te accommoderen. Naast Schiphol 'stand alone' optie zijn dit combinaties van Schiphol met een overloopluchthaven aan de Maasvlakte of in Flevoland en Schiphol met een luchthaven in de Noordzee.

In het najaar van 1998 moet voldoende informatie beschikbaar komen (in de vorm van een rapportage) om een besluit te kunnen nemen één of meerdere opties verder uit te werken in een Planologische Kernbeslissing-procedure (PKB). De onderzoeken die voor dit besluit de basis vormen, maken het mogelijk een horizontale afweging tussen de verschillende varianten te maken. Dat wil zeggen dat er geen vergelijking met huidige effecten, grenzen en beleidsdoelen wordt gemaakt, maar dat de varianten op eenzelfde tijdstip in de verre toekomst met elkaar vergeleken worden.

Het Kabinet zal naar verwachting in september 1998 op grond van een beslisdocument een beslissing nemen over het beleid inzake de luchtvaartinfrastructuur in Nederland. Het beslisdocument zal gebaseerd zijn op de resultaten van de locatiestudies en de themastudies.

## **2.5. Leeswijzer**

Voor u ligt de rapportage van het onderzoek naar het ontwerp, de civiele techniek en de kosten van een nieuwe luchthaven op de mogelijke locaties Eiland in de Noordzee, Flevoland en Maasvlakte.

In hoofdstuk 1 zijn de belangrijkste conclusies uit het onderzoek verwoord. In hoofdstuk 2 en 3 is de achtergrond waartegen het onderzoek zicht afspeelt verwoord. Hoofdstuk 4 gaat in op alle uitgangspunten die een rol hebben gespeeld bij het tot stand komen van de uiteindelijke schetsontwerpen van luchthavens op de drie locaties. In hoofdstuk 5, 6 en 7 worden de ontwerpen op de drie locaties, respectievelijk Eiland in de Noordzee, Flevoland en Maasvlakte, behandeld. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de uitvoering, planning en de mogelijke effecten van de luchthaven.

Hoofdstuk 8 is geheel gewijd aan het onderzoek naar een shuttle verbinding tussen Schiphol en een eiland in de Noordzee. De kosten van de ontwerpen van de luchthavens zijn gepresenteerd in hoofdstuk 9. In dit hoofdstuk zijn tevens de kosten van de shuttle verbinding gepresenteerd. Ten slotte is in de bijlage, verklarende woordenlijst definities opgenomen van termen uit de civiele techniek en luchtvaarttechniek.

### 3. Definities en begrippen

#### 3.1. Groeiscenario's luchtvaart in Nederland

Amsterdam Airport Schiphol is de Nederlandse nationale luchthaven. Schiphol is in Europa een van de snelst groeiende luchthavens. Het resultaat van deze groei is, onder andere, dat Schiphol met de luchthavens van Parijs, Londen en Frankfurt tot de grootste luchthavens in Europa behoort. De internationale luchtvaart heeft voor de Nederlandse economie een strategische betekenis. Nederland heeft een export gerichte, internationaal georiënteerde economie, waarin een 'mainport Schiphol' een belangrijke plaats inneemt. In de regio ontwikkelt zich een logistiek complex, dat een cruciale rol kan spelen bij de economische groei van Nederland. Ook buiten de regio Schiphol profiteren toeleverende bedrijven van de ontwikkeling van de luchtvaart. Het totale complex Schiphol en omgeving wint jaarlijks absoluut, maar ook relatief binnen de Nederlandse economie aan betekenis. [31]. In de PKB Schiphol en Omgeving [14] heeft het Kabinet echter grenzen opgelegd aan de groei van de luchtvaart. Aan de ene kant mag de luchtvaart niet verder groeien dan 44 miljoen passagiers en 3,3 miljoen ton vracht (volumegrenzen) en aan de andere kant zijn er grenzen gesteld aan geluid, luchtverontreiniging, geur en externe veiligheid.

Recente ontwikkelingen en onderzoeken wijzen uit, dat de luchtvaart veel sneller groeit dan in de PKB Schiphol en Omgeving was voorzien. In onderzoek van het Centraal Planbureau (CPB) en RAND worden scenario's voor de ontwikkeling van de luchtvaart geschetst, waarin de vraag naar vervoer de volumegrenzen van de PKB Schiphol en Omgeving overschrijdt (zie tabel 3.1).

tabel 3.1 Enkele kerngetallen voor de jaren 1995, 1996 en 1997, alsmede voor toekomstbeelden betreffende de luchtvaart in Nederland volgens het CPB en RAND [2] en [16]

| Scenario's  | Aantal transfer-passagiers<br>in miljoenen | Totaal aantal passagiers<br>in miljoenen | Vracht<br>in miljoenen tonnen | Vliegbewegingen<br>aantal x 1000 |
|-------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| CPB GC 2020 | 35,4                                       | 97                                       | 5,2                           | 814                              |
| CPB EC 2020 | 27,0                                       | 69                                       | 4,1                           | 668                              |
| CPB DE 2020 | 25,4                                       | 58                                       | 3,6                           | 580                              |
| RAND 1 2025 | 62,8                                       | 103                                      | 7,7                           | 781                              |
| 1997        | 13,0                                       | 31,0                                     | 1,2                           | 350                              |
| 1996        | 12,2                                       | 27,8                                     | 1,1                           | 320                              |
| 1995        | 9,6                                        | 24,6                                     | 1,0                           | 290                              |

Bron: De CPB cijfers zijn afkomstig uit de in september 1997 gepubliceerde CPB scenario's, met het peiljaar 2020: global competition (GC), European coordination (EC) en divided Europe (DE). Het rand scenario is afkomstig uit de in januari 1997 door RAND Europe gepubliceerde: Een beleidsanalyse van infrastructuuropties met betrekking tot de Nederlandse burgerluchtvaart, met het peiljaar 2025. De cijfers van 1995, 1996 en 1997 zijn afkomstig van Amsterdam Airport Schiphol.

Opmerking: Totaal aantal passagiers is het aantal passagiers met herkomst of bestemming Schiphol plus het aantal transfer passagiers. Vracht betreft luchtvracht exclusief het vervoer van luchtvracht over de weg.

#### 3.2. Onzekerheden met betrekking tot de groei van de luchtvaart

In de IBV heeft het Kabinet aangegeven de mogelijkheden voor groei van de luchtvaart op lange termijn nu te willen onderzoeken voor het geval op enig moment blijkt dat ondanks selectiviteit, optimalisatie en herconfiguratie van Schiphol, de gewenste groei van het luchtverkeer op de lange termijn niet alleen op Schiphol kan worden afgehandeld. Het

probleem bij het onderzoek naar de lange termijn is echter dat de groei van de luchtvaart in de toekomst te maken heeft met een aantal onzekerheden, onder andere:

- ontwikkeling van de vraag naar vliegverkeer
- ontwikkeling van Very Large Aircraft (VLA's)
- ontwikkeling van mogelijke geluid en uitstoot reductie
- ontwikkeling van de hoge snelheidstrein en het openbaar vervoer

Door deze onzekerheden worden in het onderzoek naar de mogelijkheden voor de lange termijn een aantal aannames gedaan betreffende de ontwikkelingen in de toekomst.

### Vraag naar vliegverkeer

In deze studie zijn de volgende CPB groeiscenario's als uitgangspunt gekozen:

tabel 3.2      Uitgangsscenario's TNLI studie naar de lange termijn (bron:TNLI vlootverdeling, juni 1998)

|                                | totaal per jaar |               | vliegbewegingen |                | Passagiers (in miljoen) |          | Passagiers (in miljoen) |        |
|--------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|-------------------------|----------|-------------------------|--------|
|                                | Pax in miljoen  | vracht in ton | totaal          | waarvan vracht | O/D                     | transfer | internationaal          | europa |
| CPB Global competition 2020    | 97              | 5,2           | 813.800         | 60.000         | 61                      | 35       | 34                      | 63     |
| CPB European Coordination 2020 | 69              | 4,1           | 668.000         | -              | 42                      | 27       | -                       | -      |

Uit deze CPB groeiscenario's zijn de volgende TNLI scenario's geconstrueerd (zie tabel 3.3). Deze TNLI scenario's zijn het uitgangspunt voor de passagiersverdeling tussen Schiphol en aanvullende luchtvaartinfrastructuur (tabel 4.1)

tabel 3.3      TNLI scenario's voor de luchtvaartinfrastructuur in Nederland

|          | Passagiers in miljoen | Vracht in ton | Vliegtuigbewegingen                |
|----------|-----------------------|---------------|------------------------------------|
| TNLI 100 | 100                   | 7             | 800.000 (alleen Schiphol)          |
| TNLI 100 | 100                   | 7             | 900 (Schiphol + aanvullende optie) |
| TNLI 70  | 70                    | 5             | 600 (Schiphol + aanvullende optie) |

### Very Large Aircraft (VLA's)

Het benodigde banenstelsel en capaciteit van een luchthaven is onder andere afhankelijk van de samenstelling van de vloot. Ten eerste: kleinere vliegtuigen hebben een minder lange start- en landingsbaan nodig dan de grote vliegtuigen. Ten tweede: een luchthaven waar voornamelijk grote vliegtuigen landen en opstijgen zal per uur meer passagiersbewegingen hebben dan een luchthaven met voornamelijk kleine vliegtuigen.

In de vliegtuigindustrie is op dit moment een discussie gaande over de mogelijkheden van Very Large Aircrafts (VLA's). Dit zijn zeer grote vliegtuigen met 600 à 900 stoelen. Het is op dit moment echter nog maar de vraag of de industrie deze toestellen in de toekomst zal gaan bouwen. Mocht dit wel het geval zijn, dan zullen naar alle waarschijnlijkheid voornamelijk grote intercontinentale luchtvaartmaatschappijen met deze toestellen gaan vliegen. Bij het gebruik van VLA's zal het aantal vliegbewegingen, dat nodig is om een bepaald aantal passagiersbewegingen te accommoderen, dalen. Vooral nog wordt in de TNLI vlootverdeling geen rekening gehouden met het gebruik van deze VLA's.

### **3.3. Luchthaven configuraties**

De nieuwe luchtvaartinfrastructuur naast het bestaande Schiphol kan op een tweetal manieren vorm krijgen[5]:

#### **Overloop luchthaven (Maasvlakte en Flevoland):**

Naar een overloopluchthaven kunnen vluchten worden uitgeplaatst die minder belangrijk zijn voor het netwerk van de luchtvaartmaatschappij die Schiphol als thuisbasis heeft (bijvoorbeeld chartervluchten) en/of vluchten die teveel overlast veroorzaken (lawaaige vrachtluchten, nachtluchten). Een snelle verbinding met Schiphol is niet vereist. Een dergelijke luchthaven kan desgewenst uitgroeien tot een luchthaven met een zelfstandige functie. Er zijn nog wel twijfels over de haalbaarheid van het concept van een overloopluchthaven. Splitsing van activiteiten is in het algemeen niet efficiënt voor luchtvaartmaatschappijen. Het hangt af van de vluchten die worden uitgeplaatst welke effecten zo'n luchthaven heeft op ruimte en mobiliteit en of een aansluiting op de hogesnelheidstrein noodzakelijk is. In de visie van het Kabinet zullen de mogelijkheden voor een overloopluchthaven op de Maasvlakte en in Flevoland onderzocht moeten worden.

#### **Satellietluchthaven (Eiland in de Noordzee):**

Een satellietluchthaven en Schiphol functioneren samen als één geïntegreerd systeem. De start- en landingsbanen, of een gedeelte hiervan wordt aangelegd op afstand van de 'moeder'luchthaven Schiphol. Een snelle verbinding tussen beide is noodzakelijk om de overstaptijd voor met name de transferpassagiers concurrerend te houden. Zo'n verbinding zal kostbaar zijn. Vooral de initiële kosten zijn hoog, omdat de verbinding nauwelijks gefaseerd kan worden aangelegd. Deze hoge investering moet worden gedaan, ook al is de satellietluchthaven nog niet volledig benut.

Het satellietsysteem kent verschillende varianten voor de verdeling van het luchtverkeer. In de meest beperkte variant hebben op de satelliet alleen de activiteiten plaats die niet direct met de hubfunctie te maken hebben. Gezien de hoge initiële investeringen die aan de satelliet verbonden zijn, ligt het meer voor de hand in dit systeem minimaal te streven naar overplaatsing van de hubfunctie naar de satelliet.

De meest vergaande variant van een satellietsysteem is die waarbij alle vliegactiviteiten naar de satelliet worden overgeheveld. Dit is geen nieuwe nationale luchthaven, want Schiphol heeft dan nog steeds de terminalfunctie voor in- en uitstappende passagiers en aan- en afvoer van vracht. Het is mogelijk via de eerste varianten door te groeien naar de laatste variant. Daarbij blijven wel bepaalde omslagmomenten met de bijbehorende risico's bestaan. In de visie van het Kabinet zal de mogelijkheid van een satellietluchthaven op een eiland voor de Nederlandse kust in de Noordzee onderzocht moeten worden.

## 4. Ontwerpuitgangspunten

### 4.1. Benodigde capaciteit van de lange termijn opties als basis voor het ontwerp

De planhorizon voor de drie te onderzoeken mogelijkheden voor nieuwe luchtvaartinfrastructuur is 2025. Dit betekent echter niet dat er in de studie geen aandacht besteed zal worden aan de mogelijkheden vóór 2025 en de mogelijkheden voor verdere ontwikkelingen na 2025. Vanwege de grote onzekerheden over de groei van de luchtvaart in de komende decennia en vanwege de onzekerheid in hoeverre de herconfiguratie van Schiphol de groei in de luchtvaart kan opvangen, is het moeilijk vast te stellen wat de capaciteit van de nieuwe luchtvaartinfrastructuur zal moeten zijn. De noodzakelijke omvang van de aanvullende luchtvaartcapaciteit varieert hierdoor van niets tot een scenario waarin tot 70 miljoen passagiersbewegingen verwerkt moeten worden. De benodigde capaciteit van de nieuwe luchthaven is afhankelijk van de passagiersverdeling over Schiphol en de nieuwe luchthaven. In het onderzoek naar de mogelijkheden op de drie locaties wordt op basis van de TNLI vlootverdeling en van de TNLI scenario's (zie tabel 3.3) uitgegaan van de volgende passagiersverdeling over Schiphol en de nieuwe luchthaveninfrastructuur.

tabel 4.1: Passagiersverdeling tussen Schiphol en nieuwe luchthaveninfrastructuur

|                                              |           | Vlootverdeling bij drie mogelijke groeiscenario's |     |
|----------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------|-----|
|                                              |           | 70                                                | 100 |
| <b>Optie Schiphol</b>                        | Schiphol  | 70                                                | 100 |
| <b>Optie Flevoland/<br/>Maasvlakte klein</b> | Schiphol  | 60/50                                             | 80  |
|                                              | Overloop  | 10/20                                             | 20  |
| <b>Optie Flevoland/<br/>Maasvlakte groot</b> | Schiphol  |                                                   | 60  |
|                                              | Overloop  |                                                   | 40  |
| <b>Optie Noordzee begin</b>                  | Schiphol  | 50                                                | 80  |
|                                              | Satelliet | 20                                                | 20  |
| <b>Optie Noordzee groot</b>                  | Schiphol  |                                                   | 30  |
|                                              | Satelliet |                                                   | 70  |

In de toekomst moet de nieuwe satelliet luchthaven tevens de mogelijkheid hebben om de gehele functie van Schiphol te kunnen overnemen en daarmee door te groeien tot een luchthaven met 100 tot 120 miljoen passagiersbewegingen. Gezien de onzekerheden in de groeiscenario's van de luchtvaart in Nederland (CPB en RAND scenario's) [2] en [16] is het van belang dat de uitbreiding van de luchthavencapaciteit faseerbaar is uit te voeren.

### 4.2. Luchthaven varianten binnen de drie locaties

In de IBV heeft het Kabinet de keuze gemaakt om voor drie locaties (Noordzee, Maasvlakte en Flevoland) nader onderzoek te doen naar de inpasbaarheid van een luchthaven. Voor de drie locaties, Maasvlakte, Noordzee en Flevoland is op basis van de inpasbaarheid een aantal varianten binnen deze locaties mogelijk. Deze varianten zijn beschreven in het rapport 'Nadere Verkenning 3 Opties, april 1998, Bouwdienst Rijkswaterstaat [9]'. Deze varianten binnen de drie locaties zijn als uitgangspunt gebruikt voor de themastudies, en dus ook voor de themastudie 'Ontwerp, civiele techniek en kosten'.

#### 4.2.1. Varianten voor een eiland in de Noordzee

De volgende varianten zijn ter oriëntatie onderscheiden:

1. **Noordzee IJmuiden:** Een eiland zo dicht mogelijk nabij de kust, op ongeveer 10 km vanaf de kustlijn, noordelijk van de toegangsgeul voor IJmuiden.
2. **Noordzee Noordwijk:** Een eiland zo dicht mogelijk nabij Schiphol, dat wil zeggen op ongeveer 10 km vanaf de kustlijn tussen Zandvoort en Noordwijk en 30 tot 35 km vanaf Schiphol.
3. **Noordzee veraf:** Een eiland verder in zee, op een afstand van ongeveer 30 km vanaf de kustlijn, zodat de luchthaven vanaf de kust zo min mogelijk merkbaar zal zijn.

figuur 4.1 Varianten van een eiland in de Noordzee

figuur is los bijgevoegd in de tekst

#### 4.2.2. Varianten in Flevoland

De volgende varianten zijn op de locatie Flevoland onderscheiden:

1. **Flevoland Oost** in oostelijk Flevoland (tussen Lelystad, Swifterband, Dronten, Biddinghuizen en het Harderbos). Hier wordt uitgegaan van een uitbreidbare variant, met banen in meerdere richtingen. Deze variant biedt de meeste mogelijkheden voor de inpassing van aan- en uitvliegroutes tussen de stedelijke gebieden.
2. **Flevoland Zuid** in zuidelijk Flevoland (tussen de A6, het Knarbos, Zeewolde en Almere) met één tot twee parallelle banen in zuidwestelijke richting. Deze variant ligt gunstiger ten opzichte van Schiphol, maar de aan- en uitvliegroutes komen aanmerkelijk krappertussen bestaande stedelijke gebieden, binnen en buiten Flevoland, te liggen.
3. **Lelystad** in het gebied van en rondom vliegveld Lelystad, met één tot twee parallelle banen in zuidwestelijke richting. De inpassing van de aan- en uitvliegroutes komen krap tussen de bestaande stedelijke gebieden te liggen.

figuur 4.2 Varianten in Flevoland

figuur is los bijgevoegd in de tekst

#### 4.2.3. Varianten op/nabij de Maasvlakte

De volgende varianten zijn op de locatie Maasvlakte onderscheiden:

1. **Maasvlakte 3:** Een luchthaven als onderdeel van een (mogelijke) uitbreiding van de Maasvlakte (Maasvlakte 2), in het gebied tussen de Haringvlietmonding en de Eurogeul. Hier worden twee sub-varianten onderscheiden:
  - 1a. Maasvlakte 3 klein (M3K) met één of twee parallelle ZW-georiënteerde landingsbanen
  - 1b. Maasvlakte 3 groot (M3G) met een twee- of driebanenstelsel op een substantiële uitbreiding van de Maasvlakte
2. **Eiland** voor de kust van de -eventuele tweede- Maasvlakte.

figuur 4.3 Varianten nabij de Maasvlakte

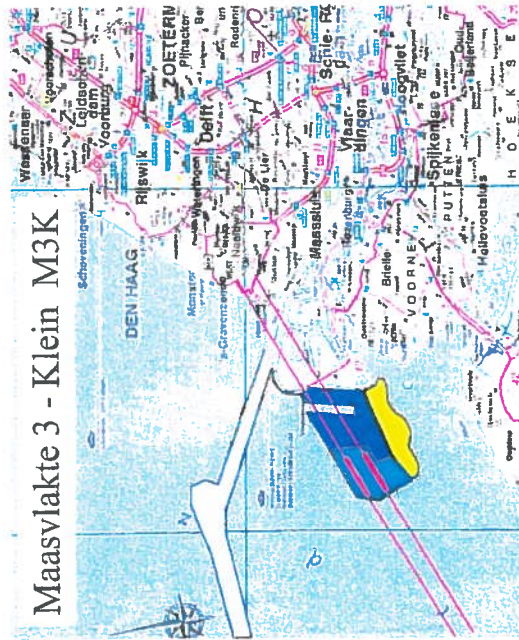
figuur is los bijgevoegd in de tekst

### 4.3. Banenstelsels en capaciteitsbepaling

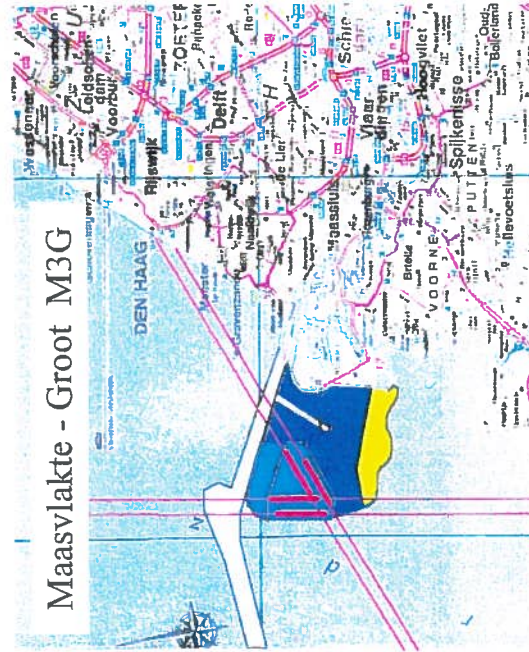
#### 4.3.1. Inleiding

Het ontwerp van de banenstelsels, die voldoen aan de gevraagde capaciteit (tabel 4.1) op de verschillende locaties, zal voor iedere variant op de locaties verschillen. Het benodigde

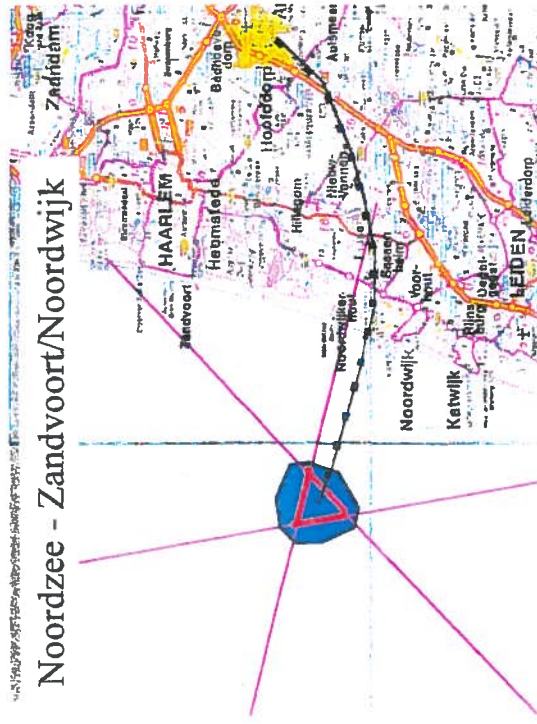
Maasvlakte 3 - Klein M3K



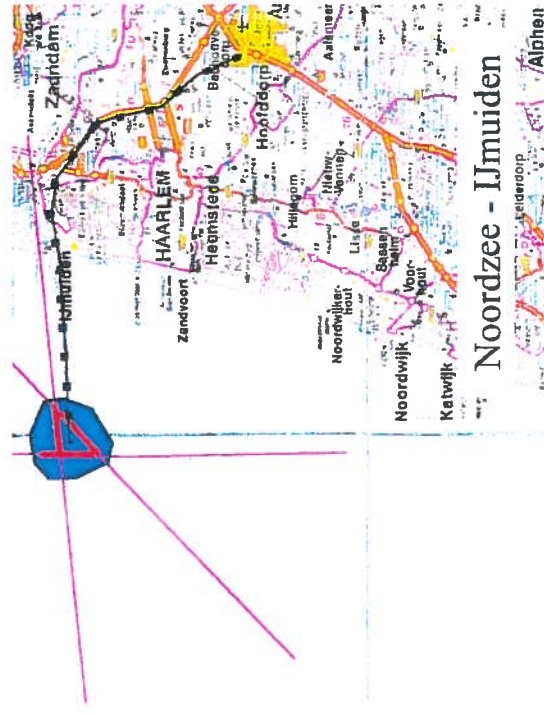
Maasvlakte - Groot M3G

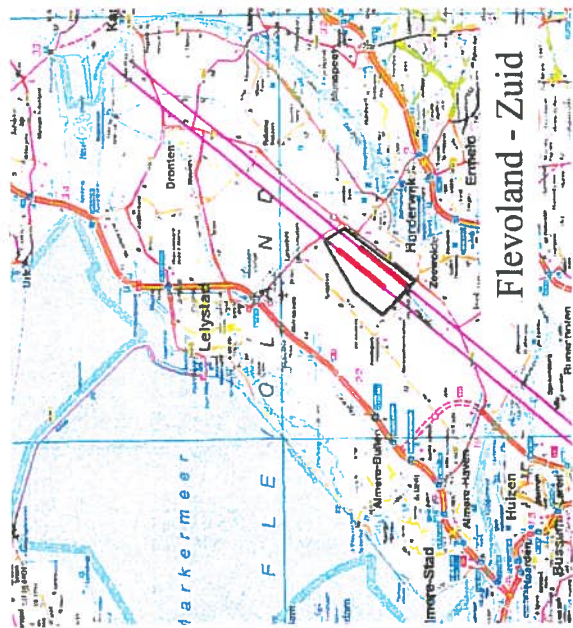
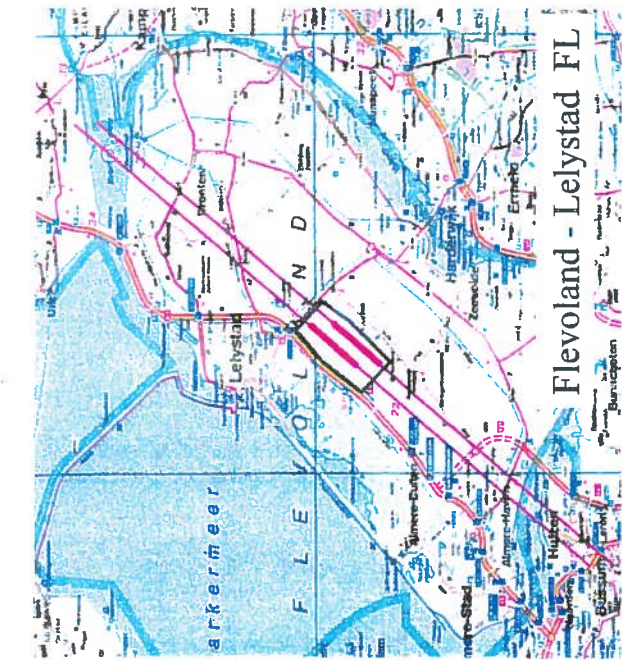
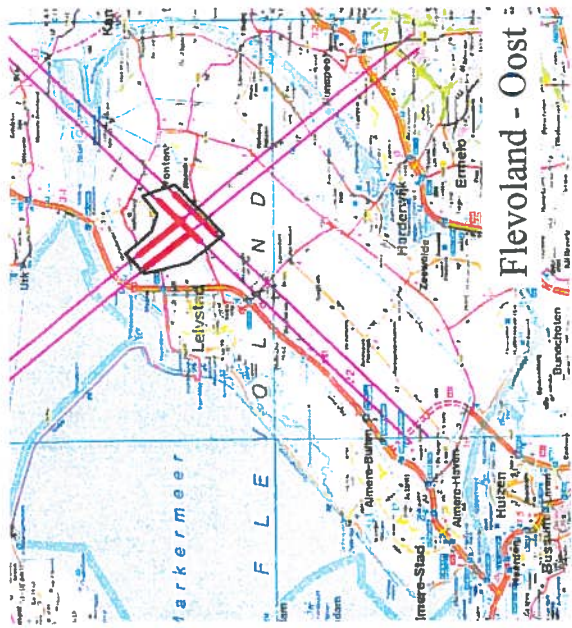
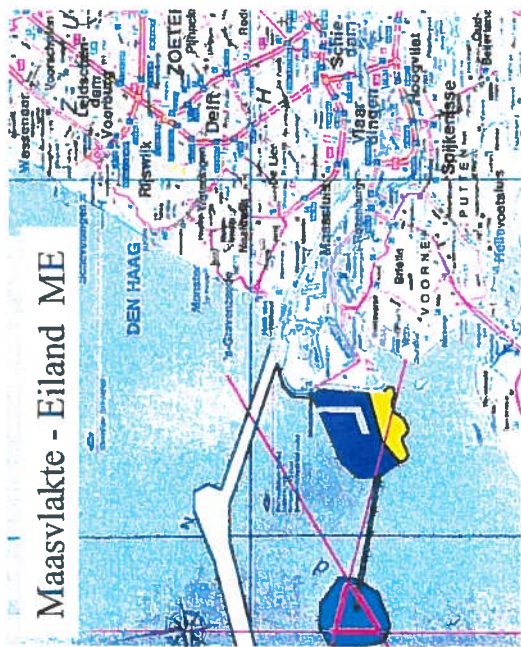


Noordzee - Zandvoort/Noordwijk



## Noordzee - IJmuiden





banenstelsel voor de gevraagde capaciteit is afhankelijk van een aantal aspecten. De belangrijkste aspecten zijn:

- Windregiem en de noodzaak van dwarswindbanen (zie paragraaf 4.3.2)
- Mogelijk gecombineerd baangebruik (zie paragraaf 4.3.4)
- Verwachte verkeersintensiteit gedurende een representatief piek uur, behorend bij een bepaalde gewenste jaarcapaciteit in passagiersbewegingen (zie tabel 4.1)
- Inpasbaarheid van de aan- en uitvliegroutes binnen de locaties, waarbij vooral geluid en veiligheid een rol spelen.

In deze paragraaf zullen de luchtvaarttechnische aspecten nader toegelicht worden, zodat een beter inzicht verkregen wordt in de uiteindelijke ontwerpen van de luchthavens.

De gegevens in deze paragraaf zijn gebaseerd op het rapport van het 'Nederlands Ontwerpbureau voor Luchthavens' (NACO), wat in het kader van deze studie is opgesteld [10] en op het rapport 'Nieuwe Nationale luchthaven, Globale bepaling ruimtebepaling', NACO, april 1996, dat opgesteld is in opdracht van de Rijksluchtvaartdienst [11].

#### 4.3.2. Windregime en baanoriëntatie

De gewenste, optimale baanoriëntatie en de eventuele noodzaak van één of meer dwarswindbanen voor een luchthaven dienen te worden bepaald aan de hand van het windregiem ter plaatse van de luchthavenlocatie. In Nederland hebben we te maken met twee overheersende windrichtingen:

- Zuid-westen winden (meest voorkomend);
- Noord-westen winden.

De exacte overheersende windcondities ter plaatse van de luchthavenlocatie zullen verschillen tussen landlocaties (Flevoland) en locaties op de Noordzee (Eiland in de Noordzee en Maasvlakte).

Naast de windrichting is ook de windkracht van belang voor de oriëntatie van het banenstelsel. Bij het optreden van zware dwarswind, ten opzichte van de hoofdbanen, zijn dwarswindbanen noodzakelijk om de bruikbaarheid van de luchthaven te garanderen. De kans op het optreden van zware dwarswind is niet gelijkmatig over het jaar gespreid. De kans van optreden stijgt aanzienlijk gedurende de herfst, winter en vroege voorjaar, en is beneden het gemiddelde gedurende de rest van het jaar. Aan de kust en op de Noordzee zal de hinder veroorzaakt door harde wind groter zijn dan op landlocaties. Dwarswindbanen zijn op deze locaties dan ook van groot belang om tot een hoge bruikbaarheid van de luchthaven te komen. Bij welke windkracht dwarswindbanen noodzakelijk zijn, is afhankelijk van de maximaal toelaatbare dwarswindcomponenten. In dit rapport is een maximale dwarswindcomponent van 15 knopen aangehouden, wat tevens de norm is van de Rijksluchtvaartdienst (RLD) voor het huidige Schiphol. Bij 15 knopen zal ook tijdens zware regenval en natte baancondities veilig geopereerd kunnen worden.

Uit de bestudering van klimatologische gegevens op verschillende luchthavens van 1961 tot 1990, zijn de in tabel 4.2 opgenomen optimale oriëntaties voor hoofdbanen en dwarswindbanen te concluderen. De gebruikte windgegevens in dit rapport zijn gebaseerd op gemiddelde windsnelheden, zonder toeslag voor windvlagen.

tabel 4.2 Baanrichting en bruikbaarheid, gebaseerd op de windgegevens voor de slechtste zes maanden per jaar (bron: NACO [11])

|                       | richting hoofdbanen | bruikbaarheid hoofdbanen in % | richting dwarswindbanen | bruikbaarheid van het banenstelsel in % |
|-----------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| Eiland in de Noordzee | 06-24               | 90.2                          | 13-31                   | 98.0                                    |
| Maasvlakte            | 06-24               | 90.2                          | 13-31                   | 98.0                                    |
| Flevoland             | 06-24               | 95.6                          | 13-31                   | 99.6                                    |

Ter vergelijking zijn hieronder de richtingen van de banen op Schiphol weergegeven:

- de Kaagbaan heeft een 060°-240° oriëntatie;
- de Zwanenburgbaan, de geplande vijfde baan en de Aalsmeerbaan hebben een 010°-190° oriëntatie;
- de Buitenveldertbaan heeft een 080°-260° oriëntatie.

### Richting van de banen

Baanoriëntaties zijn afhankelijk van windrichtingen en worden daarom ook als zodanig aangegeven. Landingen en starts vinden over het algemeen zoveel mogelijk tegen de wind in plaats.

Voorbeeld: Bij wind uit het zuidwesten, zullen de vliegtuigen stijgen en dalen in de richting van het zuidwesten. In luchtvaartermen vindt de vliegbeweging plaats in de richting 24 (240°). Vliegbewegingen in de tegenovergestelde richting (in de noordoost richting) vinden plaats in de richting 06 (60°). De baanoriëntatie van de baan waar deze vliegbewegingen op plaats vinden wordt de 06-24 richting genoemd.

Een grote luchthaven die zich als mainport/hubairport profileert, kan zich nauwelijks permitteren om bij te veel dwarswind gesloten te zijn, zodat het luchtverkeer moet uitwijken. De bruikbaarheid (het percentage van de tijd dat er operaties mogelijk zijn op de luchthaven) van een mainport zal daarom tenminste 98% moeten bedragen. Deze minimale bruikbaarheid wordt zowel door Schiphol als door NACO aangehouden. Zoals te zien is in tabel 4.2, zijn dwarswindbanen voor alle drie de locaties noodzakelijk om aan deze bruikbaarheid te kunnen voldoen.

De richting van de dwarswindbanen (13-31) is in theorie bepaald. Per locatie zal een banensysteem moeten worden ontworpen waarin aandacht besteed wordt aan zaken als de gewenste capaciteit van de nieuwe luchthaven, de omgeving van de locatie die mogelijk een aantal randvoorwaarden stelt en de aan- en uitvliegroutes van de luchthaven. Deze aspecten kunnen een reden zijn om voor de dwarswindbaan af te wijken van de optimale richting 13-31, mits daarmee nog steeds voldaan wordt aan de eisen gesteld aan de luchthaven.

#### 4.3.3. Piekuurverkeer

De jaarcapaciteit van een start- en landingsbaan wordt voor een groot deel bepaald door het maximale aantal starts en landingen gedurende een piekuur van de desbetreffende start- en landingsbaan. Het maximale aantal starts en landingen gedurende een piekuur is afhankelijk van:

- de samenstelling van de vloot (veel grote of juist veel kleine vliegtuigen)
- wel of geen gemengd baangebruik (starts en landingen gemengd op één baan)
- geselecteerde vlootsamenstelling op bepaalde banen (scheiding tussen kleine en grote vliegtuigen)
- gebruik van geavanceerde landingssystemen zoals Microwave Landing System (MLS) of Differential Global Positioning System (DGPS).

In tabel 4.3 is het benodigde aantal vliegtuigbewegingen in een piekuur berekend, uitgaande van het aantal passagiersbewegingen per variant, aangegeven in tabel 4.1.

#### 4.3.4. Gecombineerd baangebruik

Met gecombineerd baangebruik wordt bedoeld, het gelijktijdig gebruik van banen in de hoofdrichting en de dwarswindrichting. Gecombineerd baangebruik is mogelijk:

- wanneer het windregime zodanig is dat beide baanrichtingen gebruikt kunnen worden;
- de banen in de hoofdrichting en de dwarswindrichting elkaar niet kruisen (fysiek en in de lucht).

Voordeel van het gecombineerde baangebruik is dat het de luchthaven meer operationele flexibiliteit verschaft en daardoor de capaciteit van de luchthaven, een deel van de tijd, vergroot. Een dergelijk baangebruik kan tevens worden aangewend om geluidhinder en andere overlast op bepaalde plaatsen te verminderen.

Opgemerkt dient te worden dat het creëren van de mogelijkheid tot gecombineerd baangebruik gezien moet worden als een optimalisatie van het banenstelsel vanuit luchtvaarttechnische overwegingen. Vanuit andere aspecten (bv. morfologie en ruimtegebruik) kleven er nadelen aan het creëren van mogelijk gecombineerd baangebruik, omdat het ruimtebeslag van de luchthaven groter is. Het ontwerp van de luchthaven zal dan ook meestal een compromis zijn tussen luchtvaarttechnische aspecten en aspecten op het gebied van milieu en ruimtelijke ordening.

#### 4.3.5. Lay-out van het banenstelsel

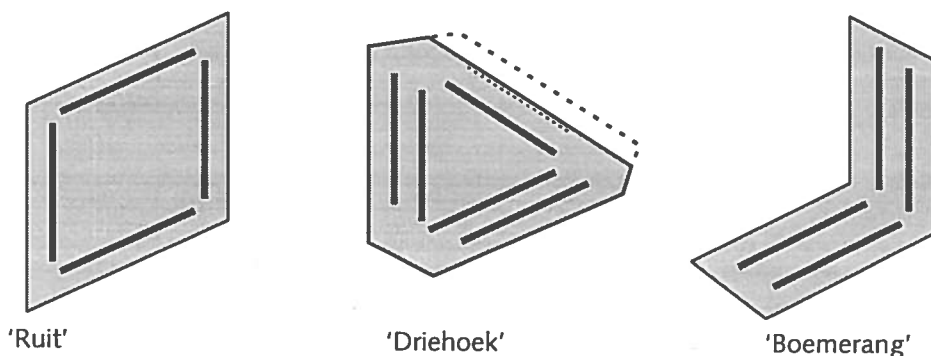
De lay-out van het banenstelsel heeft invloed op een aantal aspecten zoals de totale oppervlak dat in gebruik is door de luchthaven, de mogelijkheden voor aan- en uitvliegroutes en de daarmee samenhangende maximale capaciteit van de luchthaven.

Aandachtspunten die hieruit voortvloeien zijn:

- Zodanige lay-out dat de afstand van de verschillende banen tot de terminals minimaal is. Dit heeft tot gevolg dat de terminal in de meeste gevallen zich in het midden van de luchthaven (tussen de hoofdbanen) zal bevinden;
- Zodanige lay-out dat de aan- en uitvliegroutes elkaar niet kruisen tijdens het landen of opstijgen. Wanneer dit wel het geval is zal, uit veiligheidsoverwegingen, de capaciteit van de banen dalen;
- Zodanige lay-out dat alle banen rechtstreeks te bereiken zijn vanaf de terminal, zodat operationele banen en taxibanen niet 'overgestoken' hoeven te worden. Oversteken van een operationele baan zal, uit veiligheidsoverwegingen, de capaciteit van de baan doen dalen.

In figuur 4.4 zijn mogelijke lay-outs van het banenstelsel aangegeven. Ter indicatie wordt daarbij uitgegaan van twee hoofd- en twee dwarswindbanen (capaciteit orde 35-40 miljoen passagiers).

figuur 4.4 Mogelijke lay-outs van een vierbanenstelsel



Indien het van belang is om ruimte te besparen kunnen de uiteinden van banen (veiligheidszone) elkaar in sommige gevallen kruisen. Men moet echter wel rekening houden met een eventuele capaciteitsverlaging van de banen als gevolg van het kruisen van de (taxi)banen. De compacte vorm van de lay-out van het banenstelsel is zowel van belang bij de varianten waar (dure) landaanwinning nodig is voor de realisatie van de luchthaven, de Maasvlakte varianten en de varianten voor een eiland in de Noordzee, maar ook bij de Flevoland varianten waar de Ruimtelijke Ordening beperkingen stelt.

#### 4.3.6. Conclusie met betrekking tot de capaciteitsbepaling

Bij de capaciteitsbepaling van de ontwerpen hebben een aantal aspecten een rol gespeeld.

##### *Piekuurcapaciteit en baanoriëntaties*

Ten eerste de maximale piekcapaciteit van de ontworpen banenstelsels, met hun bepaalde baanoriëntaties. Deze baanoriëntaties zijn gekozen vanuit luchtvaarttechnische overwegingen, maar ook vanuit milieuoverwegingen (geluid, vogels, morfologie) en overwegingen vanuit de ruimtelijke ordening. De piekcapaciteit is berekend op grond van een mogelijke vlootsamenstelling en een gemiddelde stoelbezetting in de vliegtuigen [10] en [28].

##### *Gecombineerd baangebruik*

Gecombineerd baangebruik is niet meegenomen in de berekening van de jaarcapaciteit van een banenstelsel. Gecombineerd baangebruik is slecht een deel van de tijd mogelijk. Gecombineerd baangebruik is echter wel een mogelijkheid om de geluidsoverlast door bepaalde banen te verminderen.

##### *Inpasbaarheid van aan- en uitvliegroutes*

In sommige varianten (voornamelijk Flevoland en Maasvlakte) wordt de jaarcapaciteit van het banenstelsel verkleind door opgelegde beperkingen aan de aan- en uitvliegroutes. Bepaalde banen kunnen alleen vanuit één bepaalde richting aangevlogen worden of gebruikt worden voor opstijgen. Deze beperkingen zijn opgelegd in verband met de aanwezigheid van woongebieden in de omgeving van de luchthaven, die mogelijk te maken kunnen krijgen met geluidsoverlast.

tabel 4.3 Capaciteitsgegevens van de varianten zoals uitgewerkt in de volgende hoofdstukken. (Bron: NACO[10]) Opmerking: NACO cijfers in de tabel zijn gebaseerd op een aangepaste vlootverdeling

|                                | gevraagde capaciteit<br>(in miljoen<br>passagiers) | totaal aantal<br>vliegbewegingen |                     | vliegbewegingen in<br>piekuur |      | Capaciteit van de<br>luchthavenontwerpen<br>(in miljoen passagiers) |       |
|--------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------|-------|
|                                |                                                    | ADECS                            | NACO                | ADECS                         | NACO | ADECS                                                               | NACO  |
| Maasvlakte/<br>Flevoland klein | 20                                                 | 185.000                          | 150.000/<br>180.000 | -                             | 42   | 14/18                                                               | 15/20 |
| Maasvlakte/<br>Flevoland groot | 40                                                 | 370.000                          | 295.000/<br>360.000 | -                             | 84   | 28/36                                                               | 35/40 |
| Eiland klein                   | 20                                                 | 185.000                          | 150.000/<br>180.000 | -                             | 42   | 14/18                                                               | 15/20 |
| Eiland groot                   | 70                                                 | 650.000                          | 510.000/<br>625.000 | -                             | 155  | 49/65                                                               | 70    |

In tabel 4.3 is het aantal benodigde vliegbewegingen voor de gewenste capaciteit van de luchthaven varianten weergegeven. Er is onderscheid gemaakt tussen basis gegevens van het

bureau ADECS (de TNLI vlootverdeling) en de voorziene aanpassingen daarop door het bureau NACO. De verschillen die tussen deze bureau's zijn ontstaan in de aantallen vliegbewegingen en de capaciteit zijn het gevolg van een aantal onzekerheden over de toekomst, namelijk:

- *De gemiddelde bezettingsgraad:* Indien de bezettingsgraad laag is, zullen relatief meer vliegbewegingen nodig zijn om hetzelfde aantal passagiers te vervoeren. Hoe deze bezettingsgraad in de toekomst zal worden is onzeker. In de TNLI vlootverdeling is een relatief hoge bezettingsgraad aangehouden (75%). Het huidige Schiphol heeft een bezettingsgraad van 65%.
- *De vlootverdeling:* In de TNLI vlootverdeling (ADECS) [28] zijn relatief veel kleine vliegtuigen opgenomen en geen VLA's. Indien in de toekomst wel grote vliegtuigen en VLA's ingezet gaan worden, zal het aantal benodigde vliegbewegingen afnemen. Bij het optreden van capaciteitsproblemen zal zich waarschijnlijk een trend aftekenen in de richting van grotere vliegtuigen. De vlootverdeling op Schiphol heeft nu gemiddeld 90 personen per toestel.
- *Piekafvlakking:* Bij knelpunten in de capaciteit van het banenstelsel tijdens piekuren, zal er waarschijnlijk piekafvlakking optreden over de dag. De capaciteit van een baan neemt daarmee waarschijnlijk toe van 15-17 miljoen passagiers naar 20 miljoen passagiers.

#### **4.4. Ruimtebehoefte van de luchthaven**

##### **4.4.1. Inleiding**

In het algemeen is op grote luchthavens relatief veel ruimte benodigd voor de afhandeling van de binnenkomende en vertrekkende vliegtuigen. In de eerste plaats is dit het stelsel van start- en landingsbanen en taxibanen, met daarom heen de benodigde veiligheidszones. In de tweede plaats vindt ruimtebeslag plaats door de stationaire afhandeling van de vliegtuigen; het aantal vliegtuigopstelplaatsen en de passagiers en vrachtafhandeling (terminals). De ruimte die nodig is voor deze faciliteiten aan de luchtzijde wordt algemeen beschouwd als belangrijkste en meest kenmerkende onderdeel van de totale ruimtebehoefte van de luchthaven. Daarnaast is ruimte nodig voor ondersteunende faciliteiten en andere gebouwen. Bij het ruimtebeslag van een luchthaven zal naast de hierboven genoemde aspecten ook rekening gehouden moeten worden met een zone rond de luchthaven waar geluidsoverlast, luchtverontreiniging, geur en externe veiligheid een rol spelen. Het ruimtebeslag veroorzaakt door deze aspecten zal in deze studie niet verder onderzocht worden, maar in andere TNLI themastudies aan de orde komen.

##### **4.4.2. Benodigde ruimte voor faciliteiten aan de luchtzijde**

De benodigde ruimte voor de start/landingsbanen is opgebouwd uit een aantal onderdelen, namelijk:

- Ruimte voor primair de start/landingsbanen. Voor een toekomstige luchthaven is het verstandig zoveel mogelijk een baanlengte van ca. 4 km aan te houden in verband met de ontwikkeling van nieuwe zeer grote vliegtuigen (VLA), het toelaten van staartwind bij starts en een mogelijke toename van de wenselijkheid van starts bij volle belasting. De baanbreedte is gemiddeld 60 meter.
- Ruimte voor taxibanen. Wanneer de ruimte tussen twee banen groot genoeg is (> 400 meter) is het mogelijk om de taxibanen tussen deze banen te situeren.
- Ruimte voor vliegtuigopstelplaatsen, zie tabel 4.4
- Ruimte benodigd voor de veiligheidsnormen, zie paragraaf 4.4.4

#### 4.4.3. Benodigde ruimte voor ondersteunende faciliteiten en andere gebouwen

De ruimte die nodig is voor ondersteunende faciliteiten en andere gebouwen is in de volgende rubrieken onder te verdelen:

- Luchtzijde ondersteunend: ATC(Air Traffic Control)-faciliteiten, brandweer gebouwen, catering, luchthaven onderhoud, ground service equipment onderhoud, meteo en radar;
- Niet-luchtzijde ondersteunend: security en politie, luchthaven kantoren, brandstof opslag en mechanische/elektrische infrastructuur;
- Airline faciliteiten: vliegtuig onderhoud en vliegtuigmaatschappij kantoren;
- Transport Infrastructuur: autowegen, parkeren, openbaar vervoer en groen voorziening;
- Commerciële faciliteiten: hotels, bedrijven, autoverhuur en benzinstations;
- Drainage infrastructuur: drainage gebieden.

Op basis van het aantal passagiers en de hoeveelheid vracht die verwerkt worden op de luchthaven per jaar, de samenstelling van de luchtvloot en de gatecapaciteit (jaarcapaciteit van een vliegtuigopstelplaats) kan een inschatting gemaakt worden van de benodigde ruimte van de luchthaven. In tabel 4.4 is een indicatie van het ruimtebeslag voor een luchthaven met 70 miljoen passagiers opgenomen [11]. Dit ruimtebeslag is exclusief het banenstelsel en de taxibanen.

tabel 4.4: Ruimtebeslag van verschillende functies op een luchthaven in ha. (Bron: NACO [11])

|                                                              | 70 mln passagiers en 4 miljoen ton vracht<br>(oppervlakte in ha) |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Vliegtuigopstelplaatsen Passagiers (contact en wacht)</b> | 228                                                              |
| <b>Vliegtuigopstelplaatsen Vrucht</b>                        | 73                                                               |
| <b>Terminals passagiers</b>                                  | 28                                                               |
| <b>Terminals vrucht</b>                                      | 91                                                               |
| <b>Luchtzijde ondersteunend</b>                              | 60                                                               |
| <b>Niet luchtzijde ondersteunend</b>                         | 30                                                               |
| <b>Airline faciliteiten</b>                                  | 150                                                              |
| <b>Transport/Infrastructuur</b>                              | 180                                                              |
| <b>Commerciële faciliteiten</b>                              | 50                                                               |
| <b>Drainage infrastructuur</b>                               | 150                                                              |
| <b>Diversen</b>                                              | 25                                                               |
| <b>Totaal</b>                                                | <b>1.065</b>                                                     |

Functies die veelal buiten het luchthaventerrein zelf doch in de omgeving van grote internationale luchthavens worden aangetroffen (distributiebedrijven, luchtvaartindustrie, kantoren en bedrijven) worden niet in deze oppervlakteberekening meegenomen, omdat deze operationeel niet direct noodzakelijk zijn. De vestiging van deze functies zal sterk afhankelijk zijn van de koop- en huurprijzen van grond in de omgeving van de luchthaven.

#### 4.4.4. Benodigde ruimte ten gevolge van de veiligheidsnormen

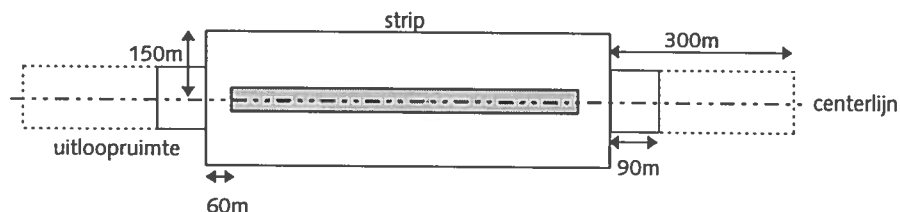
Aan het ontwerp van een luchthaven worden veiligheidsnormen gesteld, voornamelijk in de zin van minimale afstanden tot en tussen start- en landingsbanen. Deze randvoorwaarden aan het ontwerp zijn afkomstig van ICAO (International Civil Aviation Organization) en de RESA (runway extension safety area).

Hieronder volgen de minimale randvoorwaarden, gesteld aan het banenstelsel vanuit het oogpunt van veiligheid, die verwerkt zijn in de ontwerpen voor de luchthavens:

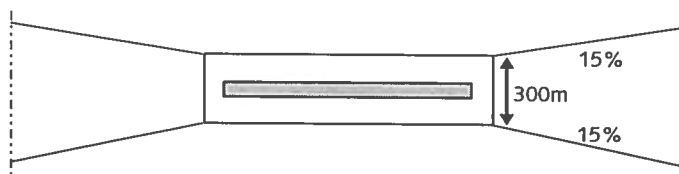
- Ruimte tussen 2 banen bedraagt, indien onafhankelijk gebruik gewenst is, minimaal 1035 meter. De tussenliggende ruimte is wel voor taxibanen te gebruiken;

- De ruimte tussen de centerlijnen van banen en taxibanen bedraagt, met de eisen voor VLA's in het achterhoofd, 194 meter. Tussen taxibanen onderling is deze afstand dan 109 meter;
- Om de baan heen ligt een denkbeeldig vlak, de zogenaamde 'strip'. Dit is een rechthoekige ruimte die aan beide uiteinden 60 meter en aan weerszijden van de centerlijn van de baan 150 meter ver doorloopt. De strip moet aan beide uiteinden en binnen een afstand van 75 meter van de centerlijn van de baan, volledig afgevlakt terrein zijn (uitgezonderd navigatie-hulpmiddelen), om te voorkomen dat een vliegtuig beschadigd als het van de baan afraakt (zie figuur 4.5);

figuur 4.5 Veiligheidszones rond een start- en landingsbaan



Plattegrond van een start- en landingsbaan



Bovenaanzicht



Zijaanzicht

- Aan beide uiteinden van de baan moet een lengte van minimaal 90 meter worden gereserveerd, gemeten vanaf het einde van de strip, als 'uitloopruijnte' voor doorschietende vliegtuigen. Moderne vliegvelden hanteren hiervoor veelal 300 meter (zie figuur 4.5);
- Vanaf de uiteinden van de strip loopt een denkbeeldig vlak met een breedte van 300 meter, onder een hoek van 2%, dat met 15% naar beide zijden divergeert. Dit is het vlak dat de landings- en opstijgroutes aan de onderzijde begrenst. Het is niet toegestaan dat zich obstakels in de vliegroute bevinden die boven dit vlak uitsteken (zie figuur 4.5);
- Dit vlak is onderdeel van een groter denkbeeldig, complex driedimensionaal vlak, waarboven geen bebouwing uit mag steken. Hierdoor wordt de hoogte van bebouwing op en om het vliegveld beperkt;
- Ten aanzien van vogelgebieden wordt een afstand van 5,5 km vanaf de kop van de banen tot aan het vogelgebied (indien van toepassing) als norm toegepast. Door deze afstand in acht te nemen vliegen de vliegtuigen als het ware over de vogelgebieden heen.
- Ten aanzien van vaargeulen met hoge zeeschepen, is ook een veiligheidsmarge van 5 km in acht genomen.

#### 4.4.5. Benodigd oppervlak voor een nieuwe luchthaven

Het benodigde oppervlak van een nieuwe luchthaven naast Schiphol is afhankelijk van de functie van de nieuwe luchthaven.

In de optie satelliet luchthaven in de Noordzee kunnen de Airline faciliteiten (kantoren) en commerciële faciliteiten bijvoorbeeld op Schiphol gesitueerd blijven. Ruimte reservering voor transport en infrastructuur is op een eiland met satellietluchthaven niet van belang omdat de toevoer van passagiers en vracht via Schiphol en de shuttle verloopt. De drainage infrastructuur behoeft geen extra ruimtebeslag omdat deze aangelegd kan worden in de vrijwaringszones rond de banen.

Wat betreft de Airline faciliteiten (kantoren) en commerciële faciliteiten moet het volgende opgemerkt worden. Airline faciliteiten en commerciële faciliteiten zullen bij de satellietluchthaven in principe op Schiphol gesitueerd zijn. De grondprijzen op Schiphol bedragen nu f400,-/f500,- per m<sup>2</sup>. Indien blijkt dat de kosten voor de aanleg van een eiland per m<sup>2</sup> lager zijn dan f400,-/f500,- per m<sup>2</sup>, kan het interessant zijn om op het eiland ruimte te reserveren voor commerciële faciliteiten. Ruimte in het centrum en aan de rand van het eiland die niet in gebruik is voor terminals etc. kan in ieder geval gebruikt worden voor commerciële doeleinden. De inkomsten van een luchthaven worden namelijk voor een groot deel bepaald door de commerciële faciliteiten van de luchthaven en niet door de luchtzijde van de luchthaven.

Een overloopluchthaven naast Schiphol moet als zelfstandige luchthaven, naast Schiphol, kunnen functioneren. De consequentie hiervan is dat de ruimtebehoefte van de luchthaven relatief groter zal zijn dan bij een satellietluchthaven omdat op een overloop luchthaven, in tegenstelling tot een satelliet luchthaven, de functies, landzijdige ontsluiting met de benodigde ruimte voor transport en infrastructuur, Airline faciliteiten (kantoren enz.) en commerciële faciliteiten wel aanwezig zullen zijn.

De ruimtebehoefte voor de terminals ect. zal voor de verschillende varianten van een overloopluchthaven afhangen van het aantal passagiers en de hoeveelheid vracht die maximaal verwerkt zal moeten worden op de luchthaven.

#### 4.4.6. Meervoudig ruimtegebruik

Het aanleggen van nieuw land is duur, dit geldt met name voor een eiland in de Noordzee en de Maasvlakte varianten. Door ondergronds ruimtegebruik kan het benodigde oppervlak van het eiland teruggebracht worden, wat voordelig kan zijn. Met name infrastructuur en opslagruimte zouden eventueel ondergronds gesitueerd kunnen worden. Geschat wordt dat ruimtebesparing door ondergronds bouwen in totaal zo'n 50 tot 100 ha kan zijn.

#### 4.4.7. Overig ruimtegebruik

##### *Werkhaven*

Tijdens de aanleg van een luchthaven op een eiland (in de Noordzee of voor de Maasvlakte) zal een werkhaven nodig zijn van ca. 100 ha. Deze werkhaven zal na voltooiing van het eiland gebruikt kunnen worden als aanvoerhaven van brandstof en goederen, maar ook van eventuele recreanten en dergelijke.

##### *Landzijdige ontsluiting*

De landzijdige ontsluiting zal bij een satellietluchthaven via Schiphol gerealiseerd zijn. De toevoer van passagiers en vracht naar Schiphol zal echter wel toenemen als gevolg van de groei van de luchtvaart. De infrastructuur naar Schiphol zal aan deze groei aangepast moeten worden. Bij een overloopluchthaven zal in tegenstelling tot een satellietluchthaven een eigen

landzijdige ontsluiting gerealiseerd moeten worden. Nieuwe infrastructuur zal daardoor gerealiseerd moeten worden. Zie de betreffende TNLI themastudie.

#### *Alternatief ruimtegebruik op een eiland in de Noordzee*

Op een eiland in de Noordzee is de luchthaven mogelijk te combineren met een aantal andere functies, zoals een attractiepark, een jachthaven, kustrecreatie (hotels, strand) en een windmolenpark. Zie de TNLI locatiestudie Noordzee.

#### 4.4.8. Conclusie met betrekking tot ruimtegebruik van de luchthaven

Voor het ruimtebeslag van een luchthaven op de te onderzoeken locaties zal rekening gehouden moeten worden met een aantal. In de volgende alinea's zijn deze aspecten per locatie verwoord.

##### *Flevoland*

De beschikbaarheid van ruimte voor een luchthaven speelt een rol bij de compactheid van het ontwerp van de luchthaven. In Flevoland is de ruimte beperkt, en zal de luchthaven zo compact mogelijk aangelegd moeten worden.

##### *Landaanwinning (Noordzee en Maasvlakte)*

Op de locaties eiland in de Noordzee en Maasvlakte zal er ruimte gecreëerd moeten worden voor een luchthaven door middel van landaanwinning. De kosten voor landaanwinning zijn hoog, maar kunnen gedeeltelijk gecompenseerd worden door de verkoop van grond voor commerciële activiteiten. Landaanwinning in de Noordzee heeft echter effecten op de morfologie en stroming van de Noordzee. Deze effecten kunnen wellicht beperkt blijven door het oppervlak van de landaanwinning zo veel mogelijk te beperken.

In onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de oppervlaktes van de ontwerpen van de verschillende varianten, zoals deze in de volgende hoofdstukken uitgewerkt zijn.

tabel 4.5 Oppervlaktes van de schetsontwerpen

| Luchthaven variant               | maximum aantal passagiers in miljoen | oppervlakte totaal in ha | oppervlak in ha van de ondersteunende faciliteiten (terminals etc.) |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Eiland in de Noordzee            | 70                                   | 4560                     | 1770                                                                |
| Maasvlakte klein                 | 20                                   | 1600                     | 350                                                                 |
| Maasvlakte groot                 | 40                                   | 3100                     | 788                                                                 |
| Maasvlakte eiland                | 40                                   | 3430                     | 1380                                                                |
| Flevoland Oost                   | 40                                   | 2760                     | 1410                                                                |
| Flevoland zuid en Lelystad klein | 20                                   | 930                      | 350                                                                 |
| Flevoland zuid en Lelystad groot | 40                                   | 1860                     | 700                                                                 |

#### 4.5. Zeeweringen

Voor zowel een eiland in de Noordzee als voor de Maasvlakte varianten zijn zeeweringen nodig. In deze paragraaf zal aandacht besteedt worden aan het mogelijke overstromingsrisico van een luchthaven en aan de mogelijke zeewering typen die in de desbetreffende ontwerpen uitgewerkt zullen worden.

| Veiligheidsniveau | MHW (meter + NAP) | significante golthoogte (meter + NAP) |
|-------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 1/10 jaar         | 2,7               | 6,8                                   |
| 1/100 jaar        | 3,5               | 7,6                                   |
| 1/1.000 jaar      | 4,3               | 8,8                                   |
| 1/5.000 jaar      | 4,8               | 8,5                                   |
| 1/10.000 jaar     | 5,1               | 9,1                                   |

#### 4.5.1. Overstromingsrisico

De huidige veiligheidsnormen voor de waterkeringen zijn vastgelegd in de Wet op de Waterkeringen. Deze normen zijn gebaseerd op een beschouwing van de economische schade bij overstroming van centraal Holland. Bij de kustverdediging van Holland is uitgegaan van een kans op overstroming van gemiddeld één keer per tienduizend jaar ( $10^{-4}$ ). Deze grote veiligheid is gekozen omdat het land achter de kustverdediging in Holland beneden NAP ligt. Indien zich een overstroming voordoet zal daardoor de kans op calamiteiten groot zijn. Voor landaanwinning ten behoeve van een luchthaven zijn twee mogelijkheden.

- Poldermodel (land ligt beneden NAP);
- Land opspuiten tot boven NAP.

In het geval van een poldermodel zal het veiligheidsniveau hoog moeten zijn en zal de kans op overstroming van gemiddeld één keer per tienduizend jaar het uitgangspunt moeten zijn.

Bij land opgespoten tot ruim boven NAP, zoals de Maasvlakte die op NAP +5 meter ligt, kan wellicht een lager veiligheidsniveau gekozen worden, gezien de financiële en persoonlijke risico's bij een overstroming.

#### *Risico's van een lager veiligheidsniveau:*

- Persoonlijke risico's: Deze kunnen zich, naar alle waarschijnlijkheid, uitsluitend voor doen in het centrum van het eiland waar de terminals en vliegtuigopstelplaatsen zich bevinden;
- Start- en landingsbanen buiten gebruik als gevolg van wateroverlast: De kans op wateroverlast op de banen (die aan de rand van het eiland liggen) zal zich naar alle waarschijnlijkheid alleen voordoen onder maatgevende, extreme weersomstandigheden. De kans dat onder deze weersomstandigheden de luchthaven niet operationeel is vanwege extreme wind is groot. De operationaliteit zal daardoor alleen beïnvloed worden wanneer de wateroverlast op de banen van langere duur is dan de extreme windomstandigheden. Een optimalisatie zou kunnen zijn om het voorland naar de banen iets omhoog te laten lopen zodat de start- en landingsbanen hoger ( $\pm 0,5$  m) liggen dan NAP +5 meter. Een andere mogelijkheid is om tussen de zeewering en het banenstelsel een keermuur en/of sloot te realiseren;
- Schade aan de zeewering: Bij het ontwerpen voor een lager veiligheidsniveau is de kans groter dat er omstandigheden voorkomen, extremer dan het ontwerpniveau. In dat geval bestaat de kans dat de zeewering bezwijkt en het eiland schade oploopt. In het meest extreme geval verdwijnt een stuk van het eiland in zee. Het banenstelsel ligt echter op enkele honderden meters van de rand van het eiland, zodat de kans dat het banenstelsel schade ondervindt minimaal is. De herstellingswerkzaamheden van het eiland brengen echter wel kosten met zich mee en dienen in korte tijd te gebeuren;
- Beleving van passagiers: Passagiers zullen op een eiland met een lager veiligheidsniveau wellicht een onbehaaglijk gevoel krijgen.

Het eiland in de Noordzee of landaanwinning aan de Maasvlakte kan voor wat betreft de gewenste veiligheid in twee delen gesplitst worden. Ten eerste de start- en landingsbanen,

inclusief de taxibanen, en ten tweede de gebouwen (onder andere terminals) en vliegtuigopstelplaatsen in het centrum van het eiland.

*Start- en landingsbanen, inclusief taxibanen:*

Het veiligheidsniveau voor de start- en landingsbanen kan lager gekozen worden dan 1 maal per 10.000 jaar. De risico's zijn beperkt tot materiële en economische schade. Het veiligheidsniveau en daarmee de hoogte van het eiland kan een optimalisatie zijn tussen de kosten voor aanleg van het eiland en de zeeweringen aan de ene kant en de kosten voor onderhoud en reparatie aan de andere kant.

*Terminals en vliegtuigopstelplaatsen:*

Voor de terminals en vliegtuigopstelplaatsen, gesitueerd centraal op het eiland, is het onacceptabel dat deze bedreiging ondervinden als gevolg van het lagere veiligheidsniveau. In dit geval speelt het risico voor mensenlevens wel een rol. Het veiligheidsniveau voor dit gedeelte van het eiland zal dus hoger moeten zijn dan voor het banenstelsel. Mogelijkheden hiervoor zijn:

- Het centrum van het eiland kan op een hoger niveau aangelegd worden dan het daaromheen liggende banenstelsel;
- Het centrum van het eiland kan verdedigd worden door middel van een extra kering in de vorm van bijvoorbeeld een muur;
- De kans dat golven die over de zeewering het eiland opkomen tot het centrum van het eiland en dus tot de terminals en vliegtuigopstelplaatsen komen is verwaarloosbaar indien het niveau van het eiland hoog genoeg is. Dit zal in deze paragraaf nog verder toegelicht worden.

#### 4.5.2. Ontwerp van de zeeweringen

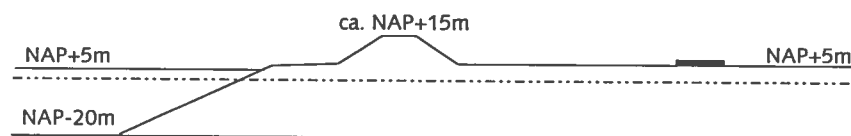
Voor het ontwerp van een eiland, opgespoten tot ruim boven NAP, zullen in het licht van de vorige paragraaf twee veiligheidsniveau's onderzocht worden.

Ten eerste zal een traditioneel veiligheidsniveau uitgewerkt worden van 1:5.000 (vergelijkbaar met het ontwerp van Maasvlakte 2), behorend bij een landaanwinning met een maaiveld boven NAP.

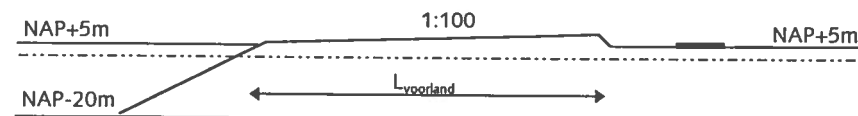
Ten tweede zal een veiligheidsniveau van 1:100 uitgewerkt worden, waarbij dus toegestaan wordt dat 1 keer in de 100 jaar de aan de rand gelegen banen (deels) onderlopen. Voor de levensduur van start- en landingsbanen wordt over het algemeen 100 jaar aangehouden.

Deze twee veiligheidsniveau's zullen uitgewerkt worden in twee typen constructies.

figuur 4.6 Traditionele zeewering



figuur 4.7 Voorland oplossing



### **Traditionele constructie**

Ten eerste een traditionele constructie. Hierbij wordt een eiland of een landaanwinning aan de Maasvlakte met zand opgespoten tot een niveau van ongeveer 5 meter boven NAP. De zeewering zal bestaan uit een traditioneel dijkprofiel met een kruin tot maximaal 15 meter boven NAP.

Er zal daarbij een optimalisatie plaatsvinden voor wat betreft type en zwaarte van de bekleding van de constructie en de hellingen van de constructie.

Het gekozen niveau van het eiland is gebaseerd op de resultaten van het project Tweede Maasvlakte. Hier is weliswaar in de toekomst nog een optimalisatie mogelijk (variatie orde enkele meters). Deze optimalisatie levert enerzijds zo'n kleine 300 miljoen gulden per meter daling op (gebaseerd op een eiland van 36 km<sup>2</sup> en een zandprijs van f8,- per m<sup>3</sup> opspuiten boven NAP), maar kost anderzijds extra in verband met waterafdichtings- en drainagemaatregelen. De netto kosten die optimalisatie van dit niveau oplevert liggen dus hooguit in de orde van een paar honderd miljoen gulden. Daarom zal deze optimalisatie nog niet tijdens deze schetsontwerpfase plaatsvinden.

### **Voorland oplossing**

Ten tweede zal een meer innovatieve oplossing uitgewerkt worden, de zogenaamde 'voorland oplossing'. Bij de voorlandoplossing wordt een eiland of een landaanwinning aan de Maasvlakte opgespoten tot een niveau van ongeveer 5 meter boven NAP. Er wordt geen traditioneel dijkprofiel aangelegd, maar een oeverbekleding die verder landinwaarts wordt doorgezet. De filosofie achter deze constructie is dat de afstand van de rand van het eiland tot het banenstelsel zodanig groot is dat eventuele golven die over de dijkbekleding het eiland opkomen niet tot het banenstelsel zullen doordringen. Een constructie zonder traditioneel dijkprofiel kan voordelen op het gebied van ruimte, zichtbaarheid, ecologie en kosten opleveren.

Er wordt verwacht dat dit type zeewering misschien wel eens goedkoper kan zijn dan de traditionele zeewering aangezien er geen dijk hoeft te worden aangelegd. De bekleding moet echter wel verder door worden gezet op het eiland omdat de golven bij storm omstandigheden verder het eiland oplopen. Deze oplossing wordt verder uitgewerkt, waarbij zowel het type, de zwaarte en de lengte van de bekleding worden bekeken, als de mate waarin de golven bij storm omstandigheden het eiland oplopen.

Het niveau van het eiland (NAP +5 meter) kan niet omlaag, omdat dan bij extreme waterstand (1:5.000 jaar) het eiland onder water kan lopen.

De twee locaties Maasvlakte en Noordzee liggen beide in de Noordzee. Door verschillende effecten die afhankelijk zijn van de afstand van de kust, kunnen echter bij de Noordzee-locatie hogere golven optreden dan bij de Maasvlakte. Hiertegenover staat echter dat, door het hogere getij en opwaaiing aan de kust, de hoogst voorkomende waterstand bij de Maasvlakte hoger zal zijn. In het ontwerp van de zeeweringen is voor het eiland in de Noordzee en voor de Maasvlakte rekening gehouden met de zware condities op de locatie van een eiland in de Noordzee.

Een verdere uitwerking van deze twee zeewering constructies wordt gegeven in paragraaf 5.4, Zeeweringen voor een eiland in de Noordzee.

### **Optimalisatie van de hoogte van het eiland**

Uit ontwerpstudies voor de Maasvlakte 2 is naar voren gekomen dat een hoogte van het eiland rond NAP+5m de meest optimale is. In dit vooronderzoek naar de aanleg van een eiland voor een luchthaven is voorlopig deze waarde aangehouden. In een latere fase kan dit geoptimaliseerd worden.

Uit optimalisatie-studies ten bate van Maasvlakte 2 blijkt dat een hoogte tussen NAP+5m en NAP+6m inderdaad de meest optimale is. Voorlopig lijkt de keuze van een hoogte van NAP+5m daarom gerechtvaardigd. In een later stadium kan ook voor een luchthaven in zee een optimalisatie-studie worden uitgevoerd.

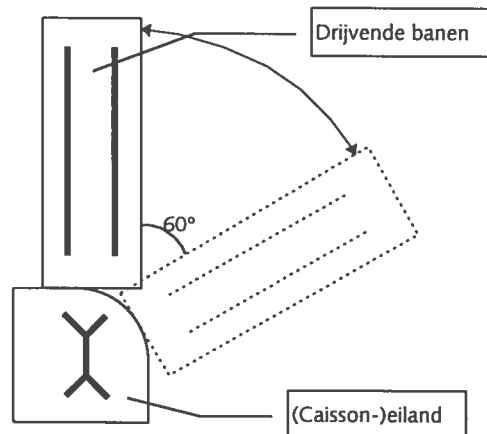
#### 4.5.3. Alternatieve oplossingen

Naast de twee hierboven genoemde constructies is tevens een quick scan uitgevoerd naar een drietal alternatieve constructies voor landaanwinning. Uit deze quick scan en overleg met deskundigen op het gebied van de waterbouwkunde (zie bijlage deskundigensessie) [25] bleek dat deze alternatieve ontwerpen naar alle waarschijnlijkheid geen goed alternatief vormen voor het ontwerp van een luchthaven in zee. Er is daarom voor gekozen om deze alternatieve constructies niet verder uit te werken. In deze paragraaf worden deze constructies echter wel kort besproken om een beeld te geven van de resultaten van de quick scan.

##### **Drijvende constructie**

Hoewel er nog weinig landaanwinningen in de vorm van een drijvend eiland daadwerkelijk zijn uitgevoerd, zijn er echter wel uitgebreide studies gedaan naar drijvende eilanden voor stadsuitbreiding in Japan. Daarnaast zijn enkele kleinere drijvende eilanden uitgevoerd, bijvoorbeeld een oliekraker die van haven naar haven kan worden versleept. In de voorfase van het ontwerp van een luchthaven in de Noordzee is ook gekeken naar de mogelijkheid om een eiland in zee aan te leggen, met daaraan vast drijvende landingsbanen. Deze landingsbanen zouden zodanig geconstrueerd kunnen worden dat het mogelijk is om deze banen te draaien ten opzichte van het eiland, afhankelijk van de windrichting. Op het eiland kunnen dan de terminals en vliegtuigopstelplaatsen gecreëerd worden.

figuur 4.8 Drijvende constructie



##### *Voordelen van deze constructie:*

- De aanleg van dwarswindbanen is overbodig in deze constructie, omdat de banen afhankelijk van de windrichting gedraaid kunnen worden. Hierdoor wordt een relatief klein oppervlak gebruikt voor de luchthaven;
- Eventueel een kortere aanleg periode dan wanneer een volledig eiland aangelegd zal worden.

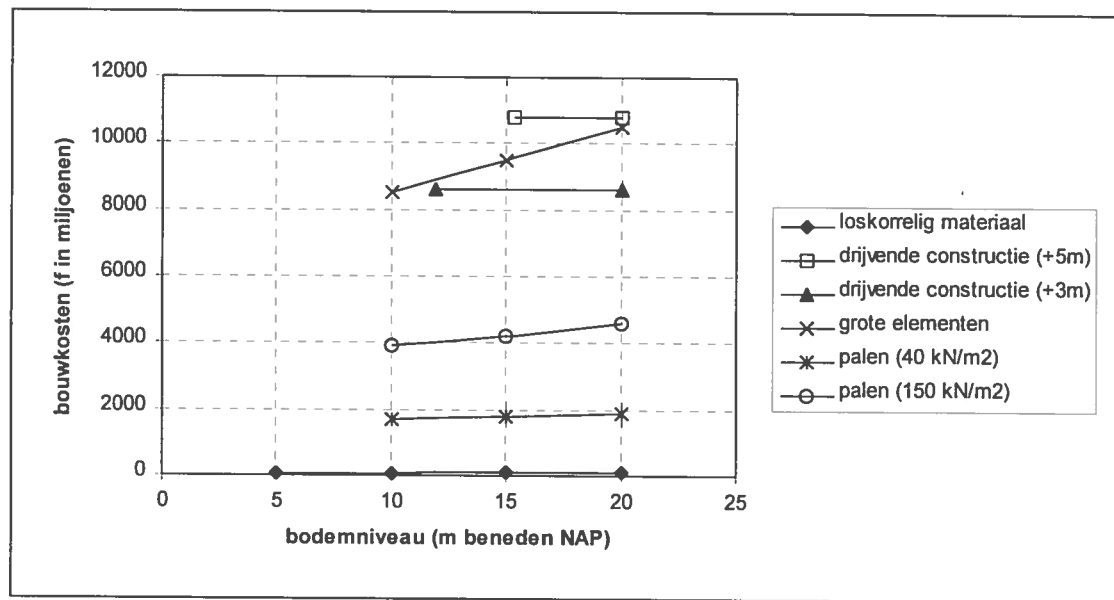
##### *Nadelen van deze constructie:*

- Het draaien van de banen kost tijd en energie;
- Geen gecombineerd baangebruik mogelijk omdat er geen dwarswindbanen aanwezig zijn;
- Hoge kosten voor de drijvende constructie;
- Bij problemen met het draaien van de baan, zal de luchthaven buiten gebruik zijn, kortom er zijn geen uitwijkmogelijkheden.

Het grootste nadeel van deze constructie zijn de hoge kosten voor de aanleg. Uit het rapport Bouwstenen voor Maasvlakte 2 [1] blijkt dat opspuiten bij een waterdiepte van 20 meter, ongeveer 100 miljoen gulden per km<sup>2</sup> kost (zie figuur 4.9). Een drijvende betonnen construc-

ue, volgens de bouwstenen aanzienlijk goedkoper dan een drijvende stalen constructie, kost volgens dezelfde figuur 11 miljard gulden per km<sup>2</sup> (ruim 100 keer zo veel!). De bovenbelasting bij een vliegveld (schatting: maximaal 4 kN/m<sup>2</sup>) is echter substantieel minder dan bij een haventerrein (maximaal 40 kN/m<sup>2</sup>). Uit een globale berekening blijkt dat de kosten van een drijvende vliegveldconstructie gehalveerd kunnen worden ten opzichte van een drijvende haventerrein constructie. Als ook nog eens gerekend wordt met een besparing van oppervlak (met naar schatting een factor 4) door de banen draaibaar te maken en de ruimte tussen de banen deels 'open te laten', blijkt de drijvende constructie altijd nog ruim een factor 10 duurder te zijn.

figuur 4.9      Overzicht aanlegkosten voor de verschillende alternatieven (in miljoen gulden). Bron: Bouwstenen "Terrein, Zeewering en Golfbreker" voor Maasvlakte 2, juli 1997

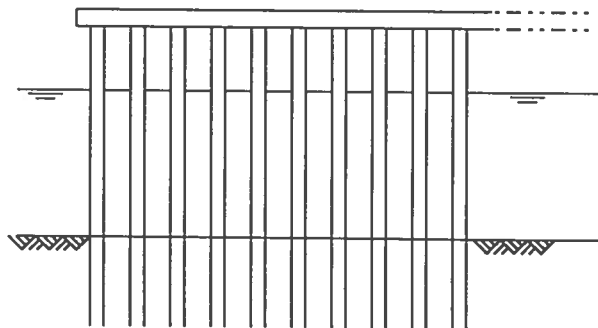


#### Banenstelsel gebouwd op palen

In de voorontwerp fase is gekeken naar het ontwerp van een luchthaven waarbij de start- en landingsbanen geconstrueerd zijn op palen. De terminal wordt aangelegd op een eiland waaromheen de landingsbanen op palen gesitueerd zijn.

figuur 4.10      Banenstelsel op palen

Dek op palen



project . Tevens trekt een kunstmatig duin veel vogels aan, wat ongewenst is in het kader van de vogelproblematiek rond luchthavens. Tenslotte zal deze oplossing misschien voor een nabij gelegen (Euro/IJ)geul extra aanzandingskans veroorzaken. Om de hierboven genoemde redenen wordt ook afgezien van het uitwerken van een ontwerp met een kunstmatig duin.

#### 4.6. Geotechniek

##### 4.6.1. Doelstelling van de geotechnische studie

Het doel van de geotechnische studie is in eerste instantie inzicht te verschaffen in de (on)geschiktheid van de ondergrond (bodem) voor de aanleg van een vliegveld op basis van beschikbare gegevens. Een gedetailleerd geotechnisch onderzoek is daarbij niet uitgevoerd.

De doelstelling van het geotechnisch onderzoek is opgebouwd uit de onderstaande aspecten:

- inzicht in de mogelijkheden voor bouwrijp maken van de terreinen ter plaatse van de start- en landingsbanen;
- inzicht in de zettingen en zettingsverschillen die ter plaatse van de start- en landingsbanen zullen optreden ten gevolge van het bouwrijp maken;
- inzicht in de tijdsduur van vertragingen die ingecalculeerd moeten worden in verband met het bouwrijp maken van de terreinen.

##### 4.6.2. Uitgangspunten en randvoorwaarden

Uitgangspunt voor een geotechnische studie is de geologie van een gebied. Het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO is gevraagd de voorhanden zijnde geologische gegevens van de geselecteerde locaties te rapporteren [30] en [17].

Aangezien er geen informatie beschikbaar is over de belastingverhoging die ten gevolge van de aanleg van het vliegveld op de grondslag zal worden aangebracht, is aangenomen dat deze belastingverhoging 50kN/m<sup>2</sup> bedraagt.

Bij de Rijksluchtvaartdienst (RLD) is informatie ingewonnen in verband met de randvoorwaarden die aan start-/landingsbanen gesteld worden [4].

Uit deze informatie is gebleken dat de randvoorwaarden sterk afhangen van vliegtuigtype, beladingsgraad, flapsetting en meteorologische omstandigheden. De maximaal toelaatbare zettingsverschillen over een bepaalde afstand zijn in orde van grootte enkele millimeters. In dit stadium van de geotechnische studie kan deze nauwkeurigheid niet gehaald worden. Er is uitgegaan van maximaal toelaatbare zettingsverschillen van circa 20 centimeter.

##### 4.6.3. Algemene aspecten geotechniek

De ontvangen geologische gegevens zijn geotechnisch geïnterpreteerd met betrekking tot de deformatie gevoeligheid van de grondlagen en de variatie van de grootte van de deformaties over het terrein. Vervolgens zijn reële mogelijkheden genoemd ter verbetering van de ondergrond. De in dit stadium meest voor de hand liggende grondverbetering is voorgesteld, waarbij tevens de consequenties hiervan worden aangegeven.

De in dit onderzoek, onderzochte bodems behoren tot de geologische formatie van het Holocene. Dit Holocene pakket bestaat ruwweg uit sterk samendrukbare klei- en veenlagen en uit weinig samendrukbare zandlagen en heeft in noord/west Nederland een grote dikte (meer dan 10 m) naar het zuid-oosten uitwiggend naar geringe dikte. Plaatselijk ontbreekt dit pakket.

het direct onder het Holoceen gelegen Pleistoceen bestaat voornamelijk uit zandlagen, waarin sterk samengedrukte kleilagen kunnen voorkomen. Aangenomen mag worden, dat de samendrukking van het Pleistocene pakket klein zal zijn en bovendien nauwelijks in grootte over het relevante oppervlak zal variëren.

Bij het beschouwen van de drie locaties zal de eventueel benodigde grondverbetering voornamelijk betrekking hebben op de Holocene lagen. In algemene zin kan gesteld worden dat grondverbetering gerealiseerd kan worden door de Holocene lagen te verwijderen, geforceerd samen te drukken of een combinatie van beide methoden. Ook zijn er systemen om de grond stijver te maken. Aangezien deze systemen nog in onderzoek zijn in het kader van de aanleg van de Hoge Snelheids Lijn en bovendien de belastingen op landingsbanen aanzienlijk extremer zullen zijn dan die van de HSL, worden in deze richting geen oplossingen aangedragen.

#### **4.7. Stroming en morfologie**

##### **4.7.1. Inleiding**

De bodem van de Noordzee, het fundament van ons land, bestaat grotendeels uit zand. Het strand en de vooroever zijn van groot belangrijk voor de duurzame veiligheid van Nederland. Het strand en de vooroever zijn echter aan sedimentatie en erosie onderhevig. Op bepaalde plaatsen neemt het zandvolume toe (sedimentatie), op andere plaatsen juist af (erosie). Gemiddeld neemt het totale zandvolume van het strand en de vooroever af. Jaarlijks wordt daarom 6 tot 8 miljoen m<sup>3</sup> zand gesuppleerd om dit verlies aan te vullen, conform het beleid 'Handhaven kustlijn, 1990'. De grootste zandverliezen vinden plaats op dieper water en op de buitendelta's van de Waddenzee. Aanzanding vindt onder andere plaats rondom de havenhoofden van IJmuiden. Uitvoering van kustplannen kan leiden tot een verandering van de erosie- en sedimentatiepatronen voor de huidige kust. Het is daarom van belang onderzoek uit te voeren naar de mogelijke lange termijn effecten van kustplannen op de morfologie en stroming van de Nederlandse kust [25].

In het kader van TNLI wordt in de werkgroep morfologie onderzoek gedaan naar de te stellen voorwaarden aan en de mogelijke effecten van een eiland in de Noordzee of landaanwinning bij de Maasvlakte. In deze paragraaf wordt kort aangegeven met welke aspecten en/of effecten rekening gehouden moet worden bij het ontwerp van een luchthaven.

##### **4.7.2. Overwegingen voor het ontwerp vanuit het oogpunt van de morfologie**

Elk ontwerp van een luchthaven in de Noordzee (Maasvlakte of eiland in de Noordzee) heeft grootschalige en onomkeerbare effecten op het Noordzee- en kuststelsel, zowel door de aanwezigheid van de luchthaven in de Noordzee als door de winning van zand voor de aanleg van de luchthaven. De omvang van deze effecten en de locatie waar deze effecten plaatsvinden worden voornamelijk bepaald en gestuurd door de veranderingen in de getijstroom en in de golfbewegingen. De veranderingen in de getijstroom en in de golfbewegingen zijn beïnvloedbaar door de volgende aspecten in het ontwerp:

- Afmetingen van de landaanwinning (breedte; lengte);
- Afstand tot de kust;
- Vorm van de landaanwinning (gestroomlijnd bij vloed/ gestroomlijnd bij eb/ blokkerend);
- Richting ten opzichte van de Nederlandse kust (loodrecht/ evenwijdig);
- Ontwerp van de zeewering (harde of zachte verdediging).

Uit de bovenstaande aspecten kunnen de volgende ontwerpoverwegingen gestedilleerd worden:

#### *Voordelen van de constructie:*

Door de constructie op palen hebben het eiland en de start- en landingsbanen minder te maken met golfslag, waardoor wellicht de saltspray gereduceerd kan worden. De golven lopen als het ware onder de banen door. De banen op palen bieden tevens bescherming aan het centrale terminal-eiland.

#### *Nadelen van de constructie:*

Ook bij dit ontwerp zijn de hoge kosten voor de constructie van doorslaggevende aard geweest. Uit de Bouwstenen voor de Maasvlakte [1] blijkt dat een constructie op palen 2 miljard gulden per  $\text{km}^2$  kost (zie figuur 4.9). Aangezien de bovenbelasting voor een vliegveld (schatting: maximaal  $4 \text{ kN/m}^2$ ) veel minder is dan voor haventerrein (maximaal  $40 \text{ kN/m}^2$ ) komen deze kosten voor een vliegveld ongeveer op de helft uit.

De oppervlakte kan wat verminderd worden omdat een deel van de ruimte tussen de banen 'open kan worden gelaten'. Indien aangenomen wordt dat de oppervlakte met een factor 2 kan worden verminderd, dan komt een constructie op palen altijd nog een factor 5 duurder uit dan een opgespoten eiland. De kosten bedragen orde 500 miljoen gulden per  $\text{km}^2$ . Het voordeel van een constructie op palen is overigens wel dat er geen zeeweringen gebouwd hoeven te worden omdat de golven er onderdoor lopen.

Ter vergelijking de volgende berekening:

Een opgespoten eiland van  $36 \text{ km}^2$  (6 bij 6 km) kost 3,6 miljard gulden aan opspuitkosten ( $36 \text{ km}^2$  voor 100 miljoen per  $\text{km}^2$ ) en 2,4 miljard gulden aan zeeweringskosten (24 km van gemiddeld 100 miljoen per km). De totale kosten komen daarmee op 6 miljard gulden. Een eiland op palen, waarvan het oppervlak tot  $18 \text{ km}^2$  gehalveerd kan worden door ruimte open te laten, kost dan 9 miljard gulden ( $18 \text{ km}^2$  voor 500 miljoen per  $\text{km}^2$ ).

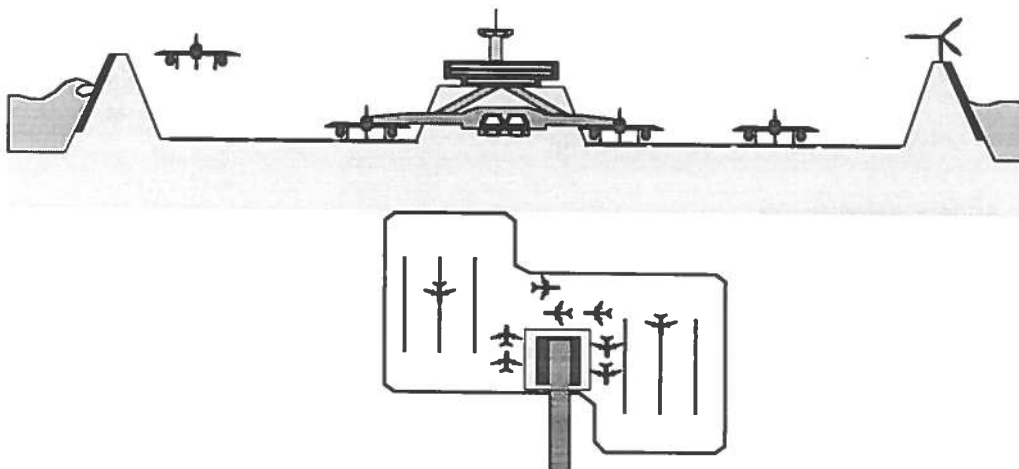
Uit bovenstaande beschouwing blijkt dat het bij een gedetailleerdere uitwerking van een vliegveld in zee best interessant kan zijn om onderdelen, bijvoorbeeld uitstekende banen, op een constructie op palen door te rekenen. In deze fase van het project lijkt daar echter niet veel winst uit te halen. Daarom wordt hier volstaan met een aanbeveling om dit constructietype in een vervolgfase nog eens beter te bekijken. Tevens kan dan bekeken worden of het eerst opspuiten tot bijvoorbeeld 10 meter - NAP, waardoor de palen verkort kunnen worden, nog een kostenbesparing geeft.

Tenslotte wordt gewezen op de onwenselijkheid van uitstekende banen in verband met overvliegende vogels (zie paragraaf 4.8).

#### **Poldermodel**

Een luchthaven kan wellicht ook beneden NAP aangelegd worden. In het uiterste geval zelfs op de bodem van de Noordzee.

figuur 4.11 Poldermodel



Voordelen van een polderoplossing zijn het geringere zandverbruik uit de Noordzee en een geringere horizonvervuiling omdat de hoge gebouwen dieper liggen.

In het ontwerp van de Tweede Maasvlakte is de poldervariant afgefallen en heeft men uiteindelijk gekozen voor het opspuiten tot zo'n 5 meter + NAP. Uit een Maasvlakte notitie van december 1997 [8] blijkt dat met name de inundatierisico's, het imago bij buitenlandse bedrijven die zich er willen vestigen, het opzetten van een aparte waterbeheersingsorganisatie en het eeuwigdurende energieverbruik (pompen) nadelen zijn. Ook wordt aangegeven dat vanwege de energie- en beheerskosten de polderoplossing kostentechnisch gezien niet voordelig uitvalt.

Een nadeel wat speciaal voor een poldervliegveld geldt is het benodigde extra oppervlak. De vliegtuigen stijgen namelijk onder een hoek van minimaal 2% (zie figuur 4.5) op, zodat de afstand tussen het einde van de banen en de kruin van de zeewering voldoende groot moet zijn. In recent afstudeeronderzoek [15] wordt aangegeven dat een poldervliegveld in zee kostentechnisch gelijkwaardig is aan een vliegveld op een opgespoten eiland. Er wordt daar gekozen voor een vliegveld op de zeebodem zonder bodemafdichtende maatregelen. Met name de doorlatendheid van de ondergrond is dan een cruciale factor. Als deze doorlatendheid groter wordt dan moet er meer water weggepompt worden, waardoor de exploitatiekosten snel toenemen.

Het Waterloopkundig Laboratorium [3] beschouwt een poldervariant waarbij de bodem waterdicht gemaakt wordt met een kleibekleding. Zij berekenen dat een variant van een ondiepe polder (enkele meters onder gemiddeld zeeniveau) misschien wel iets goedkoper zou kunnen zijn. Ze gaan overigens verder met een vliegveld op een opgespoten eiland.

Ter illustratie worden hieronder de kosten van een polder op de zeebodem (20 meter - NAP) en de kosten van een polder op 10 meter - NAP vergeleken met de kosten van het opspuiten van een eiland tot 5 meter + NAP.

tabel 4.7      Vergelijking opgespoten eiland en poldermodel

|                                  | Opgespoten eiland                              | Poldermodel                                                     |
|----------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Oppervlak v.d. luchthaven</b> | 36 km <sup>2</sup>                             | 72 km <sup>2</sup> (2x zoveel!! als gevolg van 2% stijghelling) |
| <b>Lengte van de zeeweringen</b> | 24 km                                          | 34 km                                                           |
| <b>Kosten van de zeeweringen</b> | 2,4 miljard (24 km x 100 miljoen)              | 5,1 miljard (34 km x 150 miljoen)                               |
| <b>Kosten van opspuiten</b>      | 3,6 miljard (36 km <sup>2</sup> x 100 miljoen) | niet van toepassing                                             |
| <b>Kosten waterafdicthting</b>   | niet van toepassing                            | onbekend                                                        |
| <b>Kosten totaal</b>             | <b>6,0 miljard</b>                             | <b>5,1 miljard, exclusief afdicthting!!</b>                     |

In het geval van het poldermodel is dan slechts 1 miljard gulden 'over' om de waterafdicthting te regelen en de eeuwigdurende pompkosten te betalen. Dit is kostentechnisch niet aantrekkelijker.

De bijkomende nadelen van een polder zijn erg groot. Onder andere de morfologische effecten van een groter eiland, het inundatierisico, de afname van de vliegveiligheid, de toename van het onveiligheidsgevoel van de mensen en de slechte uitbreidbaarheid dienen zeker genoemd te worden. Omdat ook het kostenaspect waarschijnlijk negatief uitvalt wordt de poldervariant niet verder uitgewerkt.

#### Andere oplossingen

Andere oplossingen die tijdens de ontwerpfase niet als kansrijk naar voren zijn gekomen (zoals onder andere caissons) worden te duur geacht op basis van de Maasvlakte uitwerkingen [1]. Uit de Bouwstenen van de Maasvlakte blijkt verder dat voor een ontwerp met een kunstmatig duin (bij een waterdiepte van 20 meter) de kosten in dezelfde orde van grootte liggen als voor een traditionele zeewering. Echter, het door erosie benodigde onderhoud (suppletie) geeft veel grotere onzekerheden in onderhoudskosten. Zeker naarmate het vliegveld verder in zee ligt. Het is niet mogelijk om van deze kosten een inschatting te geven in deze fase van het

- Hoe breder de landaanwinning, hoe groter de effecten op de getijstroom;
- Een grotere variant heeft een grotere afschermende werking (golven) voor de huidige kust. De afschermende werking wordt bepaald door de maximale afmetingen van het eiland, loodrecht op de golfrichting. Deze kan dus variëren per golfrichting. Tevens heeft de afstand van een eiland tot de kust invloed op de golfbewegingen langs de kust;
- Een ver uit de kust gelegen variant heeft minder invloed op de kust;
- Meer gestroomlijnd betekent een rustiger stroompatroon met minder morfologische effecten;
- Een sterkere beïnvloeding van getij en golven betekent een grotere invloed op morfologie en ecologie.

Bij landaanwinning in de Noordzee ten behoeve van een luchthaven (Maasvlakte varianten en eiland in de Noordzee) zal tevens met de volgende overwegingen rekening gehouden moeten worden.

- De toegangsgeul tot de havens van Rotterdam, de Eurogeul, is een obstakel voor het langstransport van sediment langs de Nederlandse kust (netto noordwaarts transport). In de Eurogeul vindt sedimentatie plaats, waardoor deze sedimenten niet ten goede komen aan de kust ten noorden van de Eurogeul. Het aanleggen van een luchthaven op of bij de Maasvlakte zal wellicht slechts een geringe verergering van de onderbreking van het langstransport veroorzaken.
- De 'kustrivier' waarin met name sediment en slib langs de Nederlandse kust vervoerd wordt is tussen de 10 en 15 km breed. Landaanwinning bij de Maasvlakte en een eiland voor de Maasvlakte, dwingen deze kustrivier verder 'uit de kust'. Het gevolg hiervan is dat mogelijk minder slib de Waddenzee zal bereiken. De effecten van deze verminderde slibtoevoer op het ecosysteem van de Waddenzee zijn nog niet bekend. Mogelijk kunnen de effecten op het slibtransport langs de Nederlandse kust worden beperkt door het eiland zo zuidelijk en zover mogelijk uit de kust aan te leggen;
- Een eiland in de Noordzee op enkele km's van de Maasvlakte zal een enorme toename van de stroming tussen de Maasvlakte en het eiland veroorzaken, met mogelijk erosie tot gevolg. Sluiten van het gat tussen de Maasvlakte en het eiland is vanuit hydraulisch oogpunt dan waarschijnlijk beter.
- De afstand tot een geul (Eurogeul of IJgeul) dient enige km's te bedragen om te voorkomen dat de geul dichtslibt door locale morfologische effecten rond het eiland/de landaanwinning.
- De invloed van landaanwinning bij de Maasvlakte ten behoeven van een vliegveld kan ongewenst effecten hebben op de stroming bij de ingang van de Rotterdamse haven.

#### **4.8. Vogelproblematiek**

##### **4.8.1. Inleiding**

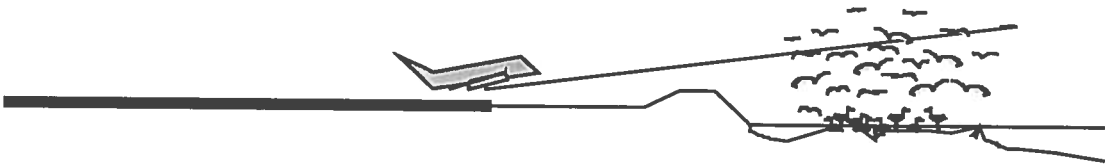
Vogels vormen een belangrijk risico voor de veiligheid van het luchtverkeer. Geschat wordt dat op 10.000 vliegtuigbewegingen vijf aanvaringen met vogels plaatsvinden. Een op de tien aanvaringen leidt tot schade. In de civiele luchtvaart veroorzaakt naar schatting een op de 10.000 aanvaringen neerstorten van het vliegtuig. Vogelaanvaringen vinden voor 90% op en om de vliegvelden plaats, op een hoogte lager dan 200 meter. *Bird control* maatregelen, zoals deze op luchthavens worden toegepast (verjaagtechnieken), reduceren het risico van aanvaringen tot een derde.

In luchtvaartstatistieken worden aanvaringen met vogels vermoedelijk onderschat. Op veel luchthavens worden incidenten met vogels niet gerapporteerd en in veel gevallen wordt een incident toegewezen aan technische mankementen of menselijk handelen, terwijl aannemelijk is dat vogels vaak onderdeel van de keten van oorzaken uitmaken.

Nederland is een bijzonder vogelrijk land. De risico's op aanvaringen is op Nederlandse luchthavens groter dan elders in continentaal Europa. In de luchtvaartwereld wordt het westelijk deel van Nederland om die reden aangemerkt als *heavy risk zone* en oost Nederland als *medium risk zone*.

In deze paragraaf wordt, op basis van kennis van het gedrag van vogels en van hun vliegbewegingen over land en over zee, aangegeven waar in de Noordzee, bij de Maasvlakte en in Flevoland het risico op aanvaringen van vliegtuigen met vogels vermoedelijk het minst groot is en hoe dit risico door middel van het ontwerp van de luchthaven te beperken is. De aard van de vliegbewegingen van vogels worden, evenals de oorzaken van de vogelrijkdom van Nederland, toegelicht in bijlage vogelproblematiek. Deze paragraaf is in grote mate gebaseerd op de kennis en ervaring die aanwezig is in de TNLI-werkgroep Vogelonderzoek. De onderzoeksresultaten van deze werkgroep zijn vastgelegd in het rapport *Vogels en luchtvaart. Een onderzoek naar aanvaringsrisico's tussen vogels en vliegtuigen en effecten van een nieuwe luchthaven op vogels* (H.C. Branderhorst & H.P.M. Schobben, 1998) [27] en [23]

figuur 4.12 Vogelproblematiek in de luchtvaart



#### 4.8.2. Vogels en luchthavenlocaties

In deze paragraaf wordt een inschatting gemaakt van de aard van het te verwachten vogelprobleem op luchthavens op de drie te onderzoeken locaties, eiland in de Noordzee, Maasvlakte en Flevoland, en de wijze waarop het risico (door locatiekeuze, ontwerp en/of inrichting/beheer) beperkt zou kunnen worden. De omgeving van de Maasvlakte is aanmerkelijk vogelrijker dan de locatie Noordzee door de nabijheid van grote kolonies meeuwen en Aalscholvers en de monding van het Haringvliet, wat (potentieel) een vogelrijk getijdegebied is. In de aard van de vogelrisico's en de mogelijkheden hierop te anticiperen zijn de locaties Noordzee en Maasvlakte (met name een eiland voor de Maasvlakte) in grote mate vergelijkbaar. Om deze reden worden beide locaties hieronder tezamen genomen.

##### Noordzee en Maasvlakte

Een luchthaven in de Noordzee zal op diverse manieren met vogels te maken krijgen:

- de luchthaven is aantrekkelijk als broed- en rustgebied voor met name meeuwen en sterns,
- de zee aan de luwe zijde van de luchthaven is aantrekkelijk voor rustende zeevogels, zoals meeuwen, zee-eenden en eidereenden,
- de luchthaven is gelegen op drukke vogeltrekroutes en zal daardoor geconfronteerd worden met *falls*,
- meeuwen zullen gebruik maken van de opstijgende luchtstroom die bij de dijken rondom het eiland zal optreden,
- tijdens storm en zware regen zal het eiland een geschikte uitwijkplaats zijn voor meeuwen.

##### Broedgebied

Eerder is beschreven dat in de kustzone een gebrek is aan broedgebieden voor vogels die op de Noordzee, maar ook op het vaste land, voedsel zoeken. Vogelsoorten zoals de Zilvermeeuw en Kleine mantelmeeuw zijn weinig kritisch ten aanzien van het broedgebied. Bij gebrek aan beter broeden deze vogels op braakliggende terreinen en platte daken. De

grootste meeuwenkolonie in Nederland bevindt zich bijvoorbeeld op de Maasvlakte en telt 24.000 paar Zilver- en Kleine mantelmeeuwen.

Voor deze vogels zal een luchthaven in zee of bij de Maasvlakte aantrekkelijk zijn als nieuw broedgebied. Ook voor sterns kan een luchthaven aantrekkelijk zijn, vooral in de aanlegfase. Van belang is om de vestiging van deze vogels op een dergelijke luchthaven zoveel mogelijk te voorkomen.

Keuze voor exacte locatie of het ontwerp van het vliegveld lijken geen invloed te kunnen hebben op de aantrekkelijkheid als broedgebied. Aangrijpingspunten voor inrichting en beheer zijn:

- het actief bestrijden van meeuwen en sterns die broedpogingen ondernemen,
- het beperken van het oppervlak open terrein op de luchthaven,
- het open terrein op de luchthaven door beplanting en/of bestrating zoveel mogelijk ongeschikt maken als broedgebied,
- gebouwen zo weinig mogelijk voorzien van platte daken en de aanwezige platte daken voor de meeuwen onbereikbaar maken.

Bestrijdingsmethodieken zijn het meest succesvol als de verjaagde vogels in de nabijheid een geschikt gebied hebben waar ze met rust gelaten worden. Tegen deze achtergrond zijn aparte eilanden gesuggereerd die, voor de veiligheid van het luchtverkeer, op een afstand van tenminste 5½ km van de luchthaven aangebracht moeten worden (de eis van 5½ km komt voort uit de Luchtvaartwet). Deze oplossing lijkt om een aantal redenen weinig kans van slagen te hebben:

- de nabijheid van de eilanden is vermoedelijk onvoldoende om daadwerkelijk als alternatief voor de vogels te kunnen fungeren,
- het tekort aan broedgebieden langs de kust, die niet door recreatie of vossen verstoord worden, is dusdanig groot dat zowel de lokeilanden als de luchthaven vogels zullen aantrekken. Aannemelijk is dat lokeilanden een grotere vogelbevolking aantrekken dan alleen een luchthaveneiland, met alle veiligheidsrisico's van dien,
- het principe zou kunnen werken als het luchthaveneiland klein van formaat zou zijn en uit niet veel meer dan start- en landingsbanen zou bestaan. Het beste zou dit werken in combinatie met grotere lokeilanden. Bij een groot luchthaveneiland zullen de vogels, ongeacht de nabijheid van alternatieven, zeker geschikte broedplekken vinden en innemen.

#### *Luwe zijde*

Een eiland in zee heeft tenminste één luwe zijde, die aantrekkelijk zal zijn voor meeuwen, zwarte zee-eenden en eidereenden. Het risico bestaat dat vogels tussen zee en rustplaats de startbanen zullen kruisen. Dit risico gaat vermoedelijk eerder voor meeuwen op dan voor eenden. Eenden vliegen gewoonlijk laag over zee. Afhankelijk van de vorm van het eiland en de afstand van het eiland tot de kust is het denkbaar dat de luwe plekken geleidelijk zullen verondiepen. Vanaf een diepte van 10 meter en minder is het gebied in principe geschikt als voedselgebied voor zee-eenden.

Het oppervlak aan luwe gebieden rond een eiland kan worden beperkt door zoveel mogelijk van de contour regelmatig aan wind bloot te stellen. Aangezien wind overwegend uit zee komt (tussen NW en ZW) betekent dit dat een driehoekig model met de punt naar het oosten gewend relatief gunstig is. De neiging van vogels om de luwe zijde van een dijk op te zoeken is tevens aanleiding om een klein eiland voorzien van in zee stekende start- en landingsbanen als mogelijk ontwerp af te raden. De kans is groot dat vogels zich dicht bij de start- en landingsbanen gaan ophouden.

De kans op aanzanding kan beperkt worden door de contour een gestroomlijnde vorm te geven. De kans op aanzanding is dicht bij de kust groter dan ver uit de kust.

De huidige, beperkte, kennis over vogels op de Noordzee veronderstelt dat de meeste vogels en vogelconcentraties zich binnen een afstand van 10 km. van de kust bevinden. Dit pleit eveneens voor een eiland ver uit de kust.

### *Vogeltrek en falls*

Een luchthaven in zee of op of bij de Maasvlakte zal zowel met seizoenstrek als met dagelijkse vliegbewegingen van vogels geconfronteerd worden. Voor een luchthaven in zee geldt dat het grootste deel van de trekvogels waarschijnlijk de contour zullen volgen en niet massaal over het eiland zelf zullen vliegen.

Ontwerp en inrichting lijken geen aanknopingspunten om risico's voortvloeiende uit vogeltrek te beperken. *Bird control*, zoals thans wordt toegepast op luchthavens, lijkt de enige mogelijkheid om trekvogels van de luchthaven te weren. *Bird control* zal echter geen oplossing kunnen bieden tijdens falls. De enige overblijvende maatregel lijkt dan om de vliegtuigen naar andere luchthavens te laten uitwijken. Een radar kan falls voorspellen. Evenals op land vindt ook op zee gestuwde trek parallel aan de kust plaats. Vermoedelijk passeert het grootste deel van de vogels hier binnen 10 km uit de kust. Een eiland ver uit de kust zal vermoedelijk met minder passerende vogels te maken krijgen dan een eiland vlak bij de kust.

De aanleg van Maasvlakte 2 zal leiden tot een grotere ophoping van trekvogels dan thans op de punt van de huidige Maasvlakte optreedt. Een luchthaven als Maasvlakte 3 zal dit effect nog meer versterken. Naar schatting zullen jaarlijks 10 à 15 keer grote vogelconcentraties op de punt van de Maasvlakte ontstaan. Verondersteld kan worden dat een luchthaven op een eiland voor de Maasvlakte (2) minder vogels zal aantrekken dan een luchthaven op de Maasvlakte. Ook hier geldt dat vanaf 10 km ten westen van de (toekomstige) Maasvlakte het minste aantal vogels verwacht kan worden.

### *Stuwing*

Onder stuwing wordt het verschijnsel verstaan dat wind opstijgt langs dijken die dwars op de windrichting staan. Meeuwen zullen van deze stijgende luchtstroom gebruik maken om, zonder veel energie, hoogte te winnen om langs de dijk naar voedsel te zoeken. Bekend is dat meeuwen van grote hoogte schelpen op dijken stuk laten vallen, om bij het schelpdiervlees te komen. Naar schatting kunnen meeuwen een hoogte van vijf keer die van een dijk bereiken. De vogels kunnen op deze wijze boven startbanen en in- en uitvliegroutes terecht komen. Dit risico is vooral groot als de startbanen parallel aan de dijken worden gesitueerd. Dit gedrag van meeuwen is tevens aanleiding voor het afraden van een luchthaven met startbanen die buiten de contour steken. De kans is zeer groot dat meeuwen deze startbanen zullen kruisen.

Ontwerptechnisch lijkt een antwoord op dit probleem mogelijk. Van belang is om dijken zo laag mogelijk te construeren, om de opstijgende luchtstroom te beperken. Tevens is een ontwerp denkbaar waarbij geen dijken worden toegepast (een zogenaamd 'voorland' oplossing, zie figuur 4.7). Een andere mogelijkheid is om tussen de zeewering en de startbanen een afstand te creëren van tenminste 1 km, zowel aan de beide uiteinden als aan weerszijden van de start- en landingsbanen. Deze afstand wordt overigens in de Luchtvaartwet als eis gesteld. Tegen de achtergrond van dit probleem lijkt een ruitvormig eiland, waarbij de start- en landingsbanen eveneens in een ruit liggen, de beste optie. Uitgangspunt daarbij is dat gekozen kan worden voor die banen waar op dat moment geen stuwing plaatsvindt.

### **Flevoland**

Flevoland is van internationaal belang voor meer dan 20 vogelsoorten. Dit feit geeft aan dat Flevoland zeer vogelrijk is. Gegevens van SOVON en Rijkswaterstaat geven aan dat het totaalgewicht aan vogels per oppervlakte eenheid in Flevoland het gehele jaar relatief groot is. Dit betekent niet alleen dat de aantallen vogels in de polder groot is, maar ook dat hier veel

grote (met andere woorden zware) vogels voorkomen, wat karakteristiek is voor open landschappen. Het betreft dan zwanen, ganzen, eenden en Aalscholvers. Van deze vogels vinden regelmatig vliegbewegingen over de polder plaats, bijvoorbeeld tussen de randmeren en de Oostvaardersplassen en tussen de Noordoostpolder en de Oostvaardersplassen. Over de Flevopolders vindt tevens gestuwde trek plaats, in een kleinere omvang dan langs de Noordzeekust. Deze veelvuldige vliegbewegingen hebben als consequentie dat een luchthaven in de Flevopolders geconfronteerd zal worden met veel en zware vogels. Het poldergebied tussen Lelystad en Dronten (locatie 'Flevoland Oost') lijkt, voor wat vogels betreft, minder druk bezet. Daarbij dient echter de kanttekening gemaakt te worden dat juist van dit gebied de minste gegevens voorhanden zijn. Bekend is wel dat dit gebied in het winterhalfjaar op de dagelijkse trekroute van ganzen ligt tussen rustgebied en voedselgebied.

#### 4.8.3. Conclusies en kanttekeningen

In dit hoofdstuk zijn de risico's op aanvaringen tussen vogels en vliegtuigen en de mogelijkheden om hierop te anticiperen door locatiekeuze en ontwerp benaderd vanuit het gedrag en de verspreiding van vogels. Deze kennis van vogels is echter beperkt. Veel gebieden, met name de Noordzee, zijn witte plekken in de kennis. De kennis die we hebben over de verspreiding van vogels betreft hun (zichtbare) aanwezigheid overdag. Over vliegbewegingen is minder bekend. Nog grotere hiaten betreffen de kennis van de nachtelijke verspreiding en vliegbewegingen van vogels. Bekend is alleen dat 's nachts geheel andere vliegbewegingen van vogels plaatsvinden, die anders verlopen, maar zeker net zo intensief kunnen zijn als overdag. Met uitzondering van de seizoenstrek is over de verspreiding van vogels in de lucht vrijwel niets bekend, maar ook voor de seizoenstrek geldt dat er belangrijke leemtes in kennis zijn. Van de vliegbewegingen en het gedrag van meeuwen, die het grootste potentiële probleem lijken te zijn voor een nieuwe luchthaven, is nog weinig bekend.

Het is te verwachten dat onderzoeken die worden gestart in het kader van de luchthavenplannen meer inzicht zullen opleveren in het vogelprobleem en de wijzen waarop daar het beste mee omgegaan kan worden. Dat kan betekenen dat hetgeen in deze notitie is vastgelegd in de toekomst op punten aangevuld, uitgebreid, maar wellicht ook genuanceerd zullen worden.

Op basis van de huidige stand van kennis kunnen de volgende conclusies voor locatiekeuze en ontwerp getrokken worden:

- een vliegveld ver in zee of in Flevoland is te prefereren boven een vliegveld op de Maasvlakte of dicht langs de kust,
- een compact ontwerp voor een luchthaven in zee, waarbij start- en landingsbanen buiten de contour steken, is sterk af te raden,
- de startbanen op een vliegveld in zee dienen tenminste 1 km verwijderd te zijn van de zeewering,
- de zeewering van een vliegveld in zee dient zo laag mogelijk te worden uitgevoerd; indien mogelijk is een eiland zonder dijken (de 'voorland-variant') te prefereren,
- de contour van een luchthaven in zee dient zodanig gekozen te worden dat het oppervlak aan luwe zones wordt geminimaliseerd en dat aanzanding zoveel mogelijk wordt voorkomen,
- een luchthaven in Flevoland kan vermoedelijk het beste gezocht worden tussen Lelystad en Dronten.

Bovenstaande conclusies garanderen niet dat het veiligheidsprobleem wordt opgelost of voldoende wordt beheerst. Vaststaat dat de zoekruimtes voor een nieuwe luchthaven gelegen zijn in een *heavy risk zone*, waar niet alleen vogeltrek een belangrijke risicofactor is, maar ook het feit dat het gebieden betreft waar grote en dus zware vogels voorkomen.

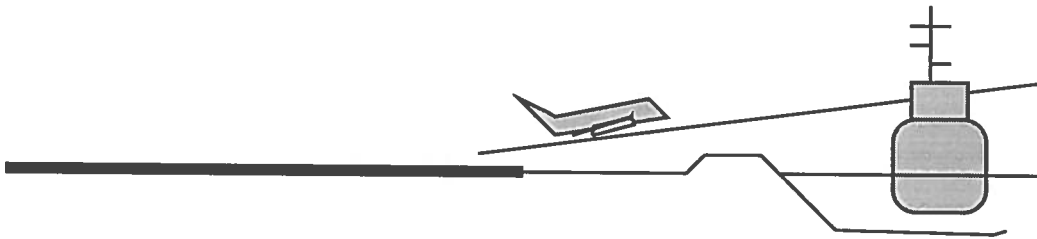
#### 4.9. Zeegebonden gebruik

In het kader van TNLI wordt in de werkgroep zeegebonden gebruik onderzoek gedaan naar de te stellen voorwaarden aan en de mogelijke effecten van een eiland in de Noordzee of landaanwinning bij de Maasvlakte. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar het rapport van de desbetreffende themastudie.

In het ontwerp van de luchthaven dient met het volgende zeegebonden gebruik rekening gehouden te worden:

- Vaargeulen (de afstand van een baankop tot de vaargeul dient minimaal 3 tot 5 km te zijn bij schepen van 60 meter hoog (zie figuur 4.5));
- Militaire oefenterreinen;
- Boorplatforms en olie- en gasleidingen op de bodem van de Noordzee;
- Zandwingebieden in de Noordzee;
- Beroepsvisserij (vaarroutes en visgebieden);
- Eventueel toekomstig windmolenpark of zendmastpark in zee.

figuur 4.13 Benodigde veiligheidsmarge van 5 km bij vaargeulen



#### 4.10. Visie kustontwikkeling: Te kust en te(r) keur

Het ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft een aanzet gegeven voor een afwegingskader, respectievelijk randvoorwaarden, voor kustontwikkeling en kustplannen [21]. Deze visie is verwoord in de volgende kernpunten:

- V&W ziet kansen voor kust en zee: kansen voor versterking van de veerkracht van het kustsysteem, voor natuurontwikkeling en voor de economie.
- Van kustplannen moeten nut en noodzaak worden aangetoond om voor uitvoering in aanmerking te komen.
- Kustplannen moeten voldoen aan voorwaarden. Ze dienen zodanig te worden ontworpen en ingepast dat zij meerwaarde bieden ten opzichte van de huidige situatie. De waarden van land en zee (veiligheid, ruimte, natuur en economie) zullen daarbij altijd in samenhang worden beoordeeld: per saldo moet er een duidelijk positief effect zijn.
- Met de huidige kennis en expertise zijn fysieke ingrepen in de kustzone technisch haalbaar. Er zullen echter altijd onzekerheden blijven bestaan. Deze worden zorgvuldig in kaart gebracht, zodat er adequaat naar gehandeld kan worden. Dit vereist flexibiliteit in het planontwerp en gericht onderzoek. Bovendien moet duidelijk zijn dat eventuele negatieve effecten beheersbaar zijn.
- In een kustplan kunnen functies en waarden gecombineerd worden. Meervoudig ruimtegebruik biedt mogelijkheden voor dergelijke combinaties.
- Grootschalige verstedelijking in de kustzone vraagt uit het oogpunt van mobiliteitsbeheersing om grote terughoudendheid.
- Ruimtelijke planning en een daarop toegesneden bestuur is nodig. Ruimtelijke planning om conflicten te voorkomen; bestuurlijke organisatie voor inpassing van plannen en het toekomstige beheer.

## 5. Eiland in de Noordzee

### 5.1. Huidige situatie

De zoekruimtes voor een eiland in de Noordzee liggen voor de kust van IJmuiden, voor de kust van Noordwijk en verder weg van de kust gelegen tussen deze twee locaties in. In het achterland van deze zoekruimtes liggen grote duingebieden [6].

#### Natuur

De natuur van de kust bestaat uit de ondiepe zee (tot twintig kilometer uit de kust) en de duinen en vormt als het ware een groot natuurgebied. Tussen de zee en de duinen bestaat een nauwe ecologische relatie. De zee bepaalt, als bron van 'salt-spray' (zoute neerslag), in belangrijke mate de vegetatieontwikkeling van de duinen. De ondiepe zee fungeert als voedselgebied voor vogelsoorten die de kustgebieden en de duinen gebruiken als rust- en/of broedplaats. Zee en duinen worden beide aangemerkt als kerngebied in de ecologische hoofdstructuur.

De duinen die in de nabijheid van de zoekruimte voor de luchthaven liggen behoren tot de grootste en breedste duingebieden van Europa. Ten noorden van de IJmuidense pieren strekken de duinen zich uit tot aan Schoorl. Het duingebied tussen Schoorl en Wijk aan Zee is aangemerkt als potentieel Nationaal Park en omvat de Schoorlse duinen en het Noord-Hollands Duinreservaat. Ten zuiden van IJmuiden strekken zich duingebieden uit met een gezamenlijke omvang (inclusief landgoederen in de binnenduintrand) van ongeveer 6000 ha. Het Nationaal Park Kennemerland, bestaande uit de Kennemerduinen, Heerenduinen en de landgoederen Duin- en Kruidberg en Midden Heerenduin, is 1940 ha groot en gelegen tussen IJmuiden, Bloemendaal en Zandvoort. Ten zuiden van Zandvoort tot aan Noordwijk liggen de Amsterdamse Waterleidingduinen. De rijkdom aan natuurwaarden in dit gebied houdt direct verband met de grote oppervlakte (3370 ha), welke een grote afwisseling in landschappen en stilte waarborgt.

In de duinen waren voorheen grote broedkolonies van meeuwen gevestigd, die de Noordzee als voedselgebied gebruikten. Broedkolonies van meeuwen en ook van sterns (die als broedgebied een grote voorkeur voor stranden aan de dag leggen) zijn de laatste decennia door diverse oorzaken enorm afgenomen, recent als gevolg van het herstel van de vossenpopulatie in de Hollandse duinen. In de kustzone is als gevolg daarvan sprake van een ernstig tekort aan rust- en broedgebieden voor meeuwen en sterns in vergelijking met het beschikbare voedsel op de Noordzee. Meeuwen benutten daardoor ieder terrein dat beschikbaar komt en zijn (in tegenstelling tot sterns) weinig selectief in de keuze van het broedterrein. De belangrijkste meeuwenkolonie in de omgeving van de mogelijke luchthavenlocatie in de Noordzee bevindt zich op het terrein van de Hoogovens bij IJmuiden. Hier broeden enkele duizenden paren Zilvermeeuwen en enkele honderden paren Kleine Mantelmeeuwen.

's Winters bevinden zich enkele honderdduizenden zeevogels voor de Nederlandse kust. Het meest algemeen zijn verschillende soorten meeuwen, Zwarte zee-eenden, Eidereenden en Roodkeelduikers.

#### Recreatie

De Noordzee wordt in het Structuurschema Groene Ruimte aangemerkt als waterrecreatiegebied van (inter)nationaal belang. Het beleid is gericht op een verdere recreatieve en toeristische ontwikkeling in de badplaatsen en bij strandlagen. Door het

realiseren van aanlegplaatsen dienen de toevartsmogelijkheden langs de kust te worden verbeterd.

De recreatie concentreert zich op de stranden, met name die bij Zandvoort. De duinen zijn van belang als wandelgebied. IJmuiden ontwikkelt zich naast Zandvoort steeds nadrukkelijker tot badplaats. Evenals bij Zandvoort staan bij IJmuiden en Noordwijk in het zomerseizoen vakantiehuisjes aan het strand. Recent is bij IJmuiden een zeejachthaven en een boulevard aangelegd. Er zijn plannen voor het aanleggen van een terminal voor cruiseschepen. Vanuit IJmuiden worden bootvistochten georganiseerd.

#### **Beroepsvisserij**

Een belangrijke bron van inkomsten van de gemeente Velsen (waar IJmuiden onderdeel van uitmaakt) is de visserij. De haven van IJmuiden vormt de uitvalsbasis voor een vissersvloot met visgronden op de Noordzee. In de haven is een visafslag aanwezig.

#### **Beroepsscheepvaart**

De zeesluizen van IJmuiden vormen de toegangspoort voor de haven van Amsterdam. Voor de kust wordt de IJ-geul in stand gehouden. Momenteel wordt de uitbreiding van de zeesluizen voorbereid.

#### **Waterwinning**

In de Amsterdamse Waterleidingduinen vindt, ten behoeve van de drinkwaterproductie, waterinfiltratie plaats. Het gebied wordt gekarakteriseerd door een stelsel van kanalen en plassen waar rivierwater ter zuivering wordt ingebracht. Een nieuwe ontwikkeling hier is diepinfiltratie, waarbij het te zuiveren water niet aan de oppervlakte in het gebied wordt gelaten, maar direct in diepere bodemlagen.

#### **Zandwinning**

Geschikte zandwinlocaties bevinden zich buiten de 20 meter dieptelijn en in de IJ-geul.

#### **Morfologie en stroming**

De kustzone wordt gevormd door een vrijwel vlakke zeebodem op een niveau van NAP -20 meter tot circa 10 km uit de kustlijn. Van daaraf loopt de bodem op tot het strand en de duinenrij. De stroming langs de kust wordt vooral veroorzaakt door de getijbeweging. Langs de Nederlandse kust vindt sediment transport plaats. Verder uit de kust (vanaf NAP -5 meter) wordt dit transport voornamelijk gedreven door de getijbeweging van zuid naar noord. Dichter langs de kust (vanaf het strand tot NAP -5 meter) is het sedimenttransport vooral golfgedreven.

#### **Zeegebonden gebruik**

Op en in de Noordzee wordt het volgende zeegebonden gebruik gevonden:

- Vaargeulen, onder andere de IJ-geul bij IJmuiden en de Eurogeul bij Rotterdam, en ankergebieden;
- Olieproductie platforms;
- Gas en olie pijpleidingen en kabels;
- Zandwinning, onder andere in de vaargeulen;
- Militaire oefenterreinen;
- Beroepsvisserij;
- Recreatie;
- 12-mijls zone.

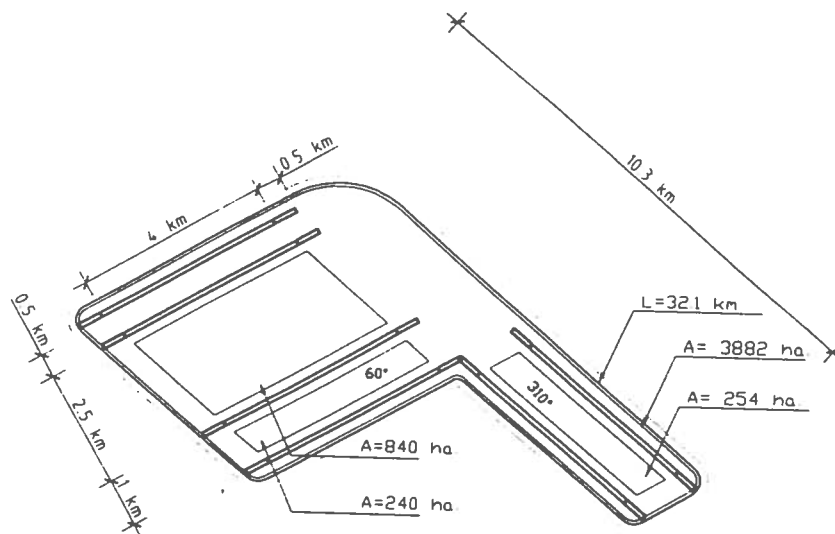
Voor een verdere beschrijving van het zeegebonden gebruik wordt verwezen naar het rapport van de desbetreffende themagroep.

## 5.2. Randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen, ingegeven door de locatie

### 5.2.1. Inleiding

Bij het ontwerp van een luchthaven moet rekening gehouden worden met een aantal aspecten. Ten eerste het luchtvaarttechnische aspect (o.a. oriëntatie van de banen, bruikbaarheidspercentages, capaciteit). Het tweede aspect wordt gevormd door de inpasbaarheid van een eiland gesitueerd in de Noordzee. Hierbij spelen morfologie, ecologie (vogelproblematiek) en zeegebonden activiteiten een grote rol. Daarnaast hebben aspecten als kosten en faseerbaarheid een rol gespeeld. Bij het ontwerpen van het eiland met een luchthaven is in eerste instantie uitgegaan van een vanuit luchtvaarttechnisch oogpunt zo optimaal mogelijk ontwerp (zie figuur 5.1). Aan het ontwerp van een luchthaven in de Noordzee is door de TNLI organisatie en tevens vanuit andere themagroepen (morfologie en stroming, vogelproblematiek, zeegebonden gebruik) een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten gesteld en een aantal aspecten ter overwegingen gegeven. Deze randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen hebben geleid tot een geïntegreerd ontwerp waarbij dus optimalisatie van luchtvaarttechnische aspecten en aspecten op het gebied van civiele techniek, morfologie, ecologie en zeegebonden gebruik heeft plaatsgevonden.

figuur 5.1      Ontwerp eiland in de Noordzee, optimaal vanuit luchtvaarttechniek  
Opmerking: In verband met gecombineerd baangebruik zijn de banen in deze lay-out niet kruisend [10]. Het effect van deze lay-out is dat het eiland een zeer groot oppervlak bestrijkt, wat vanuit morfologisch oogpunt als niet acceptabel wordt beschouwd.



### 5.2.2. Randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen bij een eiland in de Noordzee

In de volgende alinea's zijn de randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen die een rol gespeeld hebben bij het ontwerp van een luchthaven op een eiland in de Noordzee verwoord.

#### vliegtechnisch/geluidstechnisch [10]:

- Voor het behalen van de gevraagde maximale capaciteit van 70 miljoen passagiersbewegingen is naar verwachting een banenstelsel nodig van:

- 4 hoofdbanen in de hoofdrichting, optimaal is de richting 06/24;
- 2 dwarsbanen in de dwarswindrichting, optimaal is de richting 13/31, uiteindelijk is gekozen voor de richting 16/34 in verband met geluidsreductie richting de kust.
- Voor een luchthaven op een eiland in de Noordzee moet minimaal een zodanig banenstelsel ontworpen worden dat de luchthaven als een volwaardige hub (luchthaven waar overstappen van intercontinentale vluchten naar continentale vluchten een belangrijk deel uitmaakt van de operaties) kan functioneren, onafhankelijk van Schiphol. Praktisch gezien betekent dit dat de eiland luchthaven bij nagenoeg alle windrichtingen en windsterktes, operationeel moet zijn. Een bruikbaarheid van 98% wordt als richtlijn gehanteerd.
- Kruisende start- en landingsbanen (banen waarbij de banen en vliegroutes over elkaar heen liggen) zijn luchtvaarttechnisch gezien onaantrekkelijk (geen/beperkt gecombineerd baangebruik mogelijk). Een banenstelsel zonder kruisende start- en landingsbanen kost echter veel extra ruimte en levert vaak een ongewenste eilandvorm op.
- Het passagiersareaal is geplaatst tussen de hoofdbanen, zodat dit areaal vanaf de hoofdbanen goed bereikbaar is.
- Het vrachtareaal is gescheiden van het passagiersareaal, maar is ook tussen twee (andere) hoofdbanen geplaatst.
- De dwarsbanen zijn aan weerszijden van de hoofdbanen geplaatst i.v.m. mogelijk gecombineerd baangebruik van vier hoofdbanen en één dwarsbaan.
- De banen zijn ten opzichte van elkaar gestaggerd (in lengterichting verschoven ten opzichte van elkaar) in verband met de efficiënte aanleg van de taxibanen.
- De hoeveelheid ha, gereserveerd voor passagiers en vracht, is uitgebreid met een aantal extra ha in verband met de vestiging van sterk gebonden bedrijvigheid.

#### **scheepvaart/zeegebonden activiteiten:**

- De aan/uitvliegzones mogen niet overlappen met de scheepvaartgeul, de minimale afstand tot de scheepvaartgeul bedraagt 5 km.
- Er mag geen interferentie plaatsvinden met andere zeegebonden activiteiten.
- In het verlengde van de start- en landingsbanen mogen zich geen obstakels bevinden.

#### **vogels:**

- De dwarsbanen zijn aan weerszijden van het eiland gesitueerd, omdat dan, als de ene baan onbruikbaar is i.v.m. vogels, de andere baan doorgaans wel bruikbaar zal zijn.
- De afstand tussen de rand van het eiland (zeewering) en de start- en landingsbaan bedraagt 500 meter in verband met meeuwen die mogelijk gebruik maken van de windstuwing over de zeewering. Meeuwen gaan mogelijk op deze locaties 'hangen'.
- In verband met mogelijk 'hangende' meeuwen staat de zeewering aan het einde van de start- en/of landingsbaan bij voorkeur onder een hoek (van ongeveer 45°) met de start- en/of landingsbaan.
- In verband met de concentratie van vogels langs de kust, is een locatie van het eiland verder uit de kust gunstiger.

#### **morfologie/stroming:**

- De afmetingen van het eiland dwars op de kust zullen zo beperkt mogelijk gehouden worden om de obstructie voor de stroming in de langsrichting van de kust zo beperkt mogelijk te houden.
- In verband met de stroming rond het eiland zijn de 'hoeken' van het eiland zoveel mogelijk 'afgerond'. Dit is met name van belang voor het profiel van de dijk onder de waterlijn.
- Vanuit morfologisch oogpunt is er een voorkeur voor een zuidelijker ligging langs de kust en een grotere afstand uit de kust.

**Andere aspecten:**

- Het eiland wordt bij voorkeur zodanig, ten opzichte van de Nederlandse kust, in de Noordzee gesitueerd, dat eventuele uitbreidingen van het eiland plaats kunnen vinden in de richting van de zee. Uitbreiding van het eiland in de landrichting wordt zoveel mogelijk vermeden om de hinder aan de kust niet te vergroten.
- De luchthaven op het eiland wordt bij voorkeur zodanig ontworpen dat eventueel aanvullende functies van het eiland (strand, boulevard, hotels e.d.) bij voorkeur aan de zuidzijde van het eiland gesitueerd kunnen worden.
- De ligging van het eiland wordt verder geoptimaliseerd:
  - voor het aspect visuele beleving vanaf de kust, zover mogelijk uit de kust
  - voor het aspect kosten van de shuttle, liever dichterbij, eventueel voorkeur noordelijker/zuidelijker tracé in verband met het voorkeurs tracé over land.

**5.3. Het geïntegreerde ontwerp**

figuur a: ligging van het eiland ten opzichte van de kust, 30 km, 10 km zuid, 10 km noord  
figuur b: het banenstelsel in detail

Beide figuren zijn los bijgevoegd

figuur 5.2 Het geïntegreerde ontwerp van een luchthaven op een eiland in de Noordzee

Rekening houdend met de in de vorige paragraaf genoemde aspecten, is het schetsontwerp afgeleid, zoals aangegeven in figuur 5.2. Voor de verschillende beschouwde locaties in de Noordzee (noordelijk, zuidelijk en veraf) wordt vooralsnog hetzelfde ontwerp aangehouden. Het totale eiland heeft een oppervlak van 4560 ha, waarvan 1770 ha in gebruik zal zijn als passagiers- en vrachtareaal. De totale lengte van de zeewering is 29 km, waarvan een gedeelte (de oostzijde) minder zware zeewering.

De hoofdbanen en de dwarswindbanen zijn allen bruikbaar als start- en landingsbaan, en bruikbaar vanuit beide richtingen. Doordat niet alle banen elkaar kruisen is in deze lay-out beperkt gecombineerd baangebruik mogelijk. Met uitzondering van de 4<sup>e</sup>, meest zuidelijk gelegen hoofdbaan, hebben alle banen een lengte van 4 km, zodat in de toekomst VLA toestellen geen problemen zullen ondervinden.

Aan de zuidkant van het eiland bevindt zich een haven. Deze haven dient voor de bevoorrading van het eiland en dient mogelijk in de toekomst als haven voor toeristisch verkeer.

Voor een uitgebreide beschrijving van het ontwerp wordt verwezen naar de rapportage van NACO [10]. Om een beeld te krijgen van de luchthaven zijn verder in de volgende pagina's foto's toegevoegd uit een 3-dimensionale visualisatie.

figuur 5.3 3-dimensionale visualisatie

figuur a: bovenaanzicht 10 km voor Noordwijk  
figuur b: bovenaanzicht 10 km voor IJmuiden  
figuur c: bovenaanzicht 30 km voor de Nederlandse kust  
figuur d: zijaanzicht 10 km voor Noordwijk  
figuur e: zijaanzicht 10 km voor IJmuiden  
figuur f: overzicht van het eiland  
figuur g: detail terminals op het eiland

de figuren zijn los bijgevoegd

tabel 5.1      Cijfers met betrekking op het optimale ontwerp

| Banenstelsel                            |                                           |                  |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|
| Hoofdbanen                              | 4 banen in de richting 06-24 (60°- 240°)  |                  |
| Richting dwarswindbanen                 | 2 banen in de richting 16-34 (160°- 340°) |                  |
| Capaciteit                              |                                           |                  |
| Gevraagde capaciteit                    | maximaal 70 miljoen passagiersbewegingen  |                  |
| Verwachte capaciteit                    | maximaal 70 miljoen passagiersbewegingen  |                  |
| Vliegbewegingen in een piekuur          | 155                                       |                  |
| Jaarlijks aantal vliegbewegingen        | 510.000 tot 625.000                       |                  |
| Bruikbaarheid van het banenstelsel      | op jaarbasis                              | 6 slechtste mnd. |
| Bruikbaarheid hoofdbanen                | 92,2%                                     | 90,2%            |
| Bruikbaarheid, inclusief dwarswindbanen | 97,9%                                     | 97,0%            |

#### 5.4. Zeeweringen

In paragraaf 4.5.2 is gekozen voor de uitwerking van twee typen zeewering: de traditionele zeedijk en het verdedigd talud zonder hoge zeewering (de voorland oplossing). Deze twee typen gaan uit van verschillende ontwerpfilosofieën. Allereerst wordt gekeken naar een traditioneel dijkontwerp. Vervolgens is de voorlandoplossing uitgewerkt.

##### 5.4.1. Ontwerpfilosofie van de twee typen zeewering

###### *Type 1: de traditionele dijk*

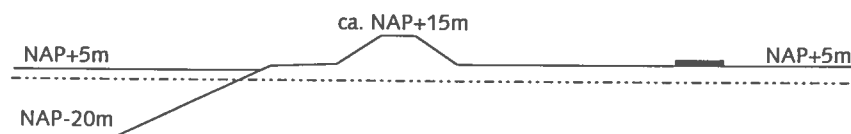
Het ontwerp van een traditionele zeedijk gaat uit van het feit dat de zeewering sterk en hoog genoeg moet zijn vanuit het oogpunt van stabiliteit en golfoverslag. Het resultaat is een dijk waarvan, om te voorkomen dat er water overheen slaat, de kruin relatief hoog aangelegd moet worden. Ter reductie van de golfoverslag is het mogelijk in het ontwerp van de dijk een berm op te nemen. Hierdoor kan de kruin lager worden uitgevoerd. De berm moet voor het maximale effect rond de maatgevende hoogwaterstand (MHW) worden aangelegd. Deze hoogte is optimaal voor de reductie van de hoogst mogelijk voorkomende golven, bij de hoogst mogelijke waterstand, wat overeenkomt met de ontwerpomstandigheden.

Een dergelijke dijk is opgebouwd uit verschillende lagen. Aan de buitenkant is een toplaag noodzakelijk, bestaand uit zware elementen voor het opnemen van de optredende belastingen. Onder deze laag komen een of meer filterlagen die zorgen voor een soepele overgang naar het basismateriaal voor wat betreft stabiliteit en permeabiliteit (doorlatendheid). Het is mogelijk enkele kleinere filterlagen te vervangen door een geotextiel, hierdoor wordt de totale laagdikte beperkt.

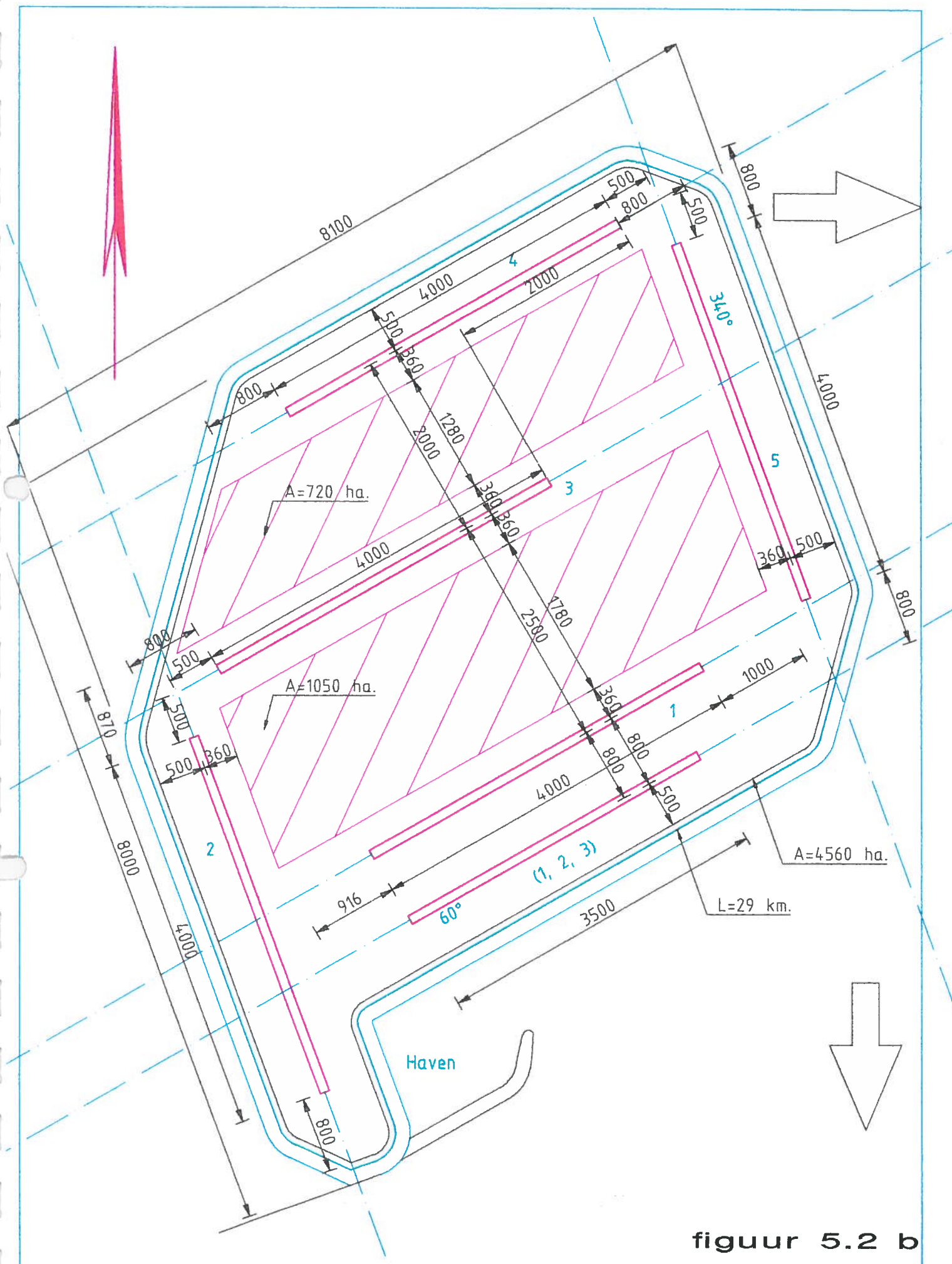
Een verdere optimalisatie van de dijk is mogelijk voor wat betreft type en zwaarte van de bekleding en de hellingen van de constructie.

De filosofie achter het ontwerp van de meer traditionele zeewering in figuur 4.6 is dat er tijdens maatgevende ontwerp-omstandigheden slechts in zeer beperkte mate water over de dijk op het achterliggende terrein terecht komt.

figuur 5.4      Traditionele zeewering

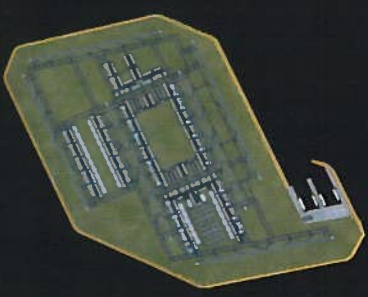


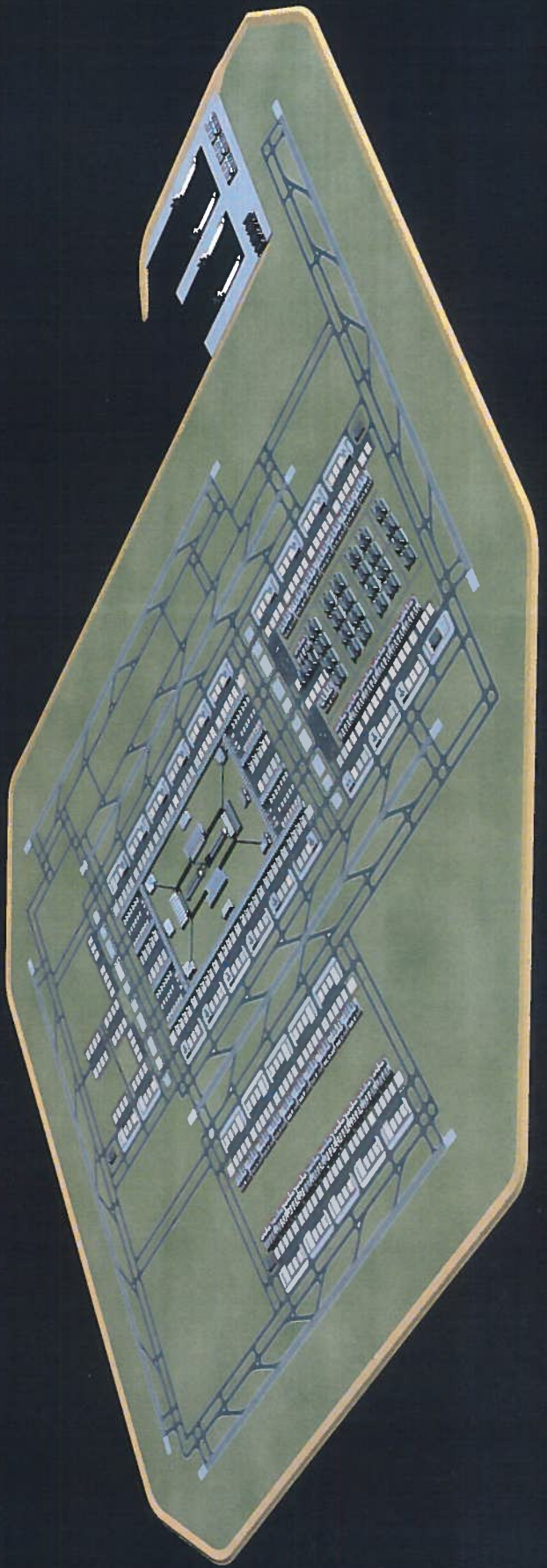




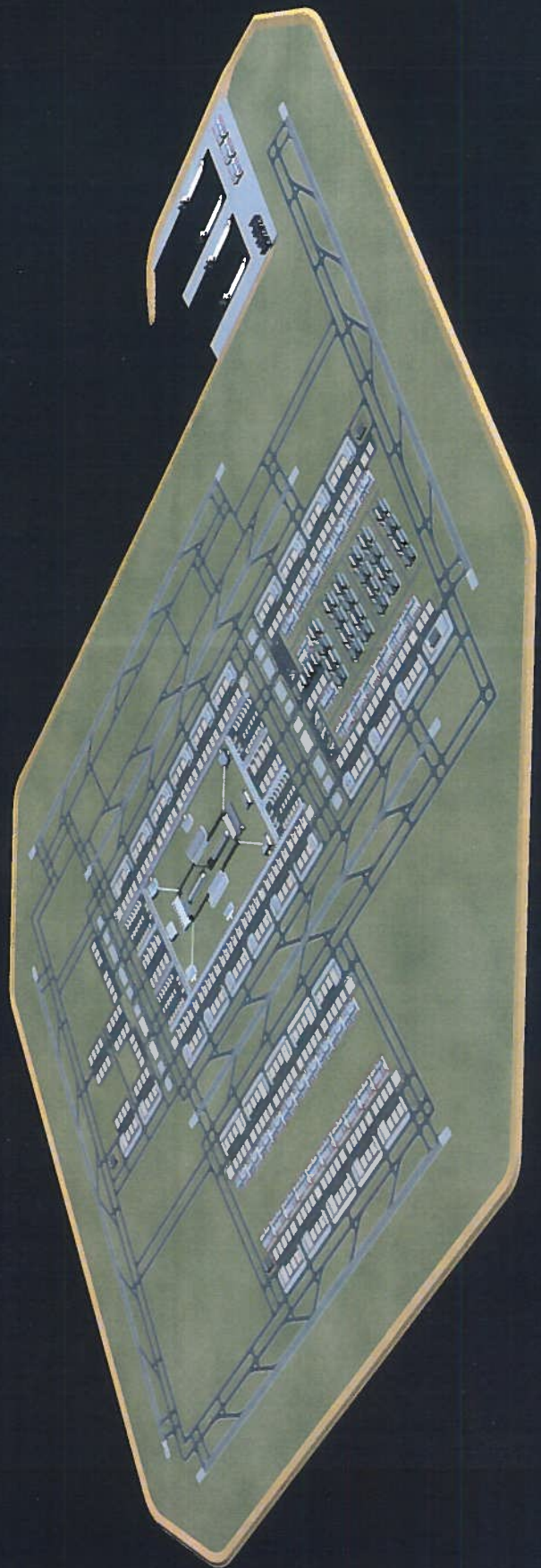


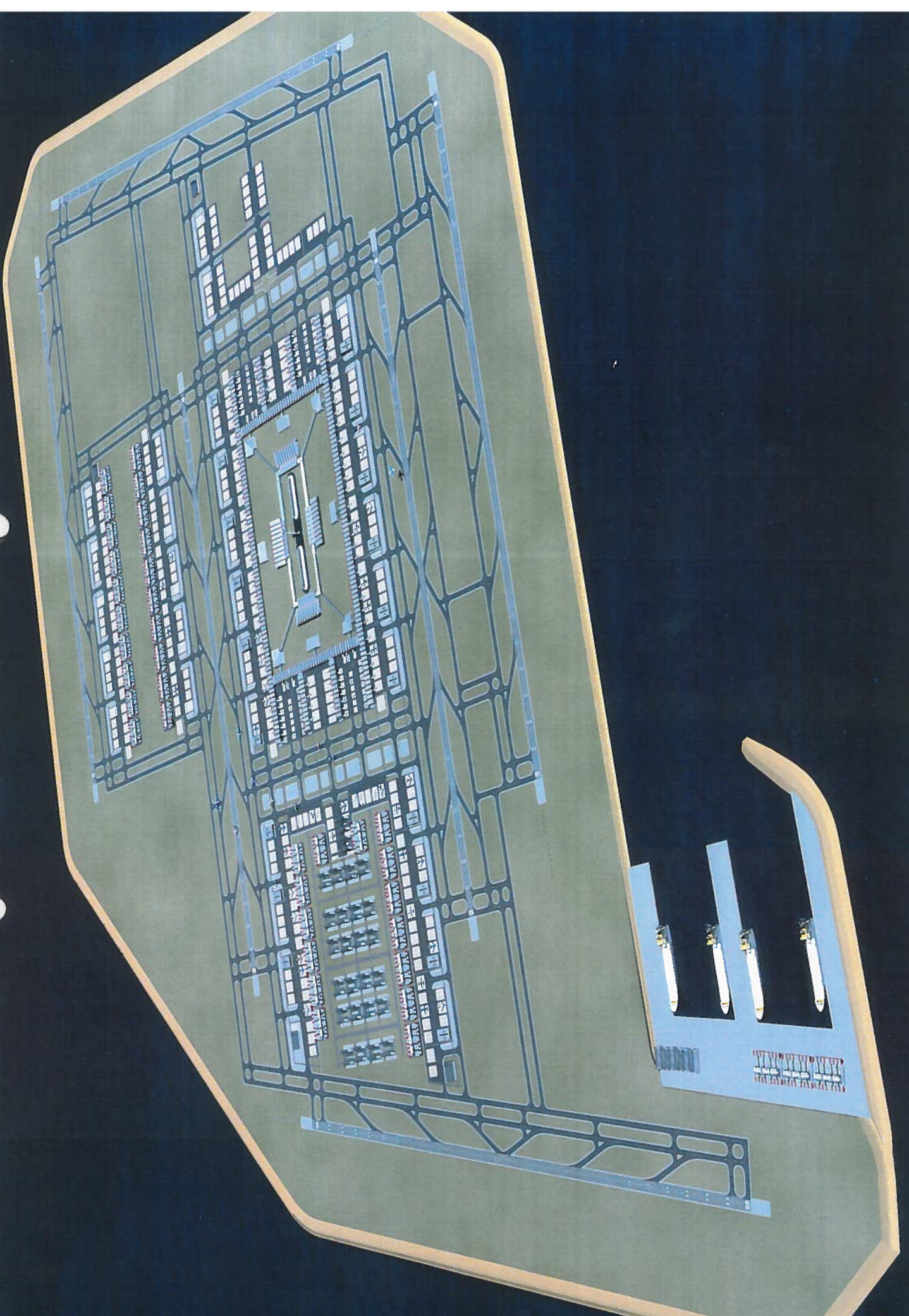


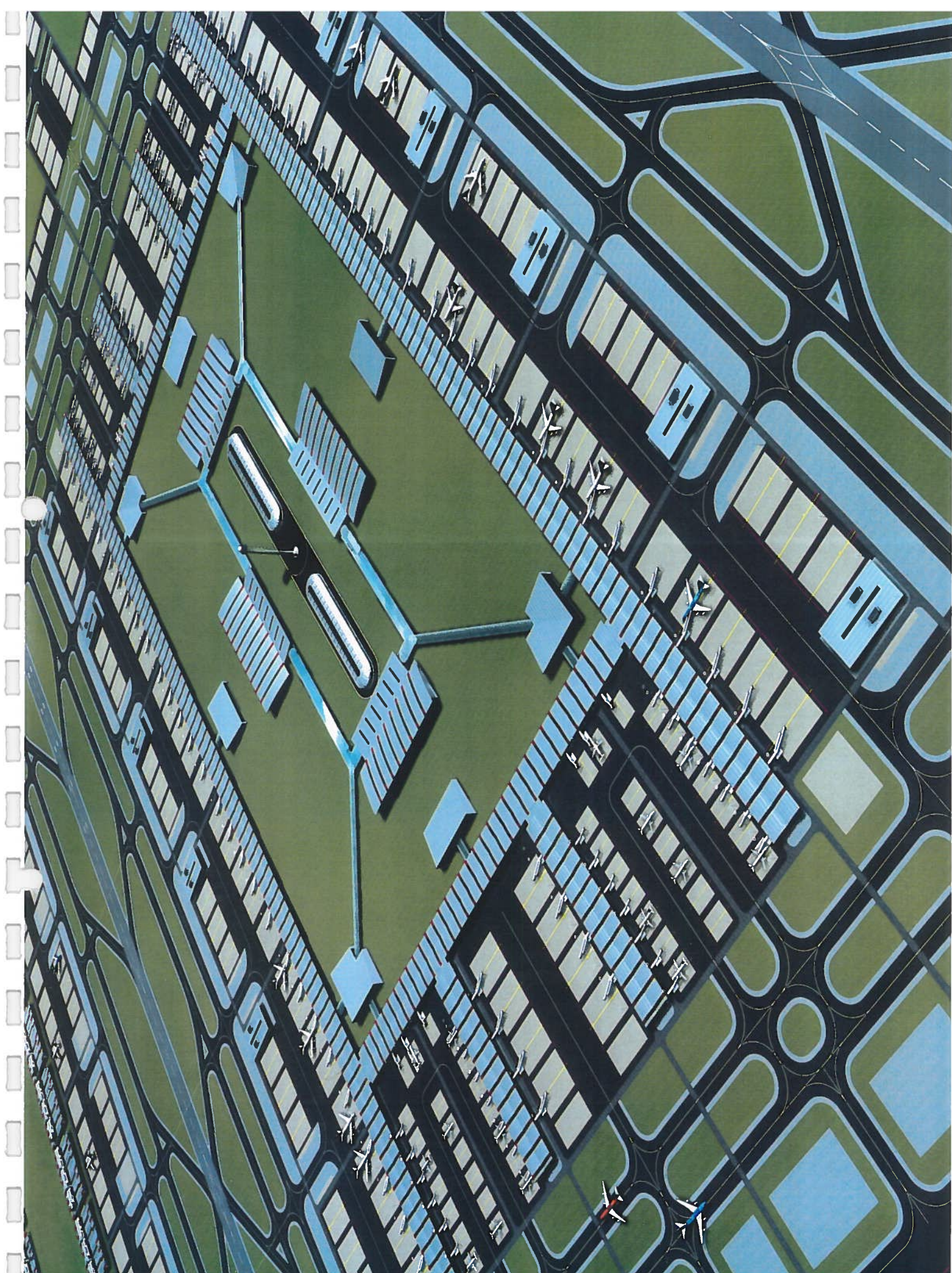










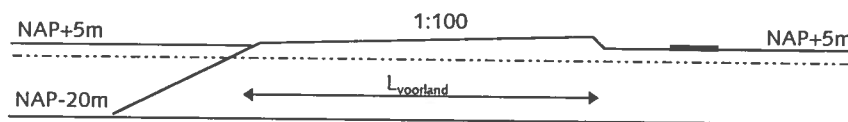


*Type 2: de voorland oplossing*

Het ontwerp van de voorland oplossing in figuur 4.7, een verdedigd talud zonder hoge kruin, gaat uit van de filosofie dat de constructie stabiel genoeg moet zijn om de maatgevende ontwerpomstandigheden te kunnen weerstaan, maar waarbij het toegestaan wordt dat er in uitzonderlijke situaties (zeg eens per 10 jaar) water het eiland opkomt en er wellicht water op de banen van het vliegveld komt te staan.

De zeewering zal op dezelfde manier als de traditionele dijk in lagen worden opgebouwd. Nu echter tot en met het MHW-niveau, waarna er tot aan de voor de baan gereserveerde vlakke ruimte een voorland met een flauw talud (ca. 1:100) wordt aangelegd. Hierop zullen optredende hoge golven breken en uitlopen. Het is afhankelijk van de lengte van dit voorland of, en zo ja hoeveel, water uiteindelijk de banen zal bereiken onder maatgevende omstandigheden.

figuur 5.5 Voorland oplossing



Het uitgangspunt voor het ontwerp is dat het voor het functioneren en de veiligheid van de luchthaven niet ernstig is als één of twee keer in de levensduur (ca. 100 jaar) van de luchthaven (een deel van) de banen onder water staat. Het is zeer waarschijnlijk dat het vliegveld onder die omstandigheden al om andere redenen (harde wind e.d.) is gesloten. Op dat moment hoeven de banen dus niet bruikbaar te zijn. Wel moet zorg gedragen worden dat bij zware stormen het overslagdebiet niet zodanig groot wordt dat de terminal en de vliegtuigopstelplaatsen in gevaar komen. Bij een ontwerp van een eiland met de terminal in het centrum van het eiland en de banen daar omheen kan er een grote hoeveelheid water overslaan zonder dat dit hier effect op heeft. Eventueel is het mogelijk de terminal iets hoger aan te leggen.

#### 5.4.2. Voor- en nadelen van de twee zeeweringstypen

Omdat de twee typen zeeweringen nogal verschillen voor wat betreft de achterliggende gedachte worden nu kort, voordat de ontwerpen meer in detail worden besproken, de specifieke voor- en nadelen van de twee typen aangegeven.

De voorland oplossing biedt ten opzichte van de traditionele, hoge dijk een aantal voordelen:

- visueel is het vanaf de kust aantrekkelijker, er is geen hoge dijk te zien;
- minder gevaar van vogels (meeuwen) die in de stuwing rond de dijk gaan hangen, dit scheelt in hiervoor te reserveren ruimte (1 km tussen dijk en baan);
- aantrekkelijker vanuit het oogpunt van piloten, minder 'barrière-werking' van een dijk als obstakel;
- het is potentieel goedkoper, door de mogelijk kortere afstand tussen de rand van het eiland en de banen kan het eiland kleiner worden waardoor minder materiaal is benodigd;
- er is een iets kleinere hoeveelheid zware breuksteen noodzakelijk, zodat sneller kan worden gewerkt.

Nadelen van de voorland oplossing zijn:

- met een traditionele dijk is meer ervaring;
- een hoge dijk geeft een veiliger gevoel, dit is voornamelijk voor de aantrekkingskracht op buitenlandse bedrijven van belang (wellicht dus ook voor passagiers op een luchthaven);
- een dijk waar nauwelijks overslag optreedt heeft minder problemen met het afvoeren van overslagwater;

- een dijk waar veel water overheen slaat heeft veel onderhoud aan kruin en binnentalud nodig, in tegenstelling tot een dijk waar geen water overheen slaat;
  - de noodzakelijke bekleding van de binnendijk zorgt voor een toename van de kosten.
- Een secundair aandachtspunt waarover moeilijk concreet iets valt te zeggen, zijn de effecten van het wel of niet toepassen van een hoge kruin op geluid dat op de luchthaven wordt geproduceerd. Het is mogelijk dat dit wordt tegengehouden door een hoge kruin of juist weerkaatst, maar hoe groot dit effect is, is nog onduidelijk.

In het ontwerp van de tweede Maasvlakte is gekozen voor een traditioneel zeewering ontwerp. Omdat de ontwerpisen van de Tweede Maasvlakte en die van een luchthaven niet geheel met elkaar overeenkomen is het waarschijnlijk dat, in het geval van een eiland voor een vliegveld de voordelen van de voorland oplossing zwaarder wegen dan de nadelen.

#### 5.4.3. Ontwerp van de zeeweringen

De randvoorwaarden en uitgangspunten voor het ontwerp van de zeeweringen zijn verwerkt in een aparte notitie 'Zeeweringen' [24]. De uitgangspunten op het gebied van golfhoogte en MHW zijn in tabel 5.2 weergegeven.

tabel 5.2 Maatgevend hoog water (MHW) en golfhoogte behorend bij verschillende overstromingsrisico's voor de eiland in de Noordzee locatie

| Veiligheidsniveau | MHW (meter + NAP) | significante golfhoogte (meter + NAP) |
|-------------------|-------------------|---------------------------------------|
| 1/10 jaar         | 2,7               | 6,8                                   |
| 1/100 jaar        | 3,5               | 7,6                                   |
| 1/1.000 jaar      | 4,3               | 8,8                                   |
| 1/5.000 jaar      | 4,8               | 8,5                                   |
| 1/10.000 jaar     | 5,1               | 9,1                                   |

#### Stabiliteit

Aangezien de ontwerpomstandigheden voor wat betreft de stabiliteit van de twee typen zeewering identiek zijn, zal de bepaling van het type en de zwaarte van de bekleding dezelfde resultaten opleveren. Daarom is voor wat betreft de stabiliteit slechts een berekening uitgevoerd.

Beneden het MHW-niveau zijn de doorsneden identiek voor de twee typen zeewering. Voor een zeewering uitgevoerd in breuksteen (max. 6-10 ton sortering), blijft de schade gedurende de ontwerpomstandigheden beneden een vastgesteld peil, indien de volgende taludhellingen worden aangehouden:

- een taludhelling 1:5, wanneer enige schade geaccepteerd wordt en/of een korte stormduur;
- een taludhelling van 1:6;

Indien wordt gekozen voor betonelementen wijzen voorlopige berekeningen, bij een talud van 1:6, op de volgende benodigde gemiddelde gewichten ( $M_{50}$ ):

- Kubus: 50 ton, met een diameter van 2,80 meter;
- Tetrapode: 35 ton, met een diameter van 2,45 meter;
- Accropode: 15 ton, met een diameter van 1,85 meter.

## Bekledingsmateriaal voor een zeewering

De verschillende mogelijke soorten bekledingsmateriaal voor een zeewering:

- Breuksteen: verschillende sorteringen steen uit een groeve. Met behulp van explosieven wordt in een groeve een hoeveelheid losse breuksteen geproduceerd. Dit wordt gesorteerd naar gewicht. De sorteringen variëren van 5-40 kg tot 6-10 ton. Voor lichter materiaal worden de sorteringen naar grootte ingedeeld. Dit kleine materiaal is ook meestal niet uit een groeve afkomstig. Voor de zwaarste sorteringen geldt dat grote hoeveelheden moeilijk zijn te leveren;
- Geprefabriceerde betonelementen. Dit zijn elementen die op een werkeiland of elders in de buurt van het werk worden geprefabriceerd. Door de vaak relatief grote aantallen kan dit op een efficiënte wijze gebeuren. De elementen kunnen vrij simpel van vorm zijn: *kubussen*, of ingewikkelder, waarbij de elementen in grotere mate in elkaar grijpen (interlocking): *tetrapodes*, *accropodes*. Door de grotere mate van interlocking is met een lager gewicht eenzelfde stabiliteit te verkrijgen. Voor accropodes is het zelfs mogelijk een enkele laag toe te passen (lopend onderzoek voor de Tweede Maasvlakte), in tegenstelling tot de minimaal dubbele laag die voor de andere elementen en breuksteen geldt;
- Asfalt. Door toepassing van een met asfalt bekleed buitentalud wordt een dichte bekleding gerealiseerd. De bekleding kan vrij dun worden uitgevoerd, echter alleen boven water;
- Zand en grind. Met dit kleine materiaal kan een zeewering worden gecreëerd, mits de taludhelling heel flauw is of de golfaanval heel licht is.

### *Overslag en oploop bij een traditionele dijk*

Ter voorkoming van te grote overslag is een bepaalde hoogte van de dijk noodzakelijk. Deze hoogte wordt bepaald aan de hand van golfoploop- en golfoverslagberekeningen. Het overslagcriterium blijkt maatgevend, uitgaande van een overslagdebiet onder maatgevende omstandigheden van maximaal 10 liter per seconde per strekkende meter dijk ( $l/s/m'$ ) volgt een kruinhoogte van NAP + 18 m.

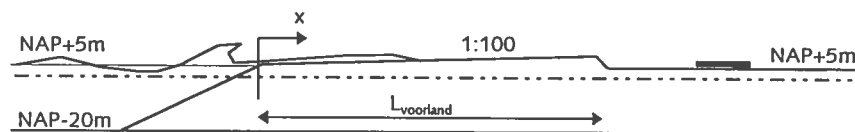
In het geval van het ontwerp van een eiland voor een vliegveld moet de hoogte van de zeewering worden geminimaliseerd. Dit is nodig om de afmetingen van het eiland te beperken, aangezien tussen de dijk en de start-/landingsbanen een bepaalde afstand, afhankelijk van de hoogte, wordt voorgeschreven (zie figuur 3.5). Hoe lager de zeewering, hoe kleiner de noodzakelijke afstand, waaruit volgt dat ook de uiteindelijke afmetingen van het eiland kleiner zullen worden.

Een verlaging van de kruinhoogte kan gerealiseerd worden door de aanleg van een berm. Deze reduceert de golfhoogte, als gevolg waarvan de resulterende overslag ook weer reduceert. De werking van een berm is optimaal indien deze rond MHW-niveau wordt aangelegd. In het ontwerp is gekozen voor een berm op MHW-niveau, met een breedte van 10 meter. Deze berm reduceert de golfhoogte zodanig dat de kruin kan worden verlaagd tot NAP + 15 m (figuur 4.6).

### *Overslag en oploop bij de voorland oplossing*

Zoals al is vermeld is de filosofie van deze innovatieve oplossing gebaseerd op het feit dat golven op een flauw talud vrij snel hun kracht verliezen. De voorland oplossing kan worden beschouwd als een dijk met een hele brede berm, waardoor de kruinhoogte tot nul wordt gereduceerd. Als de hiervoor benodigde breedte geen probleem vormt en de bekleding sterk genoeg kan worden gedimensioneerd voor de optredende stroomsnelheden, kan de voorland oplossing een aantrekkelijk alternatief vormen.

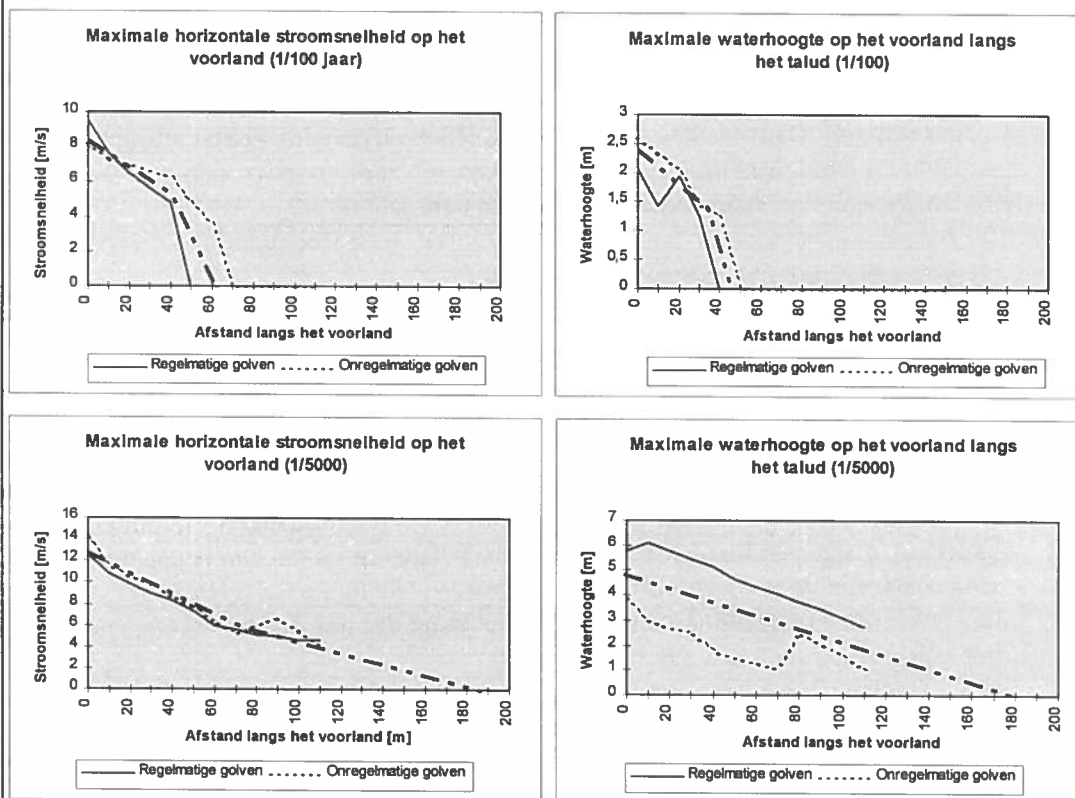
De voor de ontwerpomstandigheden benodigde lengte van het voorland kan worden bepaald met het computer model ODIFLOCS.



Met dit model kunnen, na invoer van maatgevende golf-, water- en geometrie gegevens, de horizontale stroomsnelheid en de hoogte van de watermassa die het voorland op stroomt worden bepaald, naast het resulterende overslagdebiët.

Het blijkt dat een lengte ( $L_{\text{voorland}}$ ) van 200 meter genoeg is om voor omstandigheden van 1/5000 jaar te voorkomen dat er enige overslag plaatsvindt, waardoor de banen (deels) onder water zouden kunnen komen te staan.

### Verloop van de maximale stroomsnelheid en waterhoogte langs het voorland



figuur 5.7

Verloop maximale stroomsnelheid en waterhoogte langs het voorland

De derde (dik gestreep-stipte) lijn is een gemiddelde en geëxtrapoleerde lijn

In de grafieken is te zien dat de maximale waarden voor beide overschrijdings-frequenties afnemen langs het voorland. Wel treedt een verschil op in de afstand waarover de golf het voorland oploopt. Die is bij de hogere waterstand en golfhoogte van een overschrijdings-frequentie van 1/5000 jaar veel groter. Ook is de watermassa op het voorland dan hoger.

Duidelijk is dat een lengte van 200 meter waarschijnlijk voldoende is om te voorkomen dat er enige overslag optreedt, bij 1/5000 jaar optredende omstandigheden.

Een verdere optimalisatie is in een volgende ontwerpfase eventueel nog mogelijk door de taludhelling van het voorland te variëren en de resulterende voorlandlengte te bepalen. Ook kan worden gevarieerd met de hoogte van het voorland. Aanleg van het talud onder water zou een lager gewicht en een kleinere hoeveelheid toe te passen bekleding kunnen opleveren.

De bekleding van het voorland moet zodanig zijn dat deze stabiel blijft gedurende omstandigheden die 1/5000 jaar voorkomen. Deze bekleding moet de krachten die de constructie belasten kunnen opnemen.

Op het eerste deel van het voorland breken de hoogste golven, hiervoor wordt de toplaagbekleding doorgetrokken. Het deel hierachter moet gedimensioneerd worden op de optredende turbulente stroom.

De afstand tot waar de toplaagbekleding op het voorland moet worden doorgetrokken is afhankelijk van de afstand tot waar de gevolgen van het breken van de golf merkbaar zijn (ca. een kwart golf lengte). Het is mogelijk het gewicht van de toplaag in stappen te laten afnemen.

Uit de snelheden op het talud volgt dat er geen klei kan worden gebruikt. Om een stabiele laag te verkrijgen kunnen waarschijnlijk gezette doorgroeistenen bovenop een laag klei worden toegepast of een asfaltbekleding. In deze gevallen is er geen of nauwelijks berging van water in de bekleding van het talud, het lijkt er echter op dat dit weinig invloed heeft.

#### *Variatie van de voorlandlengte*

Er kan worden besloten de lengte van het voorland te beperken. Dit ook weer vanuit de filosofie dat de banen best wel eens onder water mogen komen te staan. In het voorlopige ontwerp met een voorlandlengte van 200 meter gebeurt dit zelfs in een 1/5000 jaar voorkomende situatie nog niet. Door de lengte van het voorland tot bijvoorbeeld 50 meter te beperken, zal in omstandigheden van 1/100 jaar een enkele golf, doch in omstandigheden van 1/5000 jaar vrijwel elke golf, over het voorland heenslaan. In die laatste situatie resulteert er een zodanig overslagdebiet (in de orde van 5-10 m<sup>3</sup>/s) dat ernstig moet worden betwijfeld of dit weer voldoende snel is af te voeren en of dit niet tot aan de terminal zal stromen. Ter voorkoming van het bereiken van de terminal kan deze op een (lichte) verhoging worden uitgevoerd.

Andere mogelijkheden in dit geval zijn een keermuur aan het eind van het voorland, deze moet hoog genoeg zijn om de optredende waterhoogte tegen de muur te keren, of een systeem van kanalen achter de zeewering dat het water terugvoert naar zee.

Om geen problemen met te grote hoeveelheden overslaand water te krijgen, wordt de voorlandlengte voorlopig op 200 meter vastgesteld. In een latere fase is optimalisatie mogelijk.

figuur 5.8      Dwarsprofiel traditionele oplossing en voorland oplossing

De figuur is los bijgevoegd in de tekst

#### 5.4.4.    Benodigde hoeveelheden materiaal

Op basis van het voorgaande zijn doorsneden voor de twee typen zeeweringen ontworpen. In deze ontwerpen zijn de noodzakelijke bekledingslagen alsmede de filterlagen, die onder de toplaag moeten worden aangelegd, weergegeven. De noodzakelijke hoeveelheden van de materialen zijn nu te bepalen, uitgedrukt in hoeveelheden per meter zeewering en voor de totale lengte van de zeewering. In het voorlopige ontwerp wordt er van uitgegaan dat op ongeveer de helft van de totale dijk lengte aan de zwaarst aangevallen westzijde een zware constructie (14 km) wordt toegepast en de op andere helft aan de lichtst aangevallen oostzijde een lichte constructie (15 km) wordt toegepast.

Samengevat levert dit voor de twee typen zeewering en verschillende bekledingsmaterialen de volgende hoeveelheden:

|                                             |                    | <b>Breuksteen</b> | <b>Kubus</b> | <b>Tetrapode</b> | <b>Accropode</b> |
|---------------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------|------------------|------------------|
| gewicht per stuk                            | ton                | -                 | 50           | 35               | 15               |
| aantal                                      | -/m <sup>1</sup>   | -                 | 15           | 17               | 15               |
| totaal aantal zwaar uitgevoerd deel         | -                  | -                 | 210.000      | 240.000          | 200.000          |
| <b>Type 1: traditionele dijk</b>            |                    |                   |              |                  |                  |
| <b><i>zwaar aangevallen eilandzijde</i></b> |                    |                   |              |                  |                  |
| zware breuksteen (>300-1000 kg)             | ton/m <sup>1</sup> | 750               | 450          | 450              | 350              |
| totaal zwaar uitgevoerd deel                | kton               | 10.500            | 6.500        | 6.500            | 5.000            |
| <b><i>licht aangevallen eilandzijde</i></b> |                    |                   |              |                  |                  |
| zware breuksteen (>300-1000 kg)             | ton/m <sup>1</sup> | 600               | -            | -                | -                |
| totaal licht uitgevoerd deel                | kton               | 8.500             | -            | -                | -                |
| <b><i>totaal hele eiland</i></b>            | kton               | 19.000            | -            | -                | -                |
| <b>Type 2: voorland oplossing</b>           |                    |                   |              |                  |                  |
| <b><i>zwaar aangevallen eilandzijde</i></b> |                    |                   |              |                  |                  |
| zware breuksteen (> 300-1000 kg)            | ton/m <sup>1</sup> | 750               | 600          | 600              | 500              |
| totaal zwaar uitgevoerd deel                | kton               | 10.000            | 8.000        | 8.000            | 7.000            |
| <b><i>licht aangevallen eilandzijde</i></b> |                    |                   |              |                  |                  |
| zware breuksteen (>300-1000 kg)             | ton/m <sup>1</sup> | 450               | -            | -                | -                |
| totaal licht uitgevoerd deel                | kton               | 6.500             | -            | -                | -                |
| <b><i>totaal hele eiland</i></b>            | kton               | 16.500            | -            | -                | -                |

Met een geschatte weekproductie van 10.000 ton betekent dit een productietijd van 38 en 32 jaar voor respectievelijk type 1 en 2, indien de zeewering geheel in breuksteen wordt uitgevoerd. Dit is absoluut onaanvaardbaar. Hierbij geldt dat tegelijkertijd ook nog steen met kleinere sorteringen moet worden geleverd. In paragraaf 5.6 worden enkele alternatieven aangegeven waarmee de bouwtijd is te verkorten.

#### 5.4.5. Suggesties voor optimalisatie

De hiervoor gepresenteerde ontwerpen moeten gezien worden als uitgangssituaties, met deze ontwerpen als uitgangspunt is het mogelijk optimalere ontwerpen te bepalen. In een latere ontwerpfase te onderzoeken mogelijkheden in dit kader zijn:

- berm op NAP-10 m, hierdoor zou de golfhoogte gereduceerd kunnen worden, waardoor lichter en minder materiaal nodig is;
- dichte bekleding, deze bekleding is vaak in een dunnere laag uit te voeren dan een bekleding die uit losse elementen bestaat. Nadeel hiervan is wel dat een dichte laag meestal gladder is en dus een grote oploop tot gevolg heeft, en dat een dichte laag vaak duurder is;
- Verdiepte aanleg van het voorlandtalud, hierdoor is mogelijk minder en lichter materiaal benodigd.

Verder is het noodzakelijk dat van elk deel van het eiland afzonderlijk wordt bepaald hoe zwaar de zeewering moet zijn. Niet elk deel van het eiland wordt even zwaar aangevallen.

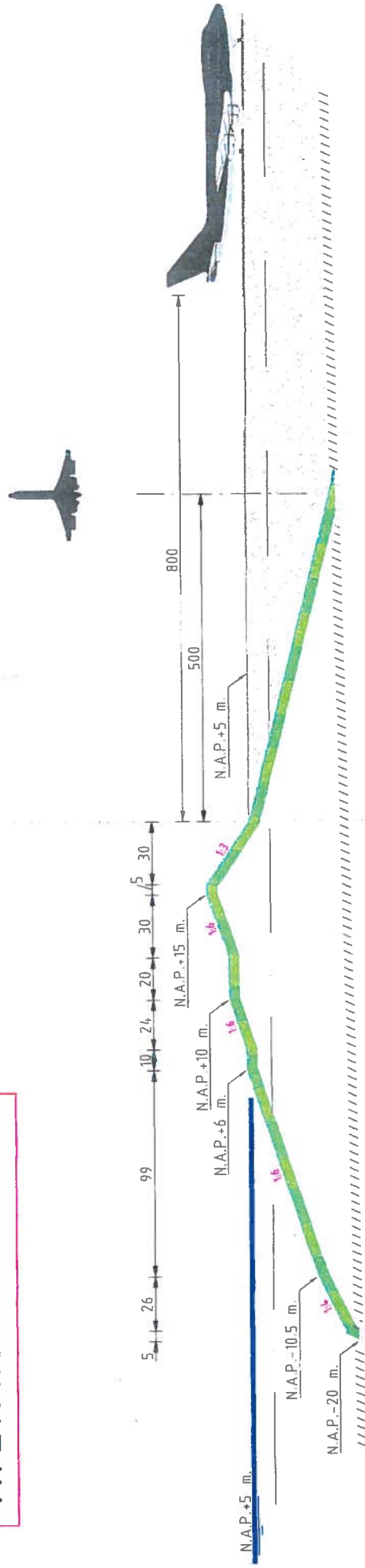
#### 5.4.6. Saltspray

Een speciaal probleem in het geval van een luchthaven in zee wordt gevormd door 'saltspray'. Zout zeewater wordt met de wind meegevoerd, nadat het in de lucht is gekomen bij het

Figuur 5.8

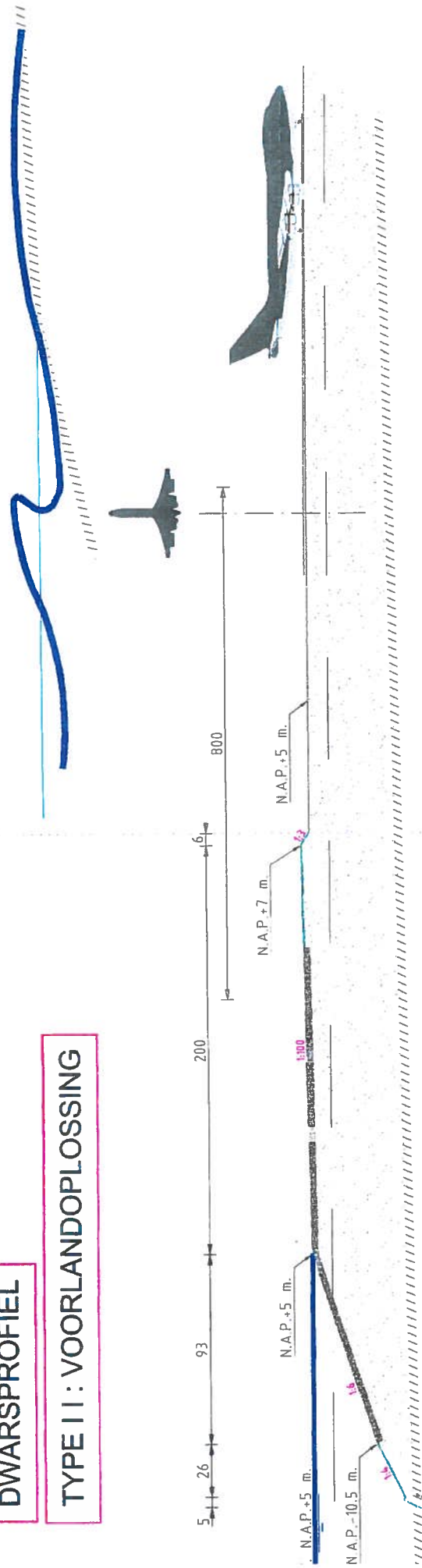
# DWARSPROFIEL

## TYPE I : TRADITIONELE DIJK



# DWARSPROFIEL

## TYPE II : VOORLANDOPLOSSING



breken van golven. Op een bepaald moment slaat dit in de vorm van saltspray (zoute regen) weer neer. Dit kan schade aan vliegtuigen veroorzaken in de vorm van corrosie-verschijnselen. Er is op dit moment nog weinig bekend over saltspray, maar duidelijk is dat het niet is te voorkomen, hoogstens te reduceren. De saltspray ontstaat door het breken van golven en speelt vooral een rol onder extreme omstandigheden. Onder dagelijkse omstandigheden is het effect veel kleiner. Het is te verminderen door de branding te beperken met behulp van een hierop aangepast ontwerp van de zeewering. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door het toepassen van een hele steile wering, waardoor de golven weerkaatsen in plaats van breken, of juist een hele flauwe wering, waardoor de golf wordt gedempt. Afname van de branding met behulp van speciaal constructiemateriaal lijkt moeilijk realiseerbaar.

Uit studentenonderzoek blijkt dat de grote aerosolen binnen enkele honderden meters tot 1 km neerslaan, terwijl depositie van kleine deeltjes pas op grote afstand (enkele kilometers) plaatsvindt. Voor de hoeveelheid zoutbelasting blijken voornamelijk de grote aerosolen een rol te spelen.

Door de blootstellingsduur van een vliegtuig aan een grote mate van saltspray te reduceren, kunnen negatieve effecten worden geminimaliseerd. Door de terminal met de vliegtuigopstelplaatsen in het centrum van het eiland of iets richting de lichtst aangevallen zijde te situeren, zover mogelijk van de punten waar een grote mate van saltspray is te verwachten, wordt de tijd die een vliegtuig op punten met een hoge zoutconcentratie doorbrengt gereduceerd. Alleen tijdens opstijgen en landen vliegt het door hogere zoutconcentraties, maar dan is de blootstellingsduur beperkt.

Het ziet er naar uit dat elke extra meter afstand tussen branding en vliegtuigen minder zoutbelasting betekent.

#### 5.4.7. Helling van het binnentalud van de zeewering

Om problemen met voor de luchtvaart hinderlijke luchtwervelingen te voorkomen moet de zeewering aan de binnenzijde met een zo flauw mogelijke helling worden uitgevoerd. Een helling van 1:7 wordt flauw genoeg geacht. Indien steilere hellingen worden toegepast kunnen wervelingen optreden die vliegtuigen uit koers kunnen brengen.

Het effect van een flauwe binnenzijde is voornamelijk van belang in het geval van de traditionele dijk, omdat hierbij het verschil tussen dijkkrui en maaiveld relatief groot is. Voor de voorland oplossing geldt dat het hoogste punt hiervan nauwelijks hoger ligt dan het maaiveld, met als gevolg dat luchtwervelingen in dit geval slechts op vrij bescheiden schaal zullen voorkomen.

### 5.5. Geotechniek

Uit de geologische informatie volgt dat op de locatie van het alternatieven voor een eiland in de Noordzee ver uit de kust (30 km) tot 10 tot 25 meter beneden de zeebodem (verkende diepte) een pakket zandlagen is aangetroffen behorende tot de Bligh Bank Formatie, de Twente Formatie en de Formatie van Kreftenheye. Deze zandlagen zullen ten gevolge van de aanleg van een eiland weinig samendrukken. De samendrukking die optreedt, zal binnen korte tijd zijn gerealiseerd. Er worden hier dan ook geen mogelijke problemen van verwacht.

Voor de locatie van een eiland in de Noordzee direct bij de kust (10 km) is de sterker samendrukbare laag aangetroffen die behoort tot de Elbow Formatie. Deze formatie bestaat uit zandlagen afgewisseld met kleilagen. De dikte van de Elbow Formatie varieert van 2 tot 10 meter. Door de gelaagdheid (afwisselend zand en klei) van deze Formatie zullen zettingen snel optreden.

De aanleg van een eiland heeft geen belangrijke geotechnische consequenties. Bij de aanleg hoeven geen wachttijden ingelast te worden in verband met de stabiliteit van de ondergrond. De zettingen die bij het creëren van een eiland optreden zijn niet van betekenis vergeleken bij

de benodigde constructiehoogte (orde grootte van de zettingen maximaal 1 meter). De zettingsverschillen tijdens de gebruiksfase zijn verwaarloosbaar.

## **5.6. Uitvoering en fasering**

### **5.6.1. Inleiding**

Het ontwerp van het eiland beslaat een oppervlakte van 4650 ha. De lengte van de zeewering die hiervoor nodig is bedraagt 29 km. Hiervan wordt circa 14 km als zwaar aangevallen beschouwd en de resterende 15 km als licht aangevallen. Dit zijn respectievelijk de naar zee en naar land gerichte zijden van het eiland. De totale hoeveelheid aan te brengen zand bedraagt zo'n 1,2 miljard m<sup>3</sup>.

De uitvoering beslaat de constructie van de verschillende onderdelen van het eiland: het opgespoten zandlichaam als ondergrond en de beschermende zeewering. Tijdens of na de voltooiing hiervan wordt tevens gewerkt aan de inrichting, oftewel de banen en terminal van het vliegveld, en de shuttleverbinding.

Omdat de bouw van een dergelijk groot project nog nergens ter wereld is vertoond (alleen de aanleg van het nieuwe vliegveld in Hong Kong is enigszins vergelijkbaar), zal de uitvoering ervan enkele unieke problemen met zich meebrengen met betrekking tot de gevraagde hoeveelheden materiaal en de daaruit volgende capaciteit van het materieel. Hiervoor moeten even unieke oplossingen mogelijk gemaakt worden.

De grootste problemen zullen optreden bij de productie en aanvoer van de zeer grote hoeveelheden breuksteen voor de bekledingslaag van de zeewering. De capaciteit hiervoor is op dit moment onvoldoende.

Er wordt van uitgegaan dat het realistisch is, dat zeven jaar de maximale tijd is tussen de start van de bouw en de landing van de eerste vliegtuigen en afhandeling van de eerste passagiers (zie bijlage deskundigensessie [25]). Voor een adequaat functioneren van het vliegveld zijn hiervoor op dat moment minimaal één hoofd- en één dwarsbaan noodzakelijk, plus een deel van het areaal. Het is dus niet noodzakelijk dat het eiland op dat moment geheel is voltooid, waardoor het mogelijk is de bouw van het eiland gefaseerd uit te voeren. In fase 1 moet het eiland zo ver voltooid zijn dat de twee genoemde banen plus areaal kunnen worden aangelegd. In de volgende fasen wordt het eiland uitgebouwd met ruimte voor extra banen. Er zullen nu eerst enkele mogelijkheden tot beperking van de grote vraag naar materiaal worden aangegeven die een verkleining van de problemen kunnen bewerkstelligen. Hierna zullen de verschillende fasen van de uitvoering worden behandeld.

### **5.6.2. Alternatieven met betrekking tot de vermindering van de hoeveelheid materiaal**

Zoals blijkt in paragraaf 0, is voor een adequate bescherming van het eiland zo'n grote hoeveelheid materiaal voor de zeewering noodzakelijk dat dit een probleem voor de steenproductie en de haalbare bouwsnelheid gaat opleveren. De geraamde bouw tijden, uitgaande van de huidige situatie, zijn veel te lang. Er wordt gestreefd naar een bouw tijd voor de eerste fase (eiland aangelegd ten behoeve van minimaal één hoofd- en één dwarsbaan) van 4 à 5 jaar.

De breuksteen van 6-10 ton is de zwaarst leverbare standaard sortering. Omdat deze zware fractie maar een klein deel uitmaakt van de totale hoeveelheid geproduceerde breuksteen kan de maximaal leverbare hoeveelheid van dit materiaal (nu ca. 10.000 ton/week) te klein geacht worden. Dit heeft een negatief effect op de haalbare bouwsnelheid terwijl het essentieel is dat deze maximaal is. Vanuit het oogpunt van een realisering binnen de gestelde tijd is het noodzakelijk dat er, indien grote hoeveelheden benodigd zijn, alternatieven zijn voor de uitvoering van de zeewering.

Een alternatief kan zijn een ander type bekledingsmateriaal, een ander ontwerp of een andere wijze van uitvoeren.

### *Bekledingsmateriaal*

Door gebruik te maken van de betonnen elementen, die nabij het werk kunnen worden gefabriceerd, wordt de aan te voeren hoeveelheid breuksteen verminderd (voor lagen onder de toplaag is nog steeds breuksteen nodig, zie tabel 5.3. De bouwsnelheid wordt dan afhankelijk van de te produceren en plaatsen hoeveelheid elementen binnen een bepaalde tijdseenheid.

Nadeel van het gebruik van betonelementen is dat deze ergens gefabriceerd moeten worden, ergens moeten uitharden en ergens moeten worden opgeslagen. Hiervoor is veel ruimte noodzakelijk. Tevens moeten deze elementen worden geplaatst met zwaar materieel in plaats van gestort, zoals lichtere breuksteen. Dit kan complicaties geven met betrekking tot de bouwsnelheid.

Ook is het mogelijk de zeewering te bekleden met asfalt. Hiervoor geldt dat dit duurder is, dat het alleen boven water bruikbaar is en dat het gladder is waardoor er een grotere golfoploop en -overslag op zal treden. De zeewering zal in dit geval dus hoger of breder moeten worden. Wellicht is een combinatie van de materialen interessant door een gedeelte van de zeewering in breuksteen uit te voeren, een gedeelte met betonnen elementen en/of een gedeelte met asfalt. Door gebruik te maken van de specifieke eigenschappen van de verschillende materialen kan dan een goede verdeling worden opgesteld. Door bijvoorbeeld de zeewering van de licht aangevallen zijde met asfalt te bekleden kan de extra hoogte of breedte van dit stuk zeewering in vergelijking met de rest van de zeewering worden beperkt.

### *Ontwerp*

Door zand te klappen (onderuit het baggervaartuig) tot circa NAP-10 m en daarmee het bodemniveau kunstmatig te verhogen, wordt de met zwaar materiaal te verdedigen hoogte van de zeewering verkleind. Hiervoor is het wel noodzakelijk dat het zand op deze diepte stabiel blijft liggen.

Een aanpassing zoals de voorland oplossing verkleint ook de benodigde hoeveelheid. In dit geval vervalt een gedeelte van de met breuksteen verdedigde kruin. De toepassing van een lage berm zou de golfhoogte kunnen verminderen, waardoor lichter materiaal geschikt kan zijn als toplaagbekleding.

### *Wijze van uitvoeren*

Indien men toch snel wil bouwen en de leverbare hoeveelheden niet voldoende kunstmatig zijn op te voeren en het ook niet mogelijk is voldoende andere typen bekledingsmateriaal te gebruiken, moet de oplossing gezocht worden in aanpassing van de wijze van uitvoeren. Door een voorlopig talud te beschermen op een relatief snel te realiseren wijze, is het niet nodig de zeewering direct met zwaar materiaal te bekleden. Een mogelijkheid hiervoor is de aanleg van een tijdelijke zeewering voor de geplande zeewering, wellicht door afgedankte tankers af te zinken, en op deze manier de golfkracht te verminderen. Hierachter of overheen kan dan de uiteindelijke zeewering in een lager tempo worden gerealiseerd.

Uitgaande van het feit dat de kans dat een zware storm gedurende de bouwtijd optreedt kleiner is dan tijdens de gehele levensduur van het eiland, kan men in eerste instantie een voorlopig, lichter uitgevoerd talud aanleggen. De aanleg van een talud onder een helling van 1:3, van zand gemengd met lichte breuksteen, is waarschijnlijk relatief snel mogelijk. Door vervolgens in het voor het zware materiaal maximaal mogelijke tempo de zeewering te verzwaren is toch een snelle uitvoering te realiseren, hierbij moet worden begonnen met belangrijke delen van de zeewering. Indien men bijvoorbeeld al tijdens de aanleg van het eiland, op het reeds voltooide gedeelte met de inrichting wil aanvangen, is het noodzakelijk dat de zeewering waarachter hiermee wordt begonnen als eerste wordt verzwaard. Indien dit een niet aanvaardbaar risico oplevert is het mogelijk het voorlopige talud te combineren met het afzinken van tankers of iets dergelijks.

#### *Verschil tussen huidige en toekomstige situatie*

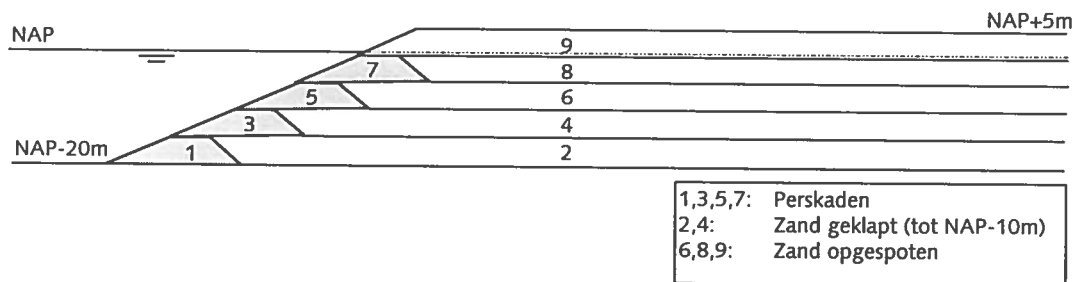
Tot slot is het de vraag of men zich voor wat betreft de maximaal leverbare hoeveelheden door de bestaande situatie moet laten leiden. Voor een dergelijk groot project is het bijvoorbeeld mogelijk nieuwe steengroeves te openen die de te leveren capaciteit wel kunnen bieden. Indien het baggermaterieel een beperkende factor is, is het voor een dergelijk project mogelijk een nieuw schip te laten bouwen. Hierdoor is de leverbare hoeveelheid aan de gevraagde bouwsnelheid aan te passen (zie bijlage deskundigensessie [25]).

#### 5.6.3. Uitvoering

Voor de opbouw van het eiland zijn verschillende mogelijkheden, waarbij twee hoofdactiviteiten zijn te onderscheiden:

- aanbrengen van het zand;
- aanbrengen van perskaden en steenbestortingen.

figuur 5.9 Schets van de verschillende fasen in de opbouw van het eiland



Perskaden worden toegepast om zandverlies te voorkomen en de zeewering met een vrij steil talud te kunnen opbouwen. Als materiaal hiervoor kan mijnsteen, slakkenmateriaal of fijne breuksteen worden gebruikt. Met behulp van splijtbakken of steenstorters worden de kaden onder water opgestort. Door een sleepopperzuiger wordt achter de perskade vervolgens zand gestort. Op dit hogere niveau wordt vervolgens weer een perskade opgebouwd, waar weer zand achter wordt gestort. Dit principe wordt herhaald zolang de vaardiepte voor het storten van de kade en het zand dit toelaat. Als de vaardiepte onvoldoende is kan worden overgegaan op een werkwijze waarbij het zand via een persleiding in het werk wordt gebracht (opgespoten).

Boven het niveau van NAP kunnen de perskaden met zand worden opgebouwd. Het onderwatertalud wordt waar nodig geprofileerd en vervolgens worden de kraagstukken (beschermende matten) hierop afgezonken. Hierna wordt de nabestorting uitgevoerd. Nadat de zeewering op hoogte is gebracht en geprofileerd, wordt de overige bekleding aangebracht. Deze bestaat uit verschillende lagen; een zware toplaag en een of meer onderliggende filterlagen.

De grote bulk van het zand, achter de zeeweringen, wordt met behulp van grote jumboprocessors tot een diepte van NAP - 10 m geklapt. Als dan de zeewering zover is geconstrueerd dat deze kan worden afgewerkt wordt het resterende gedeelte tot de ontworpen maaiveldhoogte van NAP + 5 m opgespoten met behulp van persleidingen of 'rainbowen', dat wil zeggen met een boogstraal vanaf het schip in het werk spuiten.

#### 5.6.4. Fasering

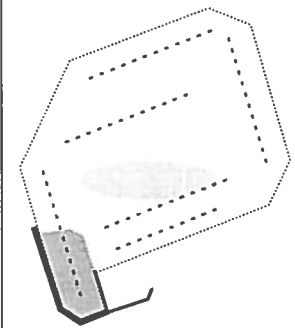
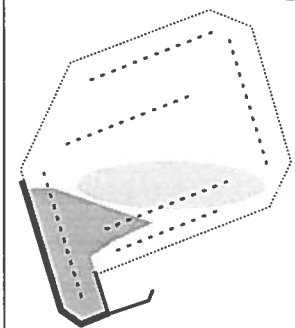
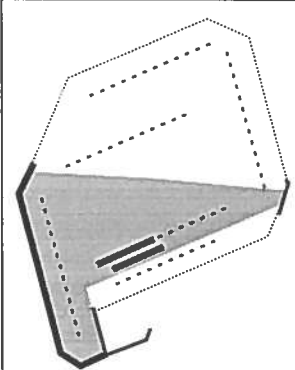
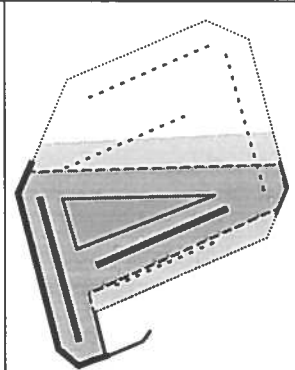
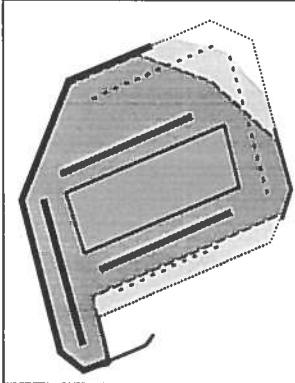
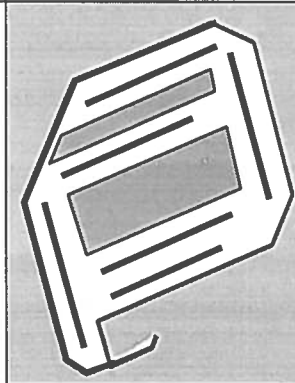
De uitvoering is in fasen op te delen. Als dit op een goede manier gebeurt is het mogelijk na de eerste fase het vliegveld al in gebruik te nemen en vanuit het dan voltooide deel verder te bouwen aan de rest van het eiland. Per fase kan worden aangegeven hoeveel materiaal er nodig is, waaruit volgt hoelang het duurt om die fase te voltooien.

Er wordt begonnen met de aanleg van een werkeiland (zie figuur 5.10), dit is een hoek van het eiland waar ruimte is voor een werkhaven, een betonfabriek, asfaltcentrale, tunnelfabriek en opslag. Het geheel wordt aangelegd in de zuidwestelijke hoek van het eiland, de werkhaven zal na voltooiing van het eiland als overslaghaven gaan dienen. De oppervlakte die hiervoor noodzakelijk is bedraagt ca. 3 km<sup>2</sup>.

Vanuit dit werkeiland in de zuidwestelijke hoek wordt in noordelijke richting verder gegaan met de uitvoering. In principe kan er vanaf dit moment worden begonnen met de inrichting van het reeds voltooide deel van het eiland. Als de bouw zover is gevorderd dat een zuidelijke hoofdbaan, de westelijke dwarsbaan en een deel van het areaal gereed zijn, kan het vliegveld reeds in gebruik worden genomen (fase 1 voltooid). Het noordelijk deel van het eiland kan later worden aangelegd, indien de hierdoor vergrote capaciteit nodig wordt geacht. Het eiland is geheel gereed na fase 3.

De delen van het reeds voltooide stuk die gedurende een langere periode (winter, storm, uitstel van het laatste deel van het eiland) onbeschermd zullen blijven, moeten een zodanige tijdelijke bescherming krijgen dat er geen grote delen van het eiland afslaan tijdens stormomstandigheden. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door een zeer flauw talud aan te leggen, vergelijkbaar met een strand. Het zand voor dit talud is later toch benodigd als ondergrond voor het volgende deel van het eiland. Een andere mogelijkheid is het toepassen van een steiler talud van zand, gemengd met lichte breuksteen, dit zou vrij snel kunnen worden aangelegd en is stabielere dan een talud van alleen zand.

figuur 5.10. Overzicht van de vordering van de bouw in de verschillende fasen. De hoeveelheden zijn cumulatief (eindtotaal hoeveelheden bij fase 3).

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                      |                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><b>Fase 0.1: Werkeiland</b><br/> Zware zw: 4 km<br/> Lichte zw: 2,5 km<br/> NAP+5: 3 km<sup>2</sup><br/> NAP-10: 4 km<sup>2</sup></p> <p>Zware breuksteen: 4000 kton<br/> Zand: 105 Mm<sup>3</sup></p> |   | <p><b>Fase 0.2</b><br/> Zware zw: 6 km<br/> Lichte zw: 2,5 km<br/> NAP+5: 6 km<sup>2</sup><br/> NAP-10: 8 km<sup>2</sup></p> <p>Zware breuksteen: 5450 kton<br/> Zand: 200 Mm<sup>3</sup></p> |
|  | <p><b>Fase 0.3</b><br/> Zware zw: 7 km<br/> Lichte zw: 3,5 km<br/> NAP+5: 18 km<sup>2</sup></p> <p>Zware breuksteen: 6615 kton<br/> Zand: 375 Mm<sup>3</sup></p>                                          |  | <p><b>Fase 1: Vliegveld deels bruikbaar</b><br/> Zware zw: 7 km<br/> Lichte zw: 4,5 km<br/> NAP+5: 21 km<sup>2</sup></p> <p>Zware breuksteen: 7050 kton<br/> Zand: 400 Mm<sup>3</sup></p>     |
|  | <p><b>Fase 2: Extra hoofdbaan</b><br/> Zware zw: 12 km<br/> Lichte zw: 3 km<br/> NAP+5: 39 km<sup>2</sup></p> <p>Zware breuksteen: 10.030 kton<br/> Zand: 975 Mm<sup>3</sup></p>                          |  | <p><b>Fase 3: Eiland voltooid</b><br/> Zware zw: 14 km<br/> Lichte zw: 15 km<br/> NAP+5: 46.5 km<sup>2</sup></p> <p>Zware breuksteen: 16.720 kton<br/> Zand: 1165 Mm<sup>3</sup></p>          |

#### 5.6.5. Flexibiliteit/uitbreidbaarheid

De flexibiliteit van een opgespoten eiland is vrij goed. Indien uitbreiding van de capaciteit is gewenst kan het eiland worden vergroot door een nieuw stuk land tegen het al bestaande eiland aan te leggen. Om de overlast aan de kust niet te vergroten zal uitbreiding in de vorm van extra banen altijd naar zee toe gericht moeten zijn. Voor aanvullende functies, zoals een strand en een boulevard e.d., wordt bij voorkeur aan de zuid- en eventueel aan de oostzijde ruimte gecreëerd. De verbinding tussen het areaal, in het centrum van het eiland, en deze aanvullende functies kan dan plaatsvinden via tunnels onder de banen door.

#### 5.6.6. Uitvoeringsduur

Er wordt verwacht dat de uitvoeringsduur afhankelijk is van de hoeveelheid te produceren breuksteen. Gesteld werd dat fase 1 binnen zeven jaar moet zijn afgerond. Als dit als uitgangspunt wordt genomen is te bepalen welke productie hiervoor moet worden geleverd. Voor de afronding van fase 1 zijn de volgende hoeveelheden materiaal nodig:

- zware breuksteen ( $\geq 300-1000$  kg): 7.050.000 ton
- zand: 400.000.000 m<sup>3</sup>

Om te bepalen wat de te leveren capaciteit wordt is een schatting van de werkbare periode per jaar nodig. Voor bagger- en opspuitwerk is dit ca. 48 weken per jaar. Voorlopig wordt aangenomen dat voor steenstorten hetzelfde geldt. Indien schepen die deze capaciteit kunnen leveren niet bestaan, kan men overwegen om, net als bij de bouw van de Oosterschelde Stormvloedkering, hiervoor nieuw materieel te bouwen.

Als de periode tussen start van de bouw en afhandeling van de eerste passagiers niet groter dan zeven jaar mag zijn, moet of de inrichting van het eiland al tijdens de bouw plaatsvinden, of de bouw eerder voltooid zijn. Als er van wordt uitgegaan dat bouw en inrichting op een gegeven moment parallel gaan verlopen is voor de aanleg van het eiland dus zeven jaar beschikbaar.

Zeven maal 48 weken, is 336 weken voor de bouw. Dit resulteert in een te leveren capaciteit van:

- zware breuksteen:  $7.050.000 / 336 \approx 21.000$  ton/week;
- zand:  $400.000.000 / 336 \approx 1.200.000$  m<sup>3</sup>/week.

Als er van wordt uitgegaan dat de aanleg van het eiland in 5 jaar moet zijn voltooid wordt dit respectievelijk:

- zware breuksteen:  $7.050.000 / 240 \approx 30.000$  ton/week;
- zand:  $400.000.000 / 240 \approx 1.670.000$  m<sup>3</sup>/week.

Er moet rekening worden gehouden met het feit dat in het begin het werk minder snel gaat, bijvoorbeeld doordat er nog geen werkeiland is en materiaal en materieel in die fase nog van het vaste land moeten komen. Daardoor zal of de opslag groot genoeg moeten zijn voor een buffer-voorraad, of de productiecapaciteit in latere fasen nog iets groter moeten zijn.

### 5.7. Effecten

#### 5.7.1. Morfologie en stroming

##### *Getij en stroming*

Door de aanleg van een eiland 10 tot 30 km uit de kust, verandert de grootschalige waterbeweging nauwelijks. Wel wordt in een gebied van circa 15 tot 40 km rond het eiland het stroombeeld beïnvloed. Aan weerskanten van het eiland nemen de stroomsnelheden met

circa 30% toe. Ten noorden en ten zuiden van het eiland zullen de stroomsnelheden afnemen. Tussen het eiland en de kust ontstaat een luwtegebied voor golven, waardoor sedimentatie kan ontstaan [3] en [21].

#### Morfologie

Een eiland beïnvloedt de huidige sedimentatie en erosiepatronen langs de kust en daarmee de zandbalans. Voor het gehele kustgebied tussen IJmuiden en Den Helder is het huidige zandverlies 1 à 2 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Dit zand komt deels ten goede aan de Waddenzee. Door de aanleg van een eiland in zee zullen de zand- en slibtransporten ingrijpend veranderen. Dit kan leiden tot een verminderde toevoer in de richting van de Waddenzee en een versterkte erosie (versnelde versteiling) van de Noord-Hollandse kust [3].

Voor een verdere invulling van de effecten op de morfologie wordt verwezen naar het rapport van de werkgroep morfologie in het kader van TNLI.

#### 5.7.2. Vogels

Mogelijke effecten van het geïntegreerde ontwerp op vogels zijn (zie ook paragraaf 4.8):

- Vergroting areaal broedgebied  
Zelfs voor varianten ver van de kust verwijderd is het denkbaar dat deze door meeuwen als broedgebied zullen worden gekoloniseerd. In de aanlegfase kan een vliegveld ook aantrekkelijk zijn voor sterns. Tevens is denkbaar dat Aalscholvers hier een voor hen geschikt broedgebied aantreffen.
- Afname overwinterings-/fourageergebied  
Deze afname is op de gehele Noordzee en kustzone beschouwd gering, zodat van een gering effect gesproken kan worden. Uit kustmorfologische voorspellingen moet blijken of het areaal zeebodem dat geschikt is voor schelpdieren en bereikbaar voor eidereenden en zee-eenden toeneemt of afneemt.
- Aanpassing trekroutes  
Mogelijk passen vogels hun trekroutes aan als een luchthaven als obstakel op hun weg komt, door hoger te vliegen, af te buigen of om te vliegen. Er is vooralsnog geen reden om dit effect als negatief voor vogels te bestempelen
- Aantrekking van vogels  
De luwe zijde van het eiland kan een aantrekkend effect op vogels uitoefenen om er te rusten. Tijdens de vogeltrek zal de luchthaven aantrekkelijk zijn als uitwijkplaats voor vogels.
- Verstoring  
Vaarbewegingen van en naar de luchthaven in de aanlegfase en daarna (onderhoud, transporten) hebben als verstoringbron een negatief effect op de op zee overwinterende vogels.

#### 5.7.3. Zeegebonden gebruik

In paragraaf 4.9 en 5.1 is reeds toegelicht welke zaken op dit gebied een rol spelen. Uit de themastudie Zeegebonden gebruik blijkt dat, als daar rekening mee gehouden wordt bij de exacte locatiekeuze van het eiland, er geen belemmeringen te verwachten zijn.

Tevens lijkt het erop dat ook de 12-mijls zone geen absolute belemmeringen oplevert. In hoeverre de bouw van een eiland buiten deze zone, dus op 20 km of meer uit de kust, procedurele vertraging oploopt blijft een punt van aandacht.

#### 5.7.4. Landschap

In de waardering van het landschap van de Noordzee speelt de leegte van de horizon een grote rol. Door de aanleg van een eiland in de Noordzee wordt de horizon mogelijk aangetast,

doordat aan de horizon een eiland en vliegtuigen zichtbaar zijn. De zichtbaarheid van het eiland wordt bepaald door twee aspecten:

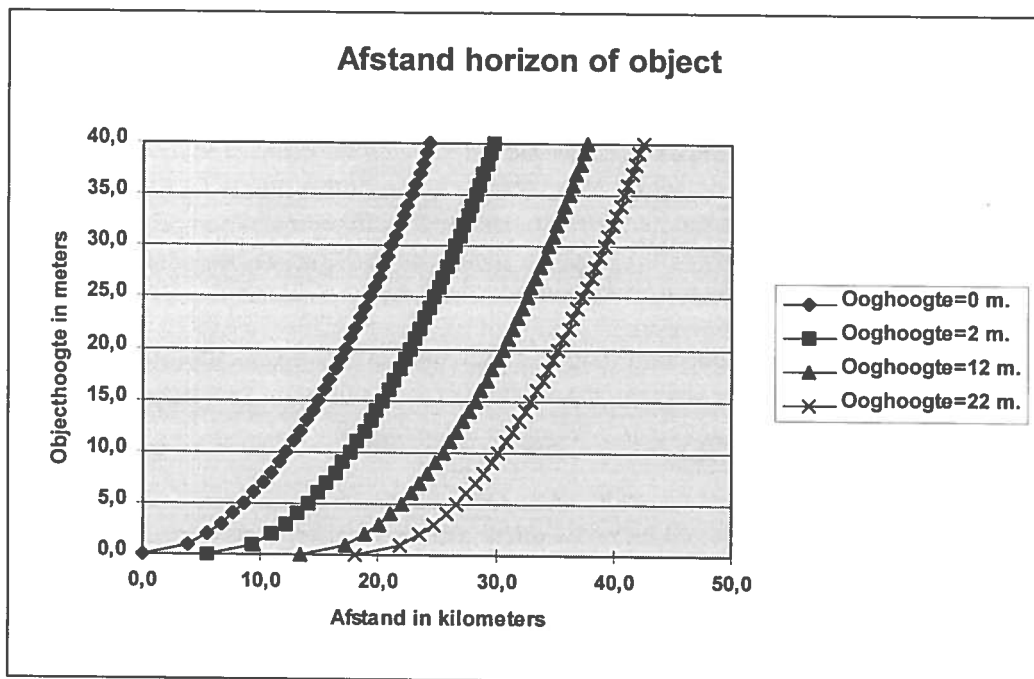
- zicht met betrekking op de weersomstandigheden (vochtgehalte, temperatuur)
- onzichtbaarheid als gevolg van de aardkromming in relatie tot de hoogte van de constructies op het eiland

Daarnaast is het mogelijk om de zichtbare delen van het eiland als het ware te camoufleren door het gebruik van bepaalde materialen en kleuren. De objecten op het eiland zullen hierdoor minder prominent aanwezig lijken.

#### *Weersomstandigheden*

De weersomstandigheden (voornamelijk luchtvochtigheid en temperatuur) beïnvloeden het zicht. In Nederland kan het zicht over zee onder zeer gunstige omstandigheden (lage luchtvochtigheid) tot 50 km zijn. In dat geval wordt het zicht op het eiland vanaf de kust, bepaald door de aardkromming. Slecht een beperkt deel van het jaar is het zicht echter helder. Veel vaker zijn de weersomstandigheden zodanig dat het zicht minder goed is. Vooral in de zomermaanden neemt het zicht, door een hogere luchtvochtigheid, af.

figuur 5.11 Onzichtbaarheid als gevolg van aardkromming



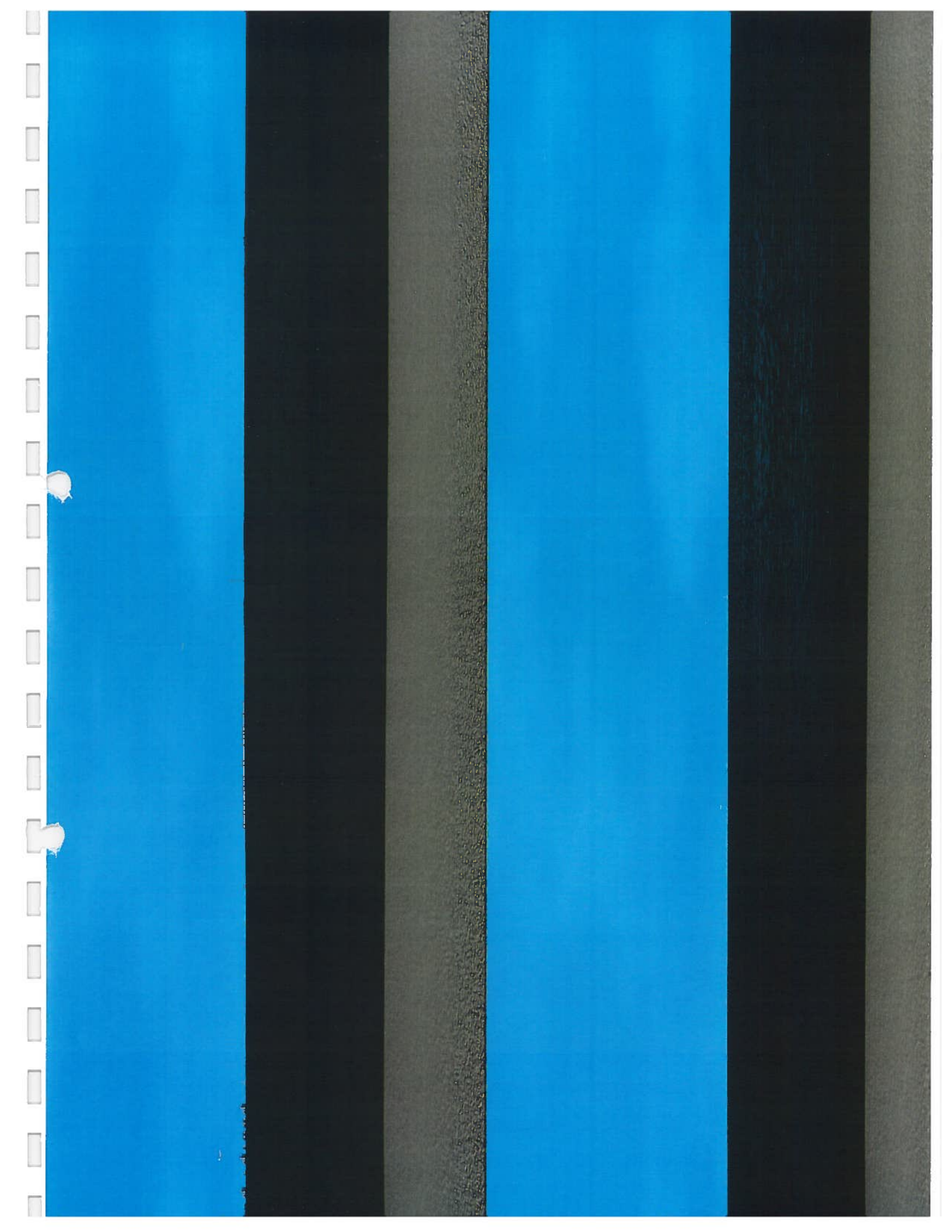
#### *Aardkromming*

Als gevolg van de kromming van de aarde zal een eiland in de Noordzee gedeeltelijk of helemaal als het ware achter de horizon verdwijnen (zie figuur 5.11). De mate waarin het eiland achter de horizon verdwijnt is afhankelijk van de afstand van het eiland tot de kust, de ooghoogte van de persoon en de hoogte en breedte van de objecten op het eiland. Ter informatie: de hoogte van een zeewering zal ongeveer 15 meter zijn en de hoogte van een terminal/hangar ongeveer 40 meter.

In de 3D visualisatie is tevens gekeken naar de zichtbaarheid van het eiland vanaf het strand. Een foto van deze visualisatie is bijgevoegd (figuur 5.12) om een beeld te geven van de zichtbaarheid van het eiland, afhankelijk van de aardkromming.

figuur 5.12 3-D visualisatie zichtbaarheid van het eiland op 10 en 30 km uit de kust

De figuur is los bijgevoegd



## 5.8. Planning

### 5.8.1. Algemeen

Voor de planning voor dit project worden drie fasen onderscheiden:

1. Proceduretraject vanaf de start van de Planologische Kern Beslissing (inclusief Startnotitie en Milieu Effect Rapportage; PKB en M.E.R.) tot aan de afronding van de benodigde vergunningen om de realisatie te kunnen starten. Hievoor is ten tijde van de IBV (nov. 1997) circa 7 jaar geschat vanaf de startnotitie voor de m.e.r., dus rond 2005;
2. Realisatie eerste fase, vanaf de aanbesteding tot aan het moment dat de eerste vliegtuigen kunnen landen en passagiers en vracht kunnen worden afgehandeld;
3. Realisatie tweede fase vanaf de landing van het eerste vliegtuig tot aan de voltooiing van het project.

Voor het proceduretraject is ten tijde van de opstelling van de IBV een periode van 7 jaar geschat. Uitgaande van de opstelling van een Startnotitie voor de PKB en M.E.R. einde 1998, zou het project einde 2005 kunnen worden gegund. De realisatietijden zijn naar verwachting verschillend voor de drie locaties (Noordzee, Maasvlakte en Noordzee). In principe zijn vier belangrijke bouwactiviteiten te onderscheiden:

- I. Realisatie van de fundering, dat wil zeggen aanleg van een eiland (Noordzee), landaanwinning (Maasvlakte) of grondverbetering (Flevoland) tot en met bouwrijp maken;
- II. Een mogelijke shuttleverbinding tussen Schiphol en een eiland in de Noordzee Eiland, of tussen de bestaande Maasvlakte en een Maasvlakte-Eiland.
- III. Inrichting van een luchthaven, inclusief de aanleg van start-/landingsbanen, taxibanen, opstelruimte, terminals, luchtverkeersbegeleidings-infrastructuur, nutsvoorzieningen etc.;
- IV. Uitbreiding van de bestaande landzijdige ontsluiting, d.w.z. verkeerswegen en spoorverbindingen. (rondom Schiphol, dan wel een Maasvlakte of Flevoland)

### 5.8.2. Locatie eiland in de Noordzee

Voor de eerste fase van de aanleg van een eiland is ten tijde van de IBV een periode van 9 jaar geschat (2 jaar aanbesteden plus 7 jaar bouwen). Dit is een redelijke periode voor een relatief conventionele bouwwijze. Voor een project van deze omvang mag echter van minder conventionele bouwwijzen worden uitgegaan. Op grond van voorlopige verkenning wordt uitgegaan van een bouwtijd van 4 tot 5 jaar voor de aanleg van de eerste fase van het eiland en de voltooiing van de eerste noodzakelijke inrichting (noodzakelijk voor de ontvangst en afhandeling van vliegtuigen), 1 tot 2 jaar later. De eerste fase wordt daarmee in 2012 voltooid, waarna jaarlijks ongeveer 20 miljoen passagiers kunnen worden afgehandeld en de 'uitbreidings-druk' op Schiphol kan worden weggenomen. Terwijl het aantal passagiers toeneemt, wordt het eiland af gebouwd tot een omvang van circa 70 miljoen passagiers (plus vracht) per jaar.

## 5.9. Conclusie

Voor een satelliet vliegveld in zee zijn voor 70 miljoen passagiers 4 hoofd- en 2 dwarsbanen nodig (zie figuur 5.2). Voor 20 miljoen passagiers, wat gezien kan worden als fase 1 in de ontwikkeling, zijn 1 hoofd- en 1 dwarsbaan nodig.

Het eiland is in het eindstadium 4500 ha groot. Het is met zand opgespoten tot 5 m + NAP en kan op twee manieren met zeeweringen verdedigd worden:

- 1) Een traditionele dijk tot 15 m + NAP;
- 2) Een voorland oplossing, waarbij de golven tijdens storm over de rand van het eiland lopen, maar waarbij de banen droog blijven.

Deze laatste oplossing biedt enkele aantrekkelijke voordelen (minder zichtbaarheid vanaf de kust, minder vogelproblemen, vliegtechnisch veiliger, waarschijnlijk goedkoper). De uitvoeringsduur van fase 1 bedraagt maximaal 7 jaar, waarna de eerste vliegtuigen kunnen landen. Met een proceduretijd van 6 jaar kan het vliegveld dus in 2012 in gebruik worden genomen.

Uitvoeringstechnisch lijken er geen onoplosbare problemen te zijn op het gebied van de geotechniek, het benodigde materiaalgebruik en de bouwsnelheid. De uitbreidbaarheid van een eiland in zee is goed. De faseerbaarheid is lastig, maar wel mogelijk.

Met de effecten op het gebied van geluidsoverlast, zichtbaarheid, stroming, morfologie, vogels en zeegebonden gebruik is in het ontwerp rekening gehouden. Deze effecten lijken beheersbaar. Over het algemeen kan gesteld worden dat het voor al deze aspecten beter is om het eiland verder uit de kust aan te leggen.

Voor de shuttle verbinding van het eiland met Schiphol wordt verwezen naar hoofdstuk 7 en voor de kosten wordt verwezen naar hoofdstuk 9.

## **6. Flevoland**

### **6.1. Huidige situatie**

Oostelijk Flevoland is in 1957 drooggelegd en heeft een oppervlakte van circa 54.000 ha. De ontwikkeling van deze polder heeft plaats gevonden in een tijd van toenemende welvaart, mechanisatie en mobiliteit en een groeiende bevolkingsdruk in het westen van het land. Oostelijk Flevoland wordt door de Knardijk gescheiden van Zuidelijk Flevoland. Deze polder, met een oppervlakte van ruim 43.000 ha werd in 1968 drooggelegd. Karakteristiek voor Oostelijk Flevoland is de open ruimte. In het ruimtelijke beleid wordt het behoud van de karakteristieke openheid van het polderlandschap nagestreefd [6].

#### **Landbouw**

Oostelijk Flevoland wordt overwegend gebruikt voor de landbouw. Ook in de toekomst zal deze sector van groot belang zijn in deze polder

#### **Natuur**

De belangrijke natuurgebieden van de Flevopolders bevinden zich aan de randen van de polder, zoals de Kievitslanden bij het Veluwemeer, het Roggebotzand bij het Vossemeer en de Oostvaardersplassen in Zuidelijk Flevoland. Deze gebieden zijn kerngebieden in de ecologische hoofdstructuur. De Knardijk en omgeving (die Oostelijk van Zuidelijk Flevoland scheidt) dient te gaan fungeren als voornaamste verbindingszone tussen deze natuurgebieden.

In de winter zijn de Flevopolders van belang als overwintergebied voor ganzen, die zich overwegend in de buurt van de randmeren ophouden. De ganzen trekken 's nachts heen en weer tussen de Noordoostpolder, Oostelijk Flevoland en de Oostvaarders- en Lepelaarplassen in Zuidelijk Flevoland.

#### **Bewoning**

Lelystad, met op de middellange termijn ongeveer 80.000 inwoners vormt de centrale stad in de Provincie Flevoland. Daarnaast is in Oostelijk Flevoland, mede met het oog op de verzorging van het agrarisch gebied, Dronten tot ontwikkeling gebracht. Deze stad oefent aantrekkingskracht uit op bewoners van de noordwest-Veluwe. In de regio rond Almere zijn VINEX bouwlocaties gepland. In het landelijk gebied liggen verder Swifterbant en Biddinghuizen. Voor een luchthaven in de provincie Flevoland is het tevens van belang rekening te houden met de woonkernen aan de randmeren, zoals Huizen, Harderwijk en Ermelo.

#### **Ruimtelijke economie**

Oostelijk Flevoland biedt in ruime mate een grote variatie mogelijkheden voor bedrijfsvestigingen. Verdere ontwikkeling gebeurt in nauwe relatie met de Randstad: er zijn bedrijven die vanuit de Randstad naar Oostelijk Flevoland komen, maar ook bedrijven van elders vestigen zich in Flevoland vanwege de korte afstand tot de Randstad.

#### **Recreatie**

Er zijn twee belangrijke recreatiezones, één langs de oever van het IJsselmeer en één langs de oever van de Randmeren. Daarnaast zijn er verschillende zogenaamde recreatieconcentratiegebieden, deze liggen allemaal aan de randen van de polder.

#### **Luchthaven Lelystad**

Begin 1997 is de startnotitie Lelystad Business Airport gepresenteerd. Hierin is een uitbreiding beschreven welke in de PKB Schiphol en Omgeving was aangegeven. Deze uitbreiding dient

om het zakelijk verkeer, lesvluchten, privévluchten en overige activiteiten welke niet essentieel zijn voor de mainport-ontwikkeling van Schiphol over te nemen. Luchthaven Lelystad zal zich zo kunnen ontwikkelen van een klein luchtvaartterrein tot een Business Airport (accent op zakelijk gebruik). Dit omvat meer dan een klein luchtvaartterrein, maar is geen regionale luchthaven, waar ook grootschalig commercieel personenvervoer, zwaar vrachtvervoer en nachtvluchten mogelijk zijn. De ontwikkeling tot Business Airport zal mogelijk zijn middels een tweede parallelle hulpbaan en een verlenging van de huidige baan tot 1600 à 1800 meter. Vliegverkeer tot een maximumgewicht van 20.000 kg zal gebruik van het vliegterrein kunnen maken.

### **Landzijdige ontsluiting**

Het belangrijkste knelpunt in de infrastructuur is de aansluiting van de A6 op de A1 bij Muiden. De overige infrastructuur heeft een zekere restcapaciteit. Toekomstige ontwikkelingen die worden voorzien zijn de N50 Lelystad-Kampen en parallel daaraan het spoor, de Hanze lijn. Voorts de verlenging van het spoor Hilversum-Lelystad naar de Noordoostpolder en verder.

## **6.2. Randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen ingegeven door Flevoland**

### **6.2.1. Inleiding**

Bij het ontwerp van een luchthaven moet rekening gehouden worden met een aantal aspecten. Ten eerste het luchtvaarttechnische aspect (o.a. oriëntatie van de banen, bruikbaarheidspercentages, capaciteit). Het tweede aspect wordt gevormd door de inpasbaarheid van een luchthaven in Flevoland. Hierbij spelen ecologie (vogelproblematiek), ruimtelijke ordening en de ligging van woonkernen (in verband met geluidsoverlast en veiligheid) een grote rol. Bij het ontwerpen van een luchthaven in Flevoland is in eerste instantie uitgegaan van een vanuit luchtvaarttechnisch en geluidshinder oogpunt zo optimaal mogelijk ontwerp (zie figuur 6.1). Aan het ontwerp van een luchthaven in Flevoland is door de TNLI organisatie en tevens vanuit andere themagroepen (vogelproblematiek, Ruimtelijke ordening, geluid) een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten gesteld en een aantal aspecten ter overwegingen gegeven. Deze randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen hebben geleid tot een geïntegreerd ontwerp tussen luchtvaarttechnische aspecten en aspecten op het gebied van civiele techniek, ecologie en ruimtelijke ordening.

### **6.2.2. Randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen variant Flevoland-Oost**

In de volgende alinea's zijn de randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen die een rol gespeeld hebben bij het ontwerp van de grootste variant (40 miljoen passagiers) voor een luchthaven in Flevoland, variant Oost, verwoord.

#### **vliegtechnisch/geluidstechnisch [10]:**

- Voor het behalen van een maximale capaciteit van 40 miljoen passagiersbewegingen is een banenstelsel nodig van:
  - 2 banen in de hoofdrichting, de optimale richting is 06/24, in verband met geluidsoverlast in Dronten en Swifterband is echter gekozen voor 05/23. De vliegroutes liggen nu tussen Dronten en Swifterbant in.
  - 2 dwarswindbanen, de optimale richting is 13/31, in verband met mogelijke geluidsoverlast voor woonkernen is gekozen voor 16/34. De vliegroutes passen hierdoor beter tussen Lelystad en Swifterband door, liggen voldoende van Biddinghuizen af en passen beter tussen Harderwijk en Nunspeet door. Deze aanpassing in de richting van de dwarswindbanen beïnvloedt de bruikbaarheid van het banenstelsel vrijwel niet.
- De noordelijke 06-24 baan is in operatie geoptimaliseerd met een extra (kleinere) baan kort er tegenaan.

- Het passagiersareaal is tussen hoofdbanen geplaatst, zodat de hoofdbanen zo min mogelijk overgestoken hoeven te worden om dit passagiersareaal te bereiken.
- Het vrachtareaal is geplaatst tussen dwarsbanen, gescheiden van het passagiersareaal.
- De ruimte tussen Dronten en Swifterband is beperkt. Hierdoor wordt verwacht dat, in verband met de geluidszones, slechts 1 aan/uitvliegroute acceptabel is tussen deze twee woonkernen door. Om deze reden wordt op korte afstand van de twee hoofdbanen een extra hoofdbaan aangelegd om de jaarcapaciteit (bij scheiding van kleine en grote vliegtuigen) van de luchthaven te vergroten. Geluidsberekeningen moeten echter nog aantonen of deze banenlay-out binnen de gestelde geluidsnormen valt.
- De dwarsbanen worden zoveel mogelijk noordwaarts tegen de koppen van de hoofdbanen aangeschoven om het ruimtebeslag in Flevoland te beperken. Hierdoor is de mogelijkheid van gecombineerd baangebruik van hoofd- en dwarsbanen zeer beperkt.
- De banen worden gestaggerd ten opzichte van elkaar ontworpen, in verband met de efficiëntie van de taxibanen.

**vogels:**

- De aan- en uitvliegzones van de dwarsbanen moeten op minimaal 5,5 km liggen van de vogeltrekroute op de land/water grens van Flevoland ten noordoosten van Lelystad.

**ruimtelijke ordening:**

- In verband met de beperkte ruimte in Flevoland moet de luchthaven zo compact mogelijk ontworpen worden.
- De luchthaven moet bij voorkeur geen (grote) wegen en waterwegen snijden.

figuur 6.1      Ontwerp Flevoland-Oost, optimaal vanuit luchtvaarttechnische overwegingen  
Opmerking: Deze lay-out van het banenstelsel heeft geen kruisende banen, waardoor gecombineerd baangebruik mogelijk wordt. Het effect is echter dat het ruimtebeslag enorm toeneemt, wat onacceptabel is vanuit het oogpunt van Ruimtelijke Ordening.

|                                         |
|-----------------------------------------|
| De figuur is los bijgevoegd in de tekst |
|-----------------------------------------|

**6.2.3. Randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen varianten Flevoland-Zuid en Lelystad**

In onderstaande alinea's zijn de randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen verwoord die aan de basis hebben gestaan van het geïntegreerde schetsontwerp.

**vliegtechnisch/geluidstechnisch [10]:**

- Voor het behalen van de gevraagde maximale jaarcapaciteit van 10 tot 20 miljoen passagiersbewegingen is een banenstelsel nodig met 1 hoofdbaan. De optimale richting voor deze baan is 06/24. In verband met mogelijke geluidsoverlast in Dronten, Almere en Zeewolde is echter gekozen voor 05/23.
- Het passagiers en vrachtareaal is zuidelijk van de hoofdbaan geplaatst. Dit laat uitbreiding met een 2<sup>e</sup> hoofdbaan in de toekomst toe.

**vogels:**

- Vanuit het aspect vogelproblematiek worden bij de varianten Flevoland-Zuid en Flevoland-Lelystad geen grote beperkingen verwacht (slechts enkele dagen per jaar significante hinder).

**ruimtelijke ordening:**

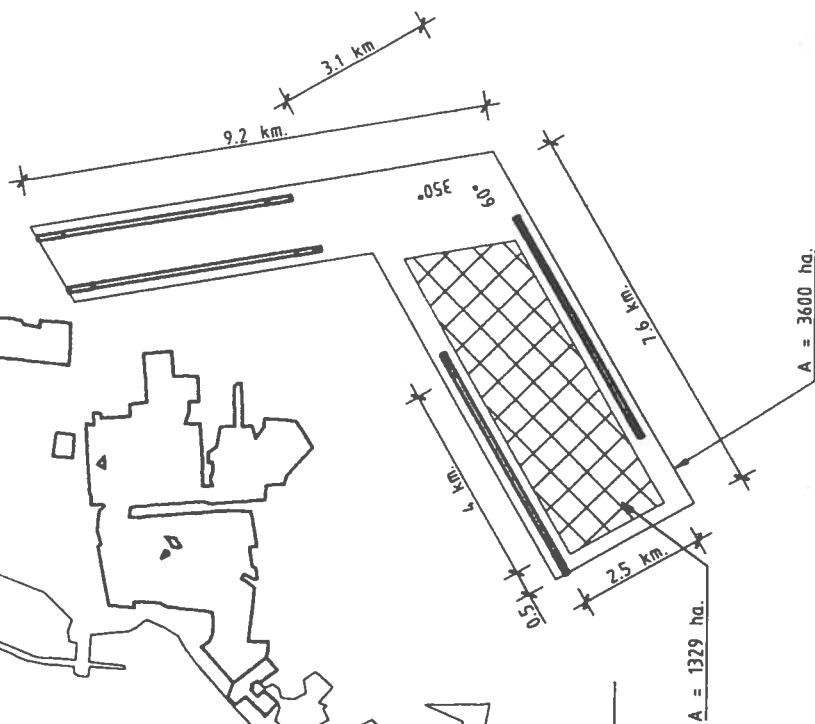
- In verband met de beperkte ruimte in Flevoland moet de luchthaven zo compact mogelijk ontworpen worden.

Lelystad

Almere-  
stad

Dronte

Harderwi



- De luchthaven moet bij voorkeur geen (grote) wegen en waterwegen snijden.
- Bij voorkeur niet de Knardijk tussen zuidelijk en oostelijk Flevoland snijden.

### 6.3. Het geïntegreerde ontwerp

De overloop varianten met 20 miljoen passagiers (kleine overloop) en 10 miljoen passagiers (afpelvariant) zijn bedoeld als 'verlichting' van Schiphol. De bruikbaarheid van deze luchthavenvarianten hoeft dan ook minder groot te zijn dan de bruikbaarheid van de grote overloop variant met 40 miljoen passagiers. De grote overloop dient een volwaardige luchthaven te zijn en dus een hoge bruikbaarheid te hebben (minimaal 98%). De lagere eis die gesteld wordt aan de bruikbaarheid van de Flevoland overloop varianten, met 10 miljoen en 20 miljoen passagiers, betekent dat voor deze luchthavens in Flevoland dwarswindbanen niet absoluut nodig zijn. De bruikbaarheid van de luchthaven zonder dwarswindbaan neemt af tot 96 à 97%. In het geval de overloop in Flevoland niet bruikbaar is zal Schiphol een oplossing moeten bieden voor de uitwijkende vliegtuigen.

In het ontwerp van de luchthaven Flevoland-Oost is gekozen voor een lay-out met dwarswindbanen. De varianten Flevoland-Zuid en Flevoland-Lelystad bestaan enkel uit hoofdbanen. In verband met de ruimtelijke ordening, vogeltrekroutes en geluidscontouren wordt het niet haalbaar geacht om dwarswindbanen in deze ontwerpen op te nemen. De bruikbaarheid van de luchthaven zal door de afwezigheid van dwarswindbanen afnemen tot ongeveer 96 à 97%. In het ontwerp bevatten de kleine varianten (tot maximaal 20 miljoen passagiersbewegingen) alleen de noordelijke hoofdbaan, de grote varianten (tot maximaal 40 passagiersbewegingen) bevatten wel beide hoofdbanen. De onderstaande overwegingen bij het ontwerpen van een luchthaven zijn gebaseerd op de enkelbaans varianten (10 tot 20 miljoen passagiers).

#### 6.3.1. Het geïntegreerde ontwerp variant Flevoland-Oost

figuur 6.2 Het geïntegreerde ontwerp luchthaven Flevoland oost

figuur met ontwerp tekening luchthaven  
figuur a: ligging van de luchthaven in Flevoland  
figuur b: het banenstelsel in detail

Rekening houdend met de in paragraaf 6.2.2 genoemde aspecten is de luchthaven in Flevoland-Oost ontworpen, zoals aangegeven in figuur 6.2. Het basisontwerp gaat uit van 2 hoofdbanen en 2 dwarswindbanen, zonder beperkingen in de uit- en aanvliegroutes. De vliegbewegingen van en naar de noordoostelijke richting zijn echter naar alle waarschijnlijkheid beperkt mogelijk in verband met geluidsoverlast in Swifterband en Dronten. Om toch aan de gevraagde capaciteit te kunnen voldoen is daarom in het ontwerp een 3<sup>e</sup> hoofdbaan gepland. In tabel 6.1 is naast de capaciteit van het basisontwerp ook de capaciteit aangegeven van de luchthaven opties met een 3<sup>e</sup> baan en beperkingen in noordoostelijke richting. Zoals te zien is de capaciteit van de opties met beperkingen in noordoostelijke richting lager dan de capaciteit van het basisontwerp, ontwerp met 2 hoofdbanen zonder beperkingen. Dit kan verklaard worden door 'gemengd baangebruik' (landen en starten door elkaar op dezelfde baan). Een stelsel zonder beperkingen in een bepaalde richting zal door gemengd baangebruik een hogere jaarcapaciteit hebben.

In alle drie de opties hebben de dwarsbanen te maken met beperkingen, zowel in noordwestelijke richting, als in zuidoostelijke richting. De beperkingen zijn het gevolg van mogelijke geluidsoverlast in Biddinghuizen en Lelystad.

Op het banenstelsel van de Flevoland-Oost variant is beperkt gecombineerd baangebruik mogelijk.

De totale luchthaven heeft een oppervlak van ongeveer 2760 ha, afhankelijk van twee of drie hoofdbanen. In totaal is hiervan 1410 ha bedoeld als passagiers- en vrachtareaal, dat voornamelijk gesitueerd is tussen de hoofdbanen.

In tabel 6.1 zijn kentallen weergegeven met betrekking op het banenstelsel van de variant Flevoland-Oost.

tabel 6.1 Cijfers met betrekking op het optimale ontwerp van Flevoland-Oost

| Banenstelsel                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Hoofdbanen                                                                                                                                                                                                | 2 of 3 banen in de richting 05-23 (50°- 230°)                                                                                             |                            |
| Richting dwarswindbanen                                                                                                                                                                                   | 2 banen in de richting 16-34 (160°- 340°)                                                                                                 |                            |
| Capaciteit                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                           |                            |
| Gevraagde jaarcapaciteit                                                                                                                                                                                  | maximaal 40 miljoen passagiersbewegingen                                                                                                  |                            |
| Verwachte jaarcapaciteit                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                           |                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• gedeeltelijk beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• zonder beperkingen in noordoostelijke richting</li></ul> | maximaal 21/24 miljoen passagiersbewegingen<br>maximaal 32/36 miljoen passagiersbewegingen<br>maximaal 35/40 miljoen passagiersbewegingen |                            |
| Vliegbewegingen in een piekuur                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                           |                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• gedeeltelijk beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• zonder beperkingen in noordoostelijke richting</li></ul> | 50<br>75<br>84                                                                                                                            |                            |
| Jaarlijks aantal vliegbewegingen                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                           |                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• gedeeltelijk beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• zonder beperkingen in noordoostelijke richting</li></ul> | 175.000 tot 215.000<br>265.000 tot 320.000<br>295.000 tot 360.000                                                                         |                            |
| Bruikbaarheid van het banenstelsel                                                                                                                                                                        | op jaarbasis                                                                                                                              | 6 slechtste mnd.           |
| Bruikbaarheid hoofdbanen                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                           |                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• gedeeltelijk beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• zonder beperkingen in noordoostelijke richting</li></ul> | 97,0%<br>97,0%<br>97,0%                                                                                                                   | 95,4%<br>95,4%<br>95,4%    |
| Bruikbaarheid, inclusief dwarswindbanen                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                           |                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• gedeeltelijk beperkt in noordoostelijke richting</li><li>• zonder beperkingen in noordoostelijke richting</li></ul> | 99,22%<br>99,22%<br>99,22%                                                                                                                | 98,66%<br>98,66%<br>98,66% |

Voor een uitgebreidere beschrijving van het ontwerp wordt verwezen naar de rapportage van NACO[10]. Voor een betere voorstelling van het ontwerp wordt verwezen naar de 3-dimensionale visualisatie waarvan foto's op de volgende pagina's zijn opgenomen (zie figuur 6.3).

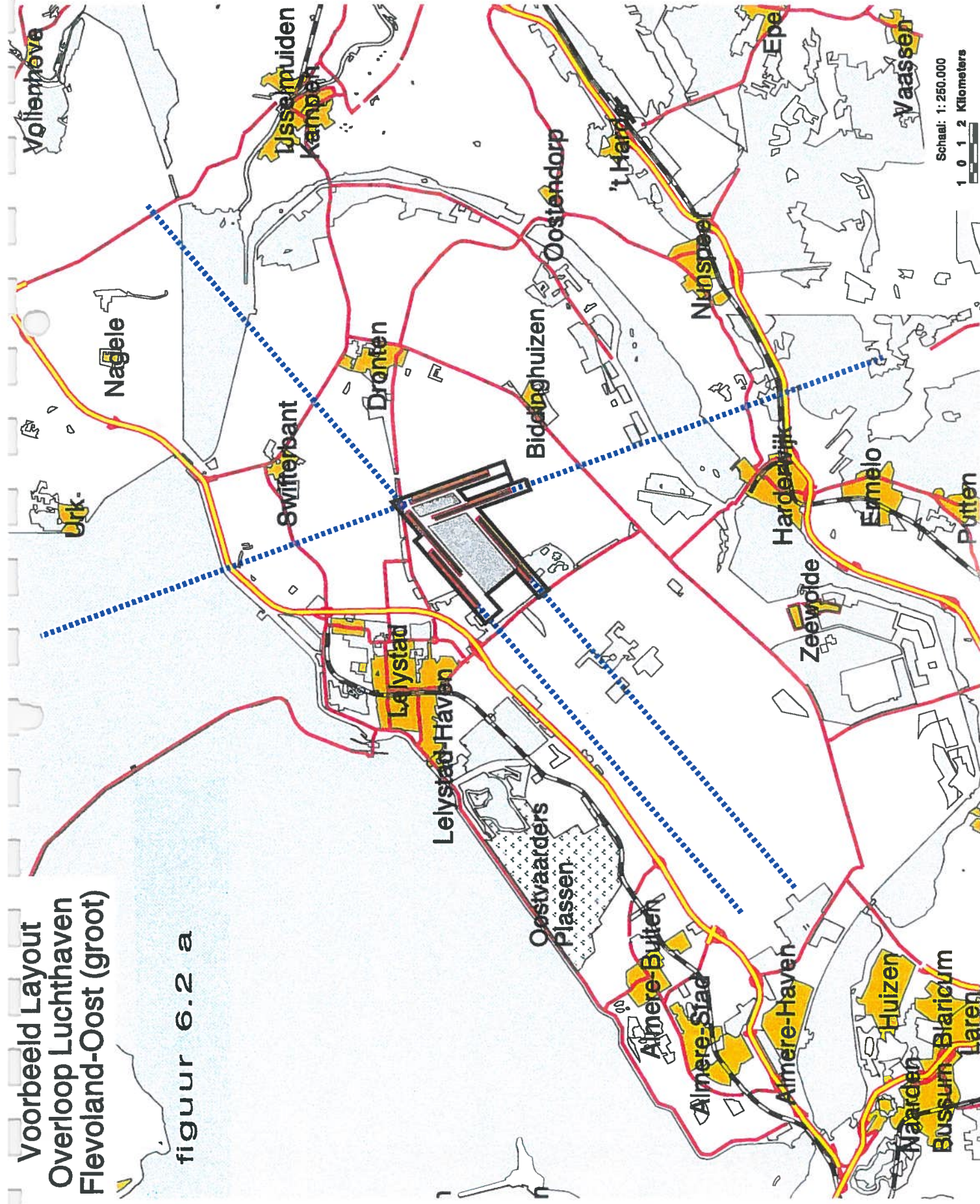
figuur 6.3 3-dimensionale visualisatie van een luchthaven variant Flevoland-Oost

figuur a: bovenaanzicht Flevoland-Oost  
 figuur b: overzicht Flevoland-Oost  
 figuur c: overzicht van de terminals Flevoland-Oost  
 figuur d: detail terminal Flevoland-Oost

De figuren zijn los bijgevoegd in de tekst

# Voorbeeld Layout Overloop Luchthaven Flevoland-Oost (groot)

figuur 6.2 a



## LEGENDA



TNLI

auteur: A.E.M.J. Coorens  
datum: 30 juni 1998  
archiefnr: TNLI-4-T-98120  
(c) Meekundige Dienst Emmen



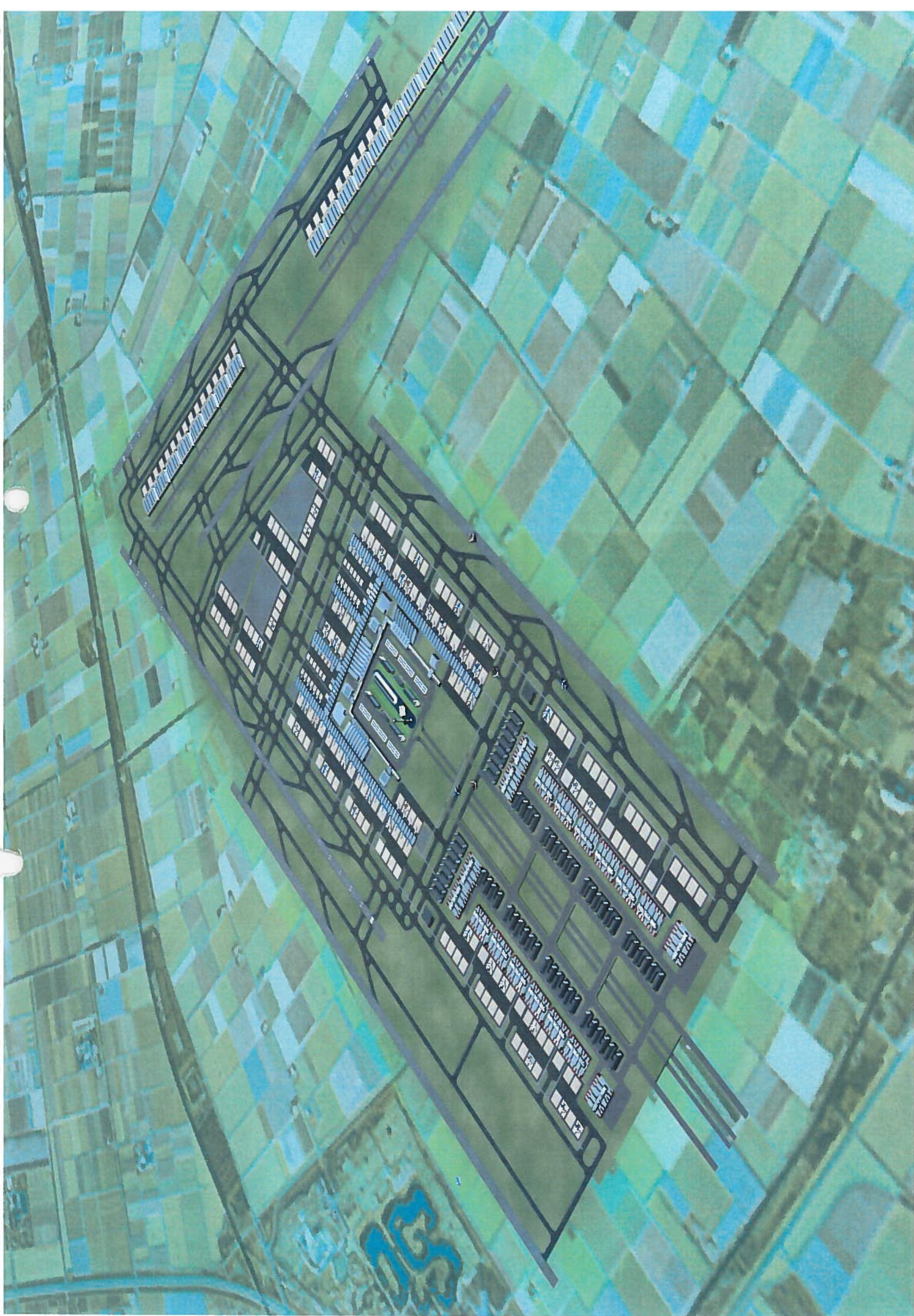
Bouwdienst Rijkswaterstaat

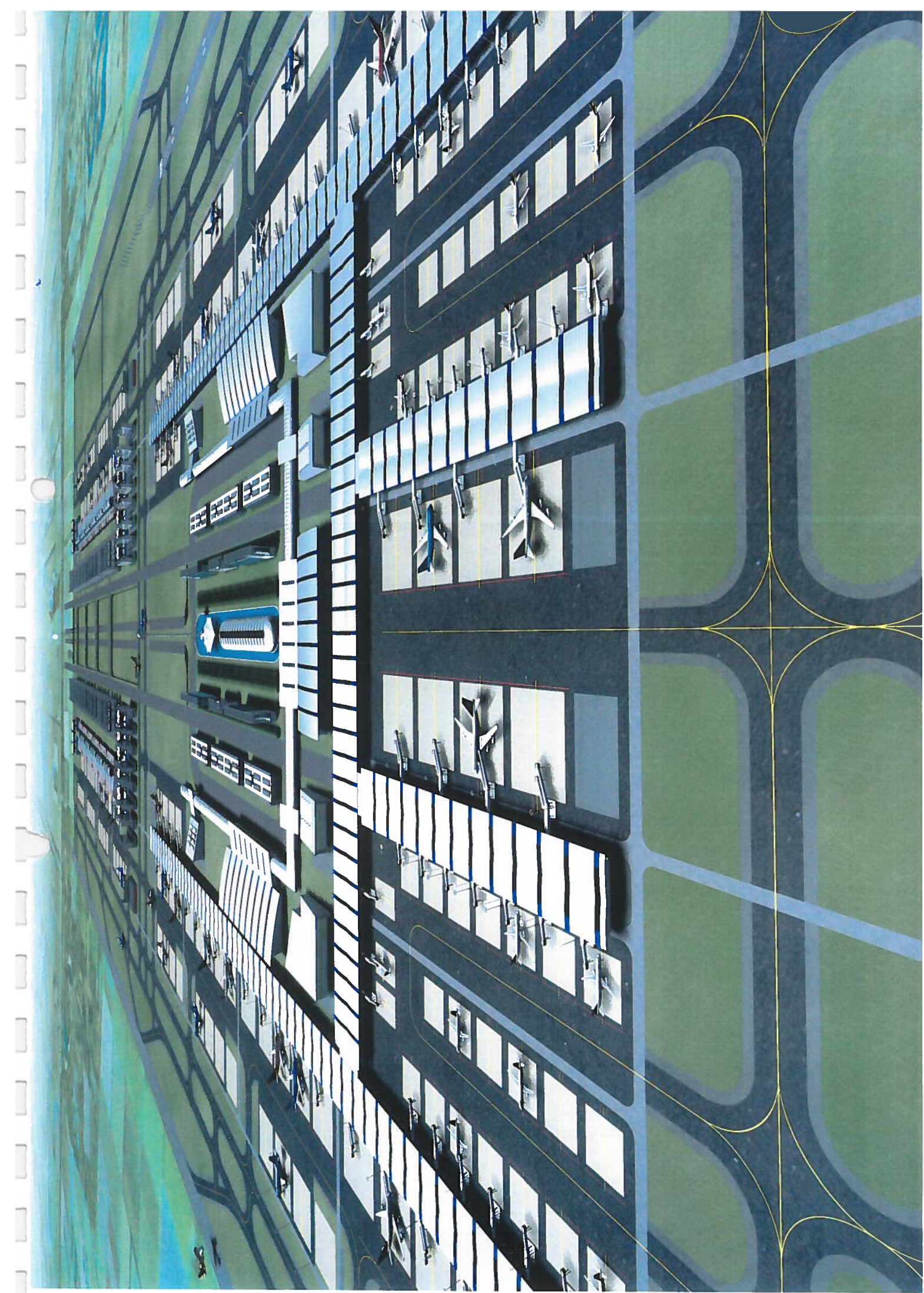
Schaal: 1: 250.000

1 0 1 2 Kilometers











## 6.3.2. Het geïntegreerde ontwerp variant Flevoland-Zuid en Flevoland-Lelystad

figuur 6.4 Het geïntegreerde ontwerp van een luchthaven variant Flevoland-Zuid en Lelystad

figuur a: overzicht kleine luchthaven  
 figuur b: detail van een kleine luchthaven  
 figuur c: overzicht van een grote luchthaven  
 figuur d: detail van een kleine luchthaven

De figuren zijn los bijgevoegd in de tekst

Rekening houdend met de in de vorige alinea's genoemde aspecten is tot het schetsontwerp gekomen, zoals is aangegeven in figuur 6.4. Voor de varianten Flevoland-Zuid en Flevoland-Lelystad, zijn twee opties onderzocht. De optie maximaal 20 miljoen passagiers en de optie maximaal 40 miljoen passagiers. De lay-out voor de twee varianten ('Zuid' en 'Lelystad') is vooralsnog hetzelfde. Voor beide varianten geldt dat het niet mogelijk lijkt om dwarswindbanen in te passen in de omgeving. Dwarswindbanen zouden aanzienlijke geluidsoverlast veroorzaken in Harderwijk, Ermelo, Zeewolde en Lelystad. Gekozen is daarom voor een luchthaven lay-out zonder dwarswindbanen. De bruikbaarheid van de luchthaven daalt daardoor tot 95,4% in de slechtste 6 maanden en 97% over het hele jaar berekend. De luchthaven voor maximaal 20 miljoen passagiers heeft 1 baan in de hoofdrichting. Indien de toekomst zal de luchthaven mogelijk uitgroeien tot een luchthaven voor maximaal 40 miljoen passagiers en zal er een 2<sup>e</sup>, zuidelijker gelegen hoofdbaan, aangelegd worden. De luchthaven tot maximaal 20 miljoen passagiers bestrijkt in totaal ongeveer 930 ha, waarvan 350 ha passagiers- en vrachtareaal. Een luchthaven tot 40 miljoen passagiers bestrijkt het dubbele (1860 ha). Het passagiers- en vrachtareaal is tussen de hoofdbanen gesitueerd.

tabel 6.2 Cijfers met betrekking op het optimale ontwerp van variant Flevoland-Zuid en Flevoland-Lelystad

| Banenstelsel                                                                                                                                                 |  |                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hoofdbanen                                                                                                                                                   |  | 1 of 2 banen in de richting 05-24 (60°- 230°)                                              |
| Dwarswindbanen                                                                                                                                               |  | niet van toepassing                                                                        |
| Capaciteit                                                                                                                                                   |  |                                                                                            |
| Gevraagde jaarcapaciteit                                                                                                                                     |  |                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>grote variant</li><li>kleine variant</li></ul>                                                                         |  | maximaal 40 miljoen passagiersbewegingen<br>maximaal 20 miljoen passagiersbewegingen       |
| Verwachte jaarcapaciteit                                                                                                                                     |  |                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>grote variant (zonder beperkingen in NO richting)</li><li>kleine variant (zonder beperkingen in NO richting)</li></ul> |  | maximaal 35/40 miljoen passagiersbewegingen<br>maximaal 15/20 miljoen passagiersbewegingen |
| Vliegbewegingen in een piekuur                                                                                                                               |  |                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>grote variant (zonder beperkingen in NO richting)</li><li>kleine variant (zonder beperkingen in NO richting)</li></ul> |  | 84<br>42                                                                                   |
| Jaarlijks aantal vliegbewegingen                                                                                                                             |  |                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>grote variant (zonder beperkingen in NO richting)</li><li>kleine variant (zonder beperkingen in NO richting)</li></ul> |  | 295.000 tot 360.000<br>150.000 tot 180.000                                                 |
| Bruikbaarheid van het banenstelsel                                                                                                                           |  | op jaarbasis                                                                               |
| Bruikbaarheid hoofdbanen                                                                                                                                     |  | 6 slechtste mnd.                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"><li>grote variant (zonder beperkingen in NO richting)</li><li>kleine variant (zonder beperkingen in NO richting)</li></ul> |  | 97,0%<br>97,0%                                                                             |
|                                                                                                                                                              |  | 95,4%<br>95,4%                                                                             |

Voor een uitgebreidere beschrijving van het ontwerp wordt verwezen naar de rapportage van NACO [10]. Voor een betere voorstelling van het ontwerp wordt verwezen naar de 3-

dimensionale visualisatie waarvan foto's op de volgende pagina's zijn opgenomen (zie figuur 6.5).

figuur 6.5 3-dimensionale visualisatie van een luchthaven Flevoland-Zuid en Lelystad

figuur a: bovenaanzicht Flevoland-Zuid klein  
figuur b: bovenaanzicht Flevoland-Zuid groot  
figuur c: bovenaanzicht Flevoland Lelystad klein  
figuur d: bovenaanzicht Flevoland Lelystad groot  
figuur e: Flevoland Lelystad overzicht

De figuren zijn los bijgevoegd in de tekst

#### 6.4. Geotechniek

Uit de geologie van Flevoland blijkt dat de bodem bestaat uit Pleistocene lagen, die vrij dicht aan het oppervlak liggen en voornamelijk bestaan uit zandlagen. De samendrukking ten gevolge van een bovenbelasting is voor deze (Pleistocene) zandlagen verwaarloosbaar. Het bovenliggende Holocene (voornamelijk klei- en veenlagen) varieert in dikte van 1 tot 5 meter en bestaat hoofdzakelijk uit sterk samendrukbare kleilagen. Plaatselijk komt in het Holocene een basisveenlaag voor, variërend in dikte van 0,5 tot 2 meter.

De aanwezigheid van de klei- en veenlagen van het Holocene, met een gemiddelde dikte van 3 meter heeft tot gevolg dat voordat het mogelijk is een luchthaven in Flevoland aan te leggen, een grondverbetering noodzakelijk is. De mogelijkheden voor grondverbetering, het verwijderen van Holocene kleilagen, het geforceerd samendrukken hiervan of een combinatie van beide methoden worden hieronder nader beschouwd.

##### *Verwijderen van de Holocene kleilagen*

Het verwijderen van de Holocene kleilaag en het vervolgens aanbrengen van weinig samendrukbare grond (zand) is een optie waarbij geen wachttijden nodig zijn voor de aanleg van het vliegveld. In verband met de waterhuishouding is het van belang dat tussen de zandlagen van het Pleistoceen en de aan te brengen zandlaag een waterremmende laag (folie) aanwezig is. Voor deze optie geldt dat tijdens de uitvoering wellicht een forse bemaling benodigd is.

##### *Geforceerd samendrukken van de Holocene kleilagen*

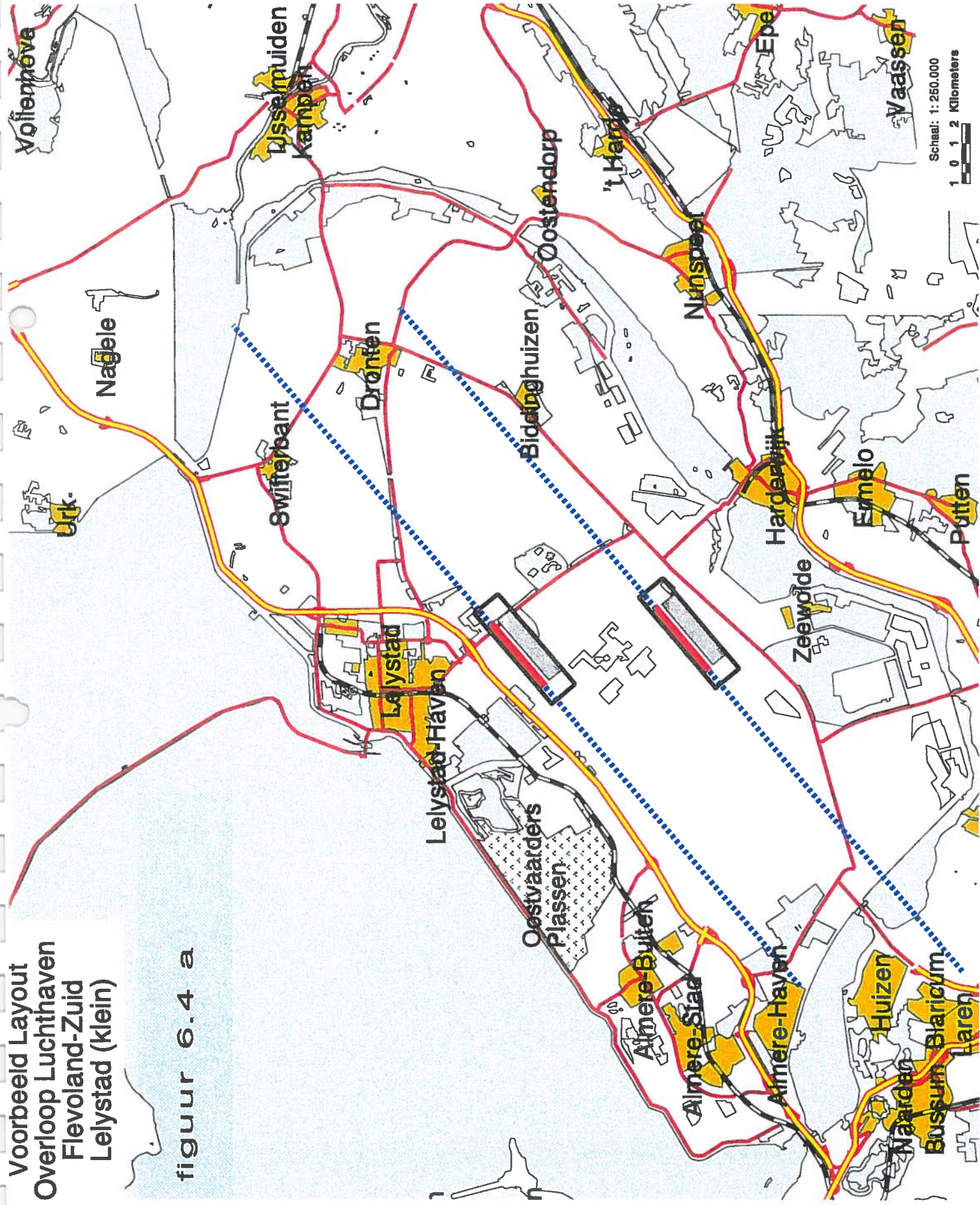
Een bovenbelasting in de vorm van een zandlichaam van 2,5 meter gedurende een jaar heeft naar schatting tot gevolg dat de gemiddelde zetting circa 0,5 meter bedraagt en de optredende zettingsverschillen in de gebruiksfase 0,05 tot 0,1 meter bedragen, plaatselijk oplopend tot 0,2 meter. Door het aanbrengen van een grotere bovenbelasting wordt bewerkstelligd dat de zettingen sneller optreden en/of de zettingsverschillen in de gebruiksfase kleiner zijn. Het bespoedigen van het proces door een verticale drainage is niet aan te bevelen omdat de Holocene kleilaag op een groot gedeelte slechts 1 tot 2 meter dik is, waarbij het efficiënt aanbrengen van een drainagesysteem praktisch niet haalbaar is.

##### *Combinatie van beide technieken*

Een combinatie van verwijderen van een deel van de samendrukbare grondlagen en geforceerd samendrukken van het overig deel is een interessante optie wanneer de dikte van de samendrukbare laag groot is. Gezien de geringe dikte van de samendrukbare lagen in de beschouwde situatie (gemiddelde dikte van 3 meter en plaatselijk 1 tot 2 meter) is deze optie niet aan de orde.

Voorbeeld Layout  
Overloop Luchthaven  
Flevoland-Zuid  
Lelystad (klein)

figuur 6.4 a



# LEGENDA

- Begrenzing vliegveld
- Water
- Plaatsen
- Bos
- Start- / Landingsbaan
- Aanvliegroute
- Snelwegen
- Hoofdspoor
- Wegen



TNLI

auteur: A.E.M.J. Coorens  
datum: 30 juni 1998  
architect: TNLI-4-T-98122  
(c) Meekundige Dienst Emmen

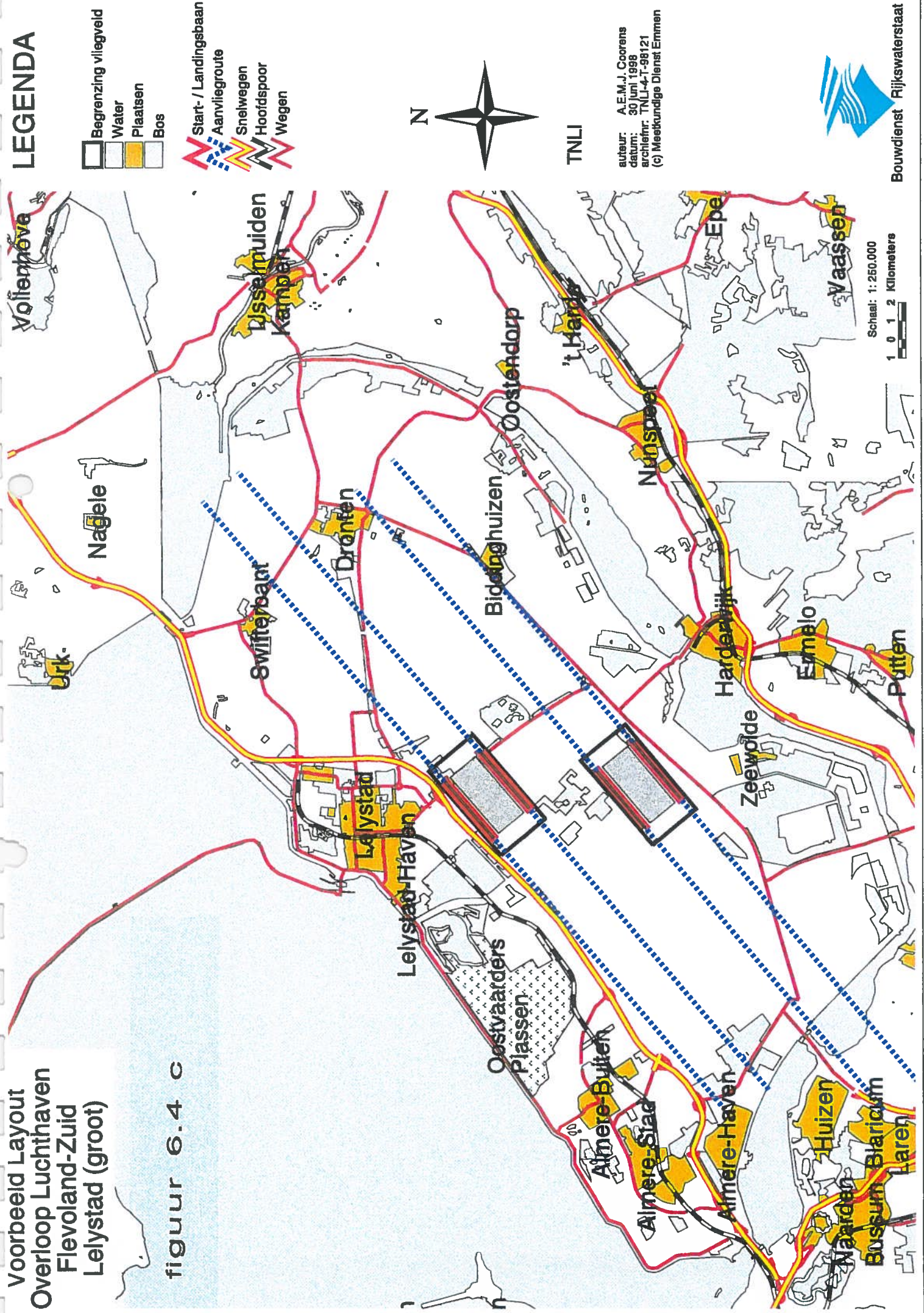


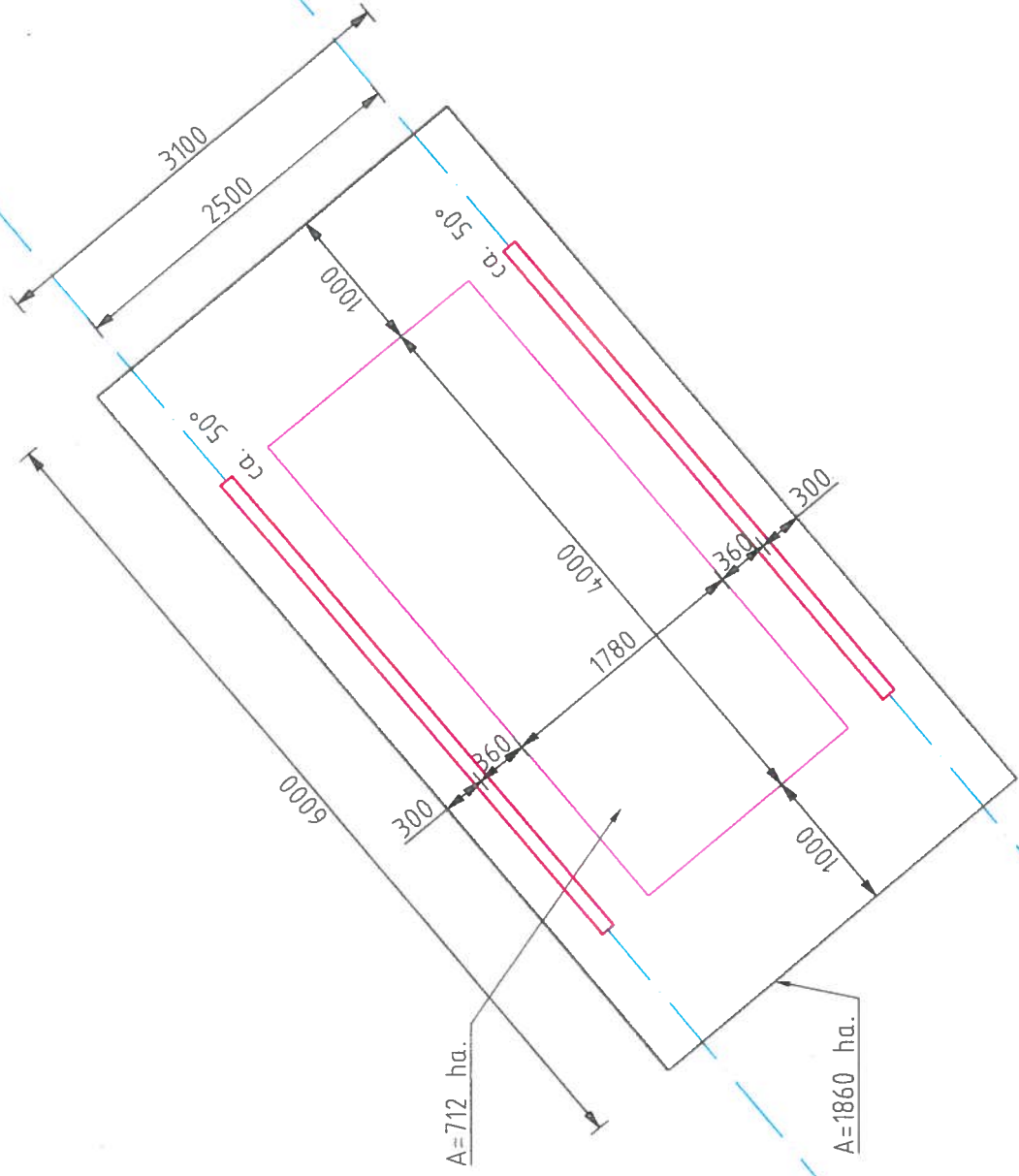
Schaal: 1:250.000  
1 0 1 2 Kilometers



Voorbeeld Layout  
Overloop Luchthaven  
Flevoland-Zuid  
Lelystad (groot)

figuur 6.4 c





figuur 6.4 d

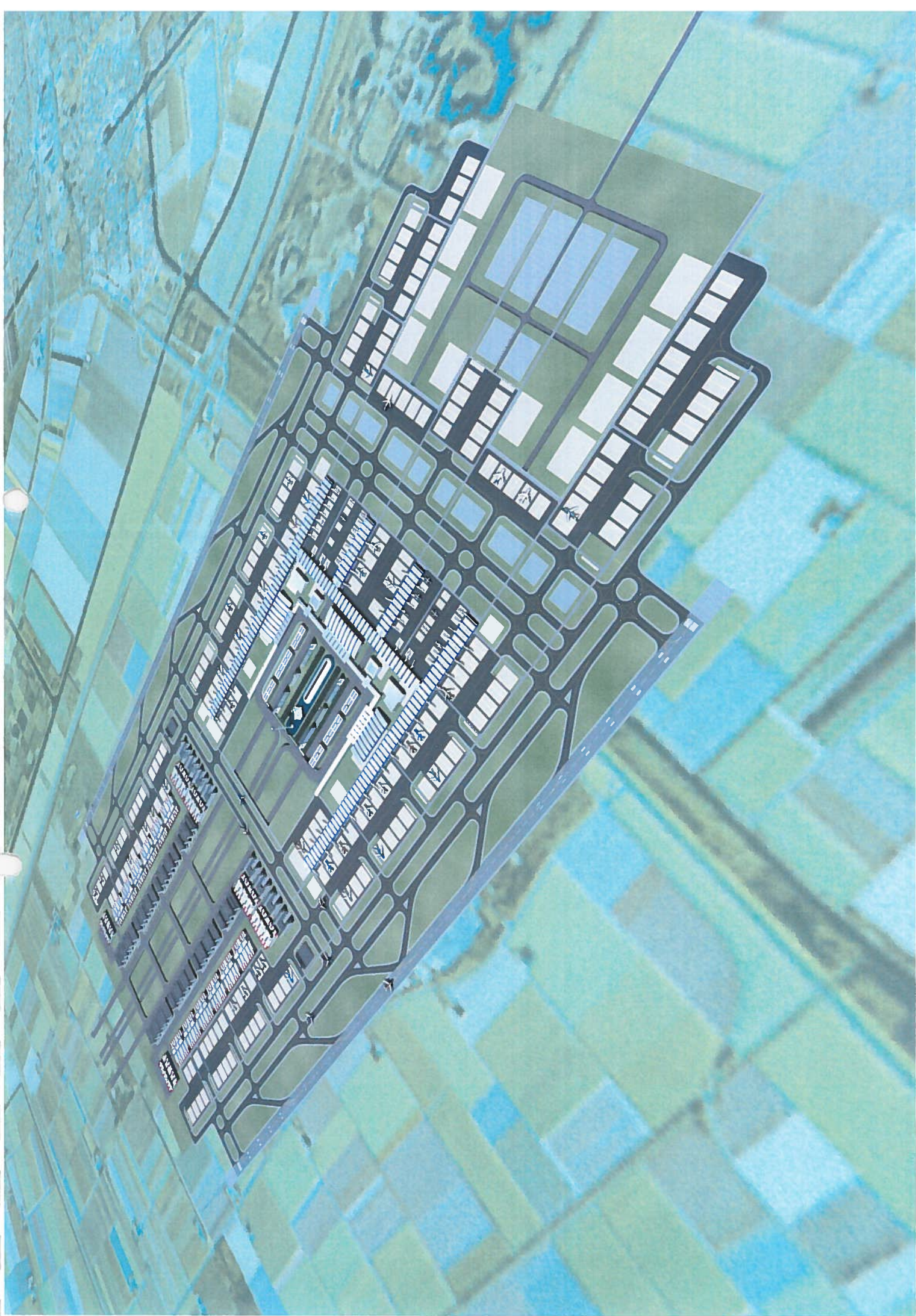












## 6.5. Uitvoering en fasering Flevoland

### 6.5.1. Inleiding

Voor alle drie de locaties in Flevoland geldt dat de uitvoering van een vliegveld daar een geheel ander verhaal is dan de uitvoering van een vliegveld in zee. Het is in dit geval niet nodig een eiland aan te leggen, het vliegveld wordt op de bestaande ondergrond aangelegd. Dit is echter niet zonder meer mogelijk. Uit de geotechnische eisen blijkt dat de ondergrond hier niet draagkrachtig genoeg voor is.

De varianten Flevoland-Zuid en Lelystad gaan elk uit van maximaal twee hoofdbanen in de laatste fase, terwijl in het geval van de variant Flevoland-Oost ook nog een extra hoofdbaan en twee dwarsbanen kunnen worden toegevoegd. De eerste fase bestaat uit één hoofd- en, indien van toepassing, eventueel één dwarsbaan plus een deel van het areaal.

### 6.5.2. Uitvoering

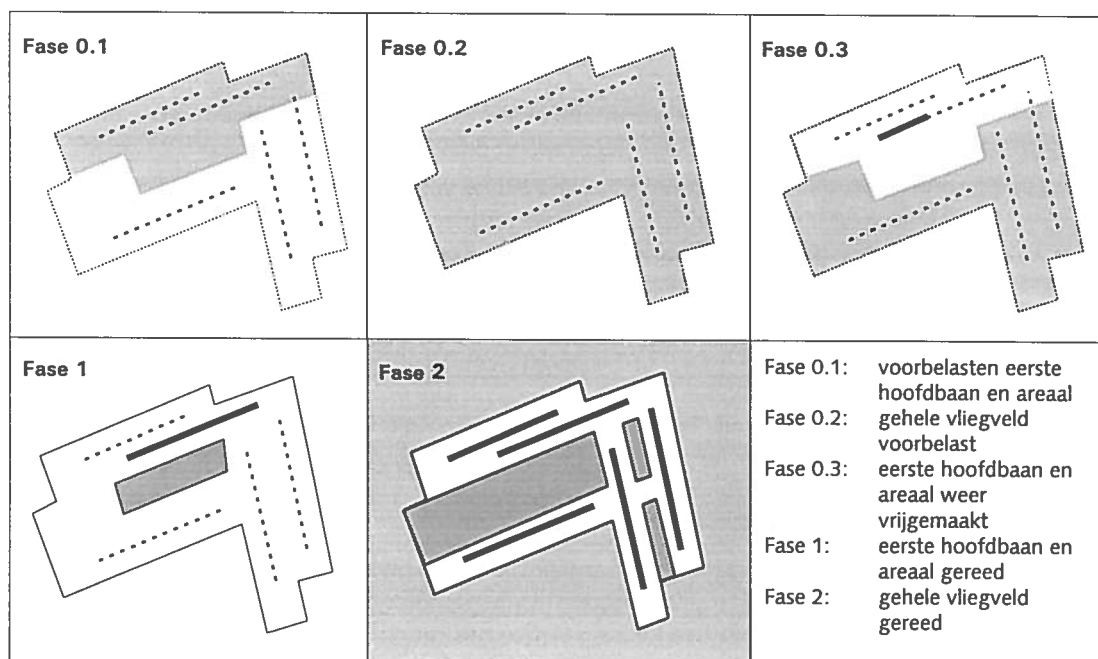
Omdat de ondergrond niet draagkrachtig genoeg is, zal voordat wordt begonnen met de aanleg van de nieuwe luchthaven, een grondverbetering moeten worden toegepast (zie paragraaf 0). Voor de geforceerde samendrukking van de Holocene lagen door een bovenbelasting wordt een zandlaag op de gehele oppervlakte van de luchthaven aangelegd. Hiermee kan worden aangevangen zodra de noodzakelijke infrastructuur is aangelegd. Na een vastgestelde periode wordt de zandlaag verwijderd, waarna kan worden begonnen met de inrichting van de luchthaven (zie figuur 6.6).

### 6.5.3. Fasering

#### *Flevoland-Oost*

Het vliegveld is in gebruik te nemen als één van de noordelijke hoofdbanen (met de aan/uitvliegroute tussen Dronten en Swifterbant door) en een deel van het areaal gereed zijn. Om dit zo snel mogelijk te realiseren wordt het aanbrengen van de bovenbelasting hier gestart, zodat dit gedeelte ook als eerste weer is te verwijderen. De andere hoofdbanen en de dwarsbanen kunnen later worden aangelegd.

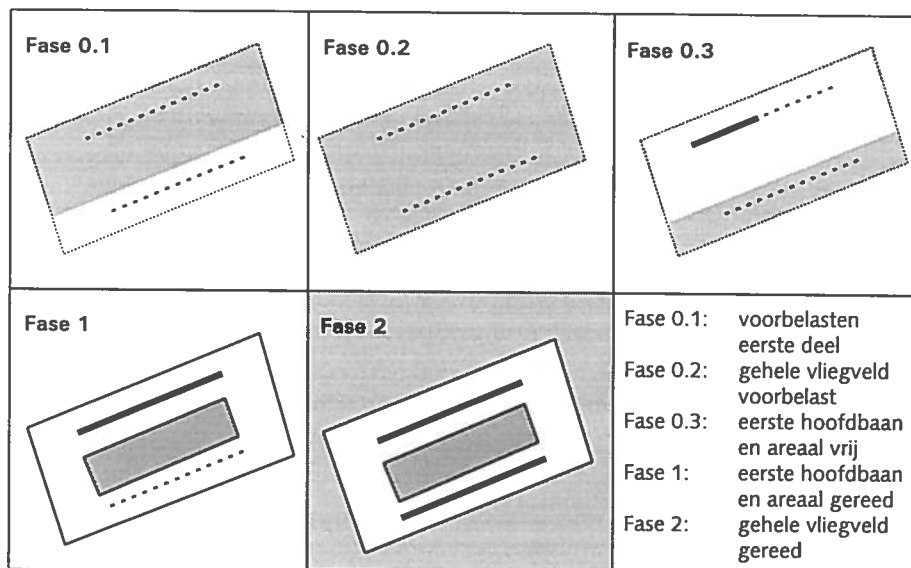
figuur 6.6 Overzicht van de vordering van de bouw van Flevoland-Oost in verschillende fasen.



### Flevoland-Zuid en Lelystad

Ook in deze gevallen kan het vliegveld in gebruik worden genomen als één van de hoofdbanen en een deel van het areaal gereed zijn. De andere hoofdbaan kan later, indien gewenst, worden aangelegd.

figuur 6.7 Overzicht van de vordering van de bouw van Flevoland-Zuid en Lelystad in verschillende fasen.



#### 6.5.4. Flexibiliteit en uitbreidbaarheid

Voor alle drie de beschikbare locaties geldt dat uitbreiding vrijwel onmogelijk is in verband met geluidsoverlast. Door de ligging tussen verschillende bebouwde gebieden is het niet mogelijk extra banen aan te leggen zonder een forse toename van de geluidsoverlast.

### 6.6. Effecten

#### 6.6.1. vogels

De ontwerpen van luchthavens in Flevoland hebben mogelijk de volgende effecten op vogels (zie ook paragraaf 4.8):

- **Verlies areaal open gebied en ecologische verbindingen**  
De aanleg van een tweede luchthaven op een landlocatie in Flevoland zal leiden tot verstedelijking. Daardoor kunnen belangrijke waterrijke gebieden ('wetlands') als de Oostvaardersplassen, de Lepelaarsplassen en mogelijk ook het randmeer Wolderwijd geïsoleerd raken van andere soortgelijke gebieden in ons land (o.a. het Vechtplassengebied en de moerassen van Noordwest Overijssel)
- **Verlies voedselgebieden**  
De locatie Flevoland-Zuid is gelegen op een plek waar grote aantallen ganzen en eenden, die in de Oostvaardersplassen, Lepelaarsplassen en op het Wolderwijd rusten, voedsel zoeken.
- **Afname aantrekkelijk Oostvaardersplassen**  
De locatie Flevoland-Lelystad is dicht gelegen bij de zuidoosthoek van de Oostvaardersplassen. Het frequente vliegverkeer in de nabijheid van dit natuurgebied kan de aanwezigheid en het gedrag van vogels negatief beïnvloeden.
- **Verstoringen vliegbewegingen**  
Alle drie de locaties in Flevoland zullen barrières opwerpen voor vogels (vooral ganzen en Aalscholvers) die tussen broed-/rust en voedselgebied vliegen. Deze vogels kunnen de in-

en uitvliegroutes van vliegtuigen kruisen. Van een ernstig effect op de vliegbewegingen van vogels is echter waarschijnlijk geen sprake.

#### **6.7. Geluid en veiligheid**

In de geïntegreerde ontwerpen is in de aan- en uitvliegroutes rekening gehouden met de woonkernen in Flevoland en in de regio rond Flevoland. De geluidscontouren en externe-veiligheidscontouren zullen op basis van deze ontwerpen berekend moeten worden. Voor de resultaten wordt verwezen naar de rapportage van de desbetreffende themagroepen.

#### **6.8. Planning**

Voor de systematiek van de uitvoeringsplanning wordt verwezen naar paragraaf 0.

De aanleg de eerste startbaan voor een luchthaven in Flevoland kan naar verwachting worden voltooid binnen enkele jaren na de afronding van de betreffende procedures. Uitgaande van een procedure periode tot 2005, zou het eerste vliegtuig daar eind 2008 kunnen landen. Indien in plaats van grondverbetering, uitgegaan van voorbelastingperiodes moet rekening worden gehouden met een aanlegperiode in de orde van 4 tot 5 jaar, zeg tot 2010.

#### **6.9. Conclusie**

Voor een overloop luchthaven in Flevoland-Oost zijn voor 40 miljoen passagiers 2 tot 3 hoofdbanen en 2 dwarsbanen nodig (zie figuur 6.2). Voor een overloop luchthaven in Flevoland-Zuid en Flevoland-Lelystad is voor 10 tot 20 miljoen passagiers 1 hoofdbaan voldoende (zie figuur 6.4). Voor 40 miljoen passagiers kan deze eventueel uitgebreid worden met een tweede hoofdbaan. De bruikbaarheid voor deze twee locaties is echter beperkter dan voor de locatie Oost.

Flevoland-Oost is ruim 2700 ha groot, Zuid en Lelystad zijn ruim 900 en 1800 ha groot voor respectievelijk 20 en 40 miljoen passagiers.

De uitvoeringsduur bedraagt, inclusief de tijd die vanuit grondmechanisch oogpunt nodig is om de bodem voor te belasten, zo'n 4 jaar, waarna de eerste vliegtuigen kunnen landen. Uitgaande van een proceduredtijd van minimaal 6 jaar kan het vliegveld dus in 2009 of 2010 in gebruik worden genomen.

In het ontwerp op de verschillende locaties is rekening gehouden met het zoveel mogelijk voorkómen van te grote geluidsoverlast in de woongebieden, het zoveel mogelijk voorkómen van gevaarlijke interferenties met vogelgebieden en vogelroutes, en het beperken van het ruimtegebruik. De invloed van een luchthaven op de Ruimtelijke Ordening in Flevoland zal echter ingrijpend blijven.

De faseerbaarheid in Flevoland is goed, de uitbreidbaarheid is slecht in verband met de geluidshinder problematiek. Voor de kosten wordt naar hoofdstuk 9 verwezen.

## **7. Maasvlakte**

### **7.1. Huidige situatie**

De Maasvlakte varianten zijn gesitueerd ten westen van de huidige Maasvlakte, in combinatie met de mogelijke uitbreiding van het havengebied met de Tweede Maasvlakte. De locaties van de varianten liggen tussen de Nieuwe Waterweg, die zich zeewaarts voortzet in de Euro-Maasgeul aan de noordzijde, en de Voordelta aan de zuidzijde [6].

#### **Natuur**

De Voordelta is een natuurontwikkelingsgebied, bestaande uit slikken en zandplaten, waar aan de randen schorren tot ontwikkeling komen. Het betreft een voedselrijk gebied dat een grote aantrekkingskracht heeft op vogels, met name watervogels en steltlopers. Recent komen er weer zeehonden in dit gebied voor. Aangrenzend aan de Voordelta liggen de duinen van Voorne en Goeree. Dit jonge duingebied, met name de Kwade Hoek, heeft een hoge biodiversiteit. Dergelijke duingebieden zijn schaars in noordwest Europa en derhalve zeer waardevol. Zij zijn aangewezen als kerngebieden in de ecologische hoofdstructuur.

De huidige Maasvlakte is van belang voor veel vogelsoorten. Het is een rustplaats voor trekvogels en voor vogels die voedsel zoeken in aangrenzende gebieden. Het is broedgebied voor met name meeuwen, sterns en kluten. Op de Maasvlakte bevinden zich 's lands grootste meeuwenkolonies, met 10.000 paar Zilvermeeuwen en 20.000 paar Kleine Mantelmeeuwen. Door de gestage uitgifte van bedrijfsterreinen neemt hier het oppervlak geschikt broedgebied snel af, waardoor op den duur een tekort ontstaat aan mogelijk broedgebied. De Maasvlakte ligt op de trekroute (langs de kust) van veel soorten vogels die van noordelijk gesitueerde broedgebieden afkomstig zijn en overwinteren op de Britse eilanden, in zuid Europa en in Afrika.

#### **Recreatie**

Aan de kust van Voorne en Goeree vindt strandrecreatie plaats, met name de stranden bij Rockanje zijn in trek. Ook het stand aan de westkant van de huidige Maasvlakte is door recreanten in gebruik. In de Voordelta vindt sportvisserij plaats.

#### **Beroepsscheepvaart**

De beroepsscheepvaart is gericht op de haven van Rotterdam en maakt gebruik van de Euro-Maasgeul en Nieuwe Waterweg, pal ten noorden van de huidige Maasvlakte.

#### **Beroepsvisserij**

Het gebied van de Voordelta is van belang voor de beroepsvisserij. Een groot deel van het gebied tussen Voorne en Goeree is gesloten voor de visserij op mosselzaad, kokkelvisserij, de visserij met bodemvistuigen met wekkerkettingen en de fuikenvisserij.

#### **Zandwinning**

In de Noordzee liggen verschillende zandwinputten. In het vigerende beleid is de winning van zand slechts toegestaan buiten de 20 meter dieptelijn en in de Euro-Maasgeul.

#### **Landzijdige ontsluiting**

Het onderzoek naar de mogelijkheden voor landzijdige ontsluiting van een luchthaven op de Maasvlakte is uitgevoerd door AVV. Voor informatie over de landzijdige ontsluiting wordt dan ook verwezen naar het desbetreffende TNLI rapport.

## **7.2. Randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen, ingegeven door de locatie**

### **7.2.1. Inleiding**

Bij het ontwerp van een luchthaven moet rekening gehouden worden met een aantal aspecten. Ten eerste het luchtvaarttechnische aspect (o.a. oriëntatie van de banen, bruikbaarheidspercentages, capaciteit). Het tweede aspect wordt gevormd door de inpasbaarheid van een luchthaven op of in de nabijheid van de Maasvlakte. Hierbij spelen ecologie (vogelproblematiek), stroming en morfologie en ruimtelijke ordening (in verband met geluidsoverlast en veiligheid) een grote rol. Bij het ontwerpen van een luchthaven op een mogelijke tweede Maasvlakte is in eerste instantie uitgegaan van een vanuit luchtvaarttechnisch en geluidshinder oogpunt zo optimaal mogelijk ontwerp (zie figuur 7.1). Aan het ontwerp van een luchthaven in Flevoland is door de TNLI organisatie en tevens vanuit andere themagroepen (vogelproblematiek, Ruimtelijke ordening, geluid) een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten gesteld en een aantal aspecten ter overwegingen gegeven. Deze randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen hebben geleid tot een geïntegreerd ontwerp tussen luchtvaarttechnische aspecten en aspecten op het gebied van civiele techniek, ecologie en ruimtelijke ordening.

### **7.2.2. Randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen Maasvlakte Groot en Klein**

In de volgende alinea's zijn de randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen die een rol hebben gespeeld bij het ontwerp van een luchthaven naast een mogelijke tweede Maasvlakte, verwoord.

#### **vliegtechnisch/geluidstechnisch[10]:**

- Voor het behalen van de gevraagde maximale jaarcapaciteit van 40 miljoen passagiersbewegingen is een banenstelsel nodig van:
  - 2 hoofdbanen in de hoofdrichting, optimaal is de richting 06/24, in het ontwerp is echter gekozen voor 05/23, omdat deze richting meer evenwijdig loopt aan de Nederlandse kust en daardoor waarschijnlijk minder geluidsoverlast veroorzaakt.
  - 2 dwarsbanen, optimaal is de richting 13/31, met deze richting liggen de aan- en uitvliegroutes tevens over het Haringvliet, waardoor de geluidsoverlast beperkt wordt.
- Het passagiersareaal is tussen de hoofdbanen geplaatst, zodat deze voor beide hoofdbanen goed bereikbaar is.
- Het vrachtareaal is, gescheiden van het passagiersareaal, tussen de dwarsbanen geplaatst.
- De dwarsbanen zijn in het ontwerp zoveel mogelijk westwaarts, tegen de koppen van de hoofdbanen aangeschoven, zodat de aan- en uitvliegzone de demarcatielijn (ontstaan als scheiding natuur- en industriegebied tijdens de uitwerking ontwerp Maasvlakte) niet zal overschrijden. De mogelijkheid van gecombineerd baangebruik van hoofd- en dwarsbanen is door deze maatregel zeer beperkt.
- De banen zijn ten opzichte van elkaar gestaggerd in verband met de efficiëntie van de taxibanen.

#### **scheepvaart:**

- De aan- en uitvliegzones en de scheepvaartgeul mogen elkaar niet overlappen. Van de kop van de baan tot de scheepvaartgeul zal een minimale afstand van 5 km in acht worden genomen.
- Om overlap met het ontwerp van een eventuele Tweede Maasvlakte te voorkomen, mogen de aan- en uitvliegzones en het havenbekken van het Tweede Maasvlakte ontwerp elkaar niet overlappen.

**vogels:**

- Niet overschrijden van de (vogel/natuur)demarcatielijn door de aan- en uitvliegzones van de dwarsbanen. Een minimale afstand van 5,5 km vanaf de kop van de baan moet in acht genomen worden.
- De afstand van de zeewering aan de rand van het eiland en de baan moet minimaal 500 meter bedragen. Dit in verband met de windstuwning over de zeewering, waardoor de meeuwen mogelijk langs de zeewering in de lucht gaan 'hangen'.
- In verband met mogelijk 'hangende meeuwen' staat de zeewering aan het einde van de start- en/of landingsbaan bij voorkeur onder een hoek (van ongeveer 45°) met de start- en/of landingsbaan.

**morfologie/stroming:**

- De afmetingen van de landaanwinning dwars op de kust moeten zo beperkt mogelijk worden gehouden om de obstructie voor de stroming in de langsrichting van de kust zo beperkt mogelijk te houden. Om dit te bewerkstelligen zijn de dwarsbanen zoveel mogelijk tegen de koppen van de hoofdbanen en naar het oosten aangelegd.
- De zeewaartse hoeken van de landaanwinning moeten zoveel mogelijk 'afgerond' worden in verband met de stroming rond de landaanwinning.
- De luchthaven zal met de (mogelijke) Tweede Maasvlakte verbonden worden, zodat de stroming niet tussen de luchthaven en de Tweede Maasvlakte door kan, met alle ongewenste hydraulische en nautische effecten van dien, danwel op een eiland zo ver weg van de kust worden gesitueerd, dat deze effecten beperkt blijven.

figuur 7.1      Ontwerp voor de Maasvlakte varianten optimaal vanuit de luchtvaarttechniek. Opmerking: De lay-out van het banenstelsel heeft geen kruisende banen waardoor gecombineerd baangebruik mogelijk is. Het effect is echter dat de Maasvlakte 3 of het eiland een groter oppervlak beslaan, wat vanuit morfologisch oogpunt onacceptabel is.

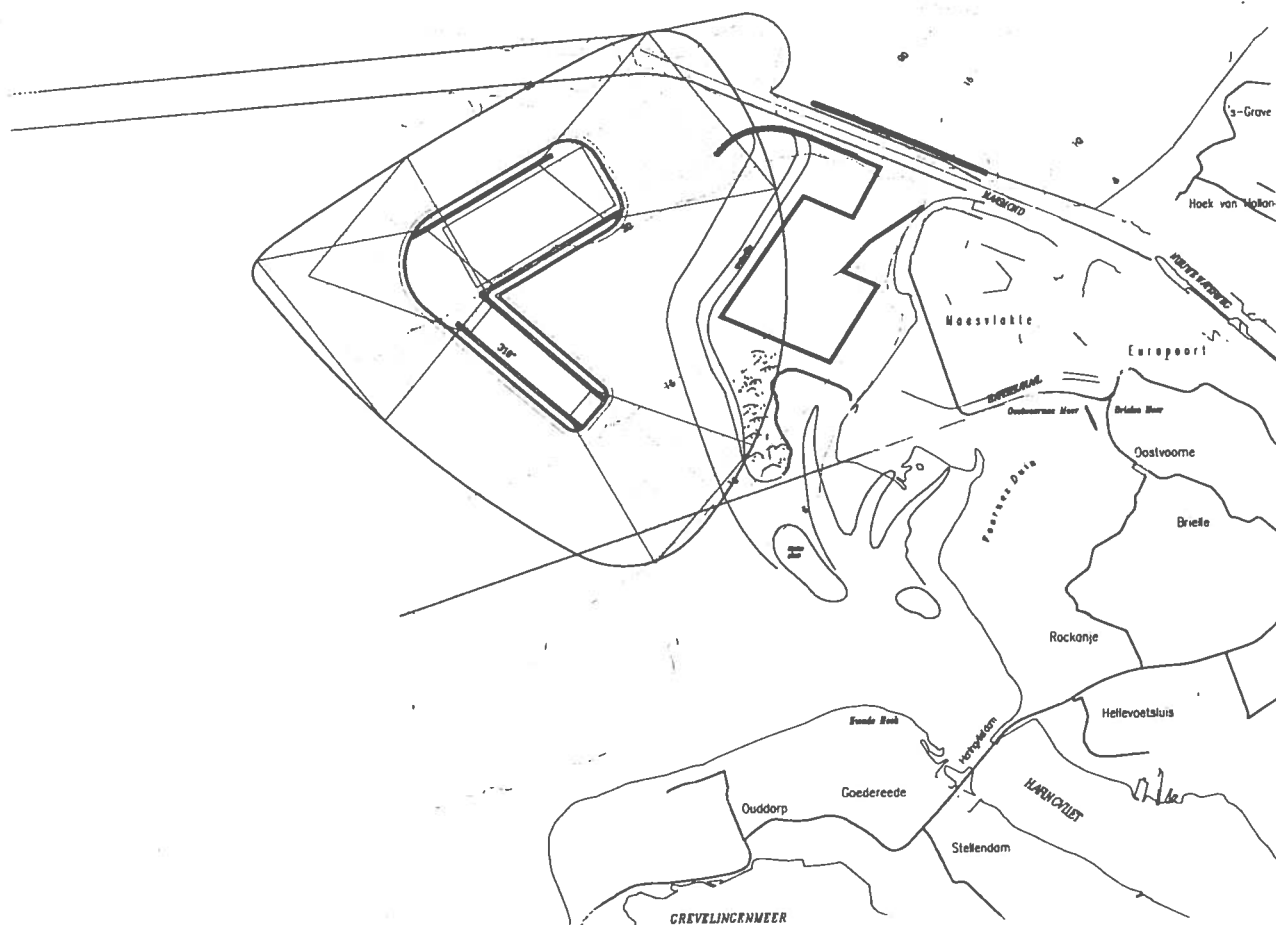
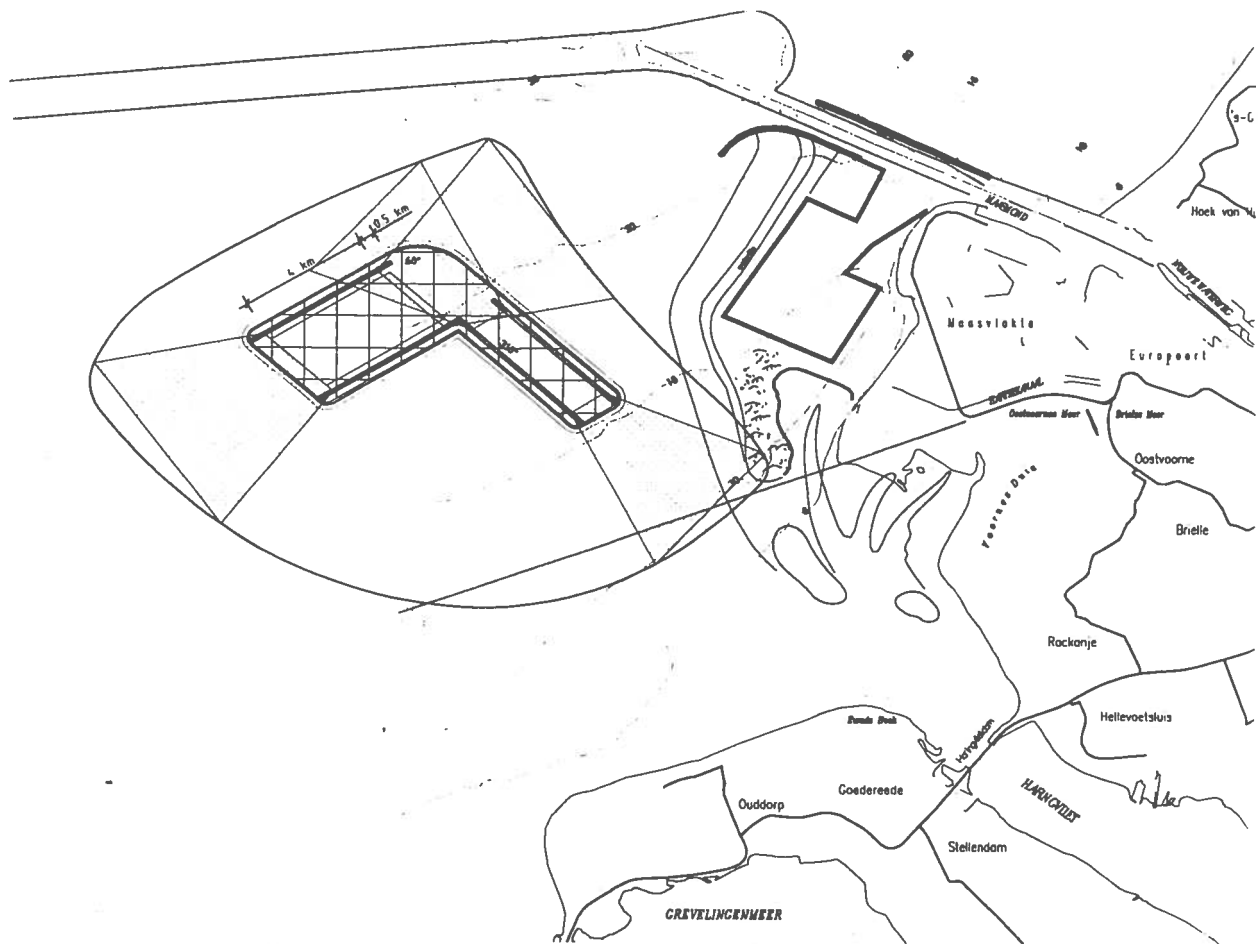
De figuur is los bijgevoegd in de tekst

**7.2.3. Randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen variant Maasvlakte eiland**

In de volgende alinea's zijn de randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen die een rol hebben gespeeld bij het ontwerp van een luchthaven op een eiland voor de kust van de Maasvlakte, verwoord.

**vliegtechnisch/geluidstechnisch [10]:**

- Voor het behalen van de gevraagde maximale capaciteit van maximaal 40 miljoen passagiersbewegingen is een banenstelsel nodig van:
  - 2 hoofdbanen in de hoofdrichting, de optimale richting is 06/24
  - 2 dwarsbanen, de optimale richting is 13/31, in verband met de geluidszones is echter gekozen voor 17/35, zodat Schouwen Duiveland zo min mogelijk in de geluidszone komt te liggen. De bruikbaarheid is vrijwel identiek aan de optimale richting. Eventueel verder wegdraaien van de optimale richting vermindert de bruikbaarheid substantieel.
- Voor het mogelijk maken van gecombineerd baangebruik zijn de hoofd- en dwarsbanen deels uit elkaar getrokken. Gecombineerd gebruik is mogelijk op 2 hoofdbanen en 1 dwarsbaan.
- Voor het Nederlandse windregiem is de 'boemerang' vorm, met de knik naar de landzijde, ideaal voor gecombineerd baangebruik bij de meest voorkomende wind uit het zuidwesten.
- Het passagiersareaal is tussen de hoofdbanen geplaatst, voor een optimale bereikbaarheid vanaf de banen.
- Het vrachtareaal is gescheiden van het passagiersareaal, tussen de dwarsbanen, geplaatst.



- De banen zijn ten opzichte van elkaar gestaggerd, in verband met de efficiëntie van de taxibanen.
- De ligging van het eiland is zodanig gekozen dat een rechte aanvliegroute van 20 km vanuit het oosten op de hoofdbanen, de kust bij Hoek van Holland niet raakt. Hierdoor wordt de geluidsoverlast beperkt.

**scheepvaart/zeegebonden activiteiten:**

- De aan- en uitvliegzones en de scheepvaartgeul mogen elkaar niet overlappen. Van de kop van de baan tot de scheepvaartgeul zal een minimale afstand van 5 km in acht worden genomen.
- Geen interferentie met andere zeegebonden activiteiten.
- In het ontwerp van de luchthaven moet een bepaalde afstand tot mogelijke obstakels in acht worden genomen.

**vogels:**

- De afstand van de zeewering aan de rand van het eiland en de baan moet minimaal 500 meter bedragen. Dit in verband met de windstuwning over de zeewering, waardoor de meeuwen mogelijk langs de zeewering in de lucht gaan 'hangen'.
- In verband met hangende meeuwen is het van belang dat de zeewering aan het einde van een start- en/of landingsbaan bij voorkeur onder een hoek (ongeveer 45°) staat met de start- en/of landingsbaan.
- De afstand tot vogelgebieden is minimaal 5,5 km.

**morfologie/stroming:**

- De afmetingen van de landaanwinning dwars op de kust moeten zo beperkt mogelijk worden gehouden om de obstructie voor de stroming in de langsrichting van de kust zo beperkt mogelijk te houden. Om dit te bewerkstelligen zijn de dwarsbanen zoveel mogelijk tegen de koppen van de hoofdbanen en naar het oosten aangelegd.
- De zeewaartse hoeken van de landaanwinning moeten zoveel mogelijk 'afgerond' worden in verband met de stroming rond de landaanwinning.

**Andere aspecten:**

De situering van het eiland ten opzichte van de kustlijn kan dan verder geoptimaliseerd worden door onder meer:

- Visuele beleving vanaf de kust (liever verder weg, zodat je de luchthaven niet ziet)
- Kosten van de verbinding (liever dichter bij, eventueel voorkeur noordelijker/zuidelijker in verband met het tracé over land)

### **7.3. Het geïntegreerde ontwerp**

De overloop varianten met 20 miljoen passagiers (kleine overloop) en 10 miljoen passagiers (afpelvariant) zijn bedoeld als 'verlichting' van Schiphol. De bruikbaarheid van deze luchthavenvarianten hoeft dan ook minder groot te zijn, dan de bruikbaarheid van de grote overloop variant met 40 miljoen passagiers. De grote overloop dient een volwaardige luchthaven te zijn en dus een hoge bruikbaarheid te hebben (minimaal 98%). De lagere eis die gesteld wordt aan de bruikbaarheid van de Maasvlakte overloop varianten met 10 miljoen en met 20 miljoen passagiers betekent dat een dwarswindbaan voor deze luchthavens niet nodig is. De bruikbaarheid van de luchthaven zonder dwarswindbaan neemt af tot circa 91 à 92%. In het geval de overloop op de Maasvlakte niet bruikbaar is zal Schiphol een oplossing moeten bieden voor de uitwijkende vliegtuigen.

### 7.3.1. Het geïntegreerde ontwerp varianten Maasvlakte Groot en Maasvlakte Klein

#### figuur 7.2 Het geïntegreerde ontwerp Maasvlakte Klein

figuur a: ligging van de variant Maasvlakte Klein ten opzichte van de bestaande Maasvlakte

De figuur is los bijgevoegd in de tekst

#### figuur 7.3 Het geïntegreerde ontwerp Maasvlakte Groot

figuur a: ligging van de variant Maasvlakte Groot ten opzichte van de bestaande Maasvlakte  
figuur b: het banenstelsel van een grote luchthaven in detail

De figuren zijn los bijgevoegd in de tekst

Rekening houdend met de randvoorwaarden, uitgangspunten en overwegingen, is tot het schetsontwerp gekomen zoals aangegeven in figuur 7.2 en figuur 7.3.

De variant Maasvlakte Klein bestaat uit 1 hoofdbaan (de oostelijke baan). In het ontwerp voor de variant Maasvlakte Groot is deze oostelijke hoofdbaan uitgebreid met een 2<sup>e</sup> hoofdbaan en 2 dwarswindbanen. Maasvlakte Klein is dus eigenlijk de eerste bouwphase van Maasvlakte Groot.

In het ontwerp van de variant Maasvlakte 3, wordt uitgegaan van de noordelijke ontwerpvariant van de Tweede Maasvlakte. De zuidelijke ontwerpvariant valt niet te combineren met een luchthaven met dwarsbanen omdat de haveningang van de Maasvlakte 2 dan geblokkeerd wordt.

tabel 7.1 Cijfers met betrekking op het optimale ontwerp van Maasvlakte Groot en Maasvlakte Klein

| Banenstelsel                                                                                                                 |                                                                                                    |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Richting hoofdbanen                                                                                                          | 05-23 (50°- 230°)                                                                                  |                     |
| Richting dwarswindbanen (Maasvlakte groot)                                                                                   | 13-31 (130°- 310°)                                                                                 |                     |
| Capaciteit                                                                                                                   |                                                                                                    |                     |
| <b>Gevraagde jaarcapaciteit</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Grote variant</li><li>Kleine variant</li></ul>         | maximaal 40 miljoen passagiersbewegingen<br>maximaal 20 miljoen passagiersbewegingen               |                     |
| <b>Verwachte jaarcapaciteit</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Grote variant</li><li>Kleine variant</li></ul>         | maximaal 31 tot 34 miljoen passagiersbewegingen<br>maximaal 15 tot 16 miljoen passagiersbewegingen |                     |
| <b>Vliegbewegingen in een piekuur</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Grote variant</li><li>Kleine variant</li></ul>   | 84<br>42                                                                                           |                     |
| <b>Jaarlijks aantal vliegbewegingen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Grote variant</li><li>Kleine variant</li></ul> | 309.000-341.000<br>147.000-162.000                                                                 |                     |
| Bruikbaarheid van het banenstelsel                                                                                           | op jaarbasis                                                                                       | 6 slechtste maanden |
| <b>Bruikbaarheid hoofdbanen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Grote variant</li><li>Kleine variant</li></ul>         | 91,7%<br>91,7%                                                                                     | 90,2%<br>90,2%      |
| <b>Bruikbaarheid, inclusief dwarswindbanen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Grote variant</li></ul>                 | 97,6%                                                                                              | 96,6%               |

Voor een uitgebreidere beschrijving van het ontwerp wordt verwezen naar de rapportage van NACO [10]. Voor een betere voorstelling van het ontwerp wordt verwezen naar de 3-dimensionale visualisatie waarvan foto's op de volgende pagina's zijn opgenomen (zie figuur 7.4).

figuur 7.4 3-dimensionale visualisatie Maasvlakte 3 Groot

figuur a: bovenaanzicht Maasvlakte 3 Groot  
figuur b: overzicht Maasvlakte 3 Groot

De figuren zijn los bijgevoegd in de tekst

### 7.3.2. Het geïntegreerde ontwerp Maasvlakte eiland

figuur 7.5 Het geïntegreerde ontwerp Maasvlakte eiland

figuur met ontwerp-tekening luchthaven  
figuur a: ligging ten opzichte van de Maasvlakte  
figuur b: detail van het banenstelsel

Het ontwerp van een luchthaven op een eiland voor de Maasvlakte heeft een zodanige vorm dat vanuit de morfologie en stroming zo min mogelijk effecten te verwachten zijn. Hoe verder het eiland van de kustlijn gesitueerd wordt, hoe minder effecten zijn te verwachten. Het totale oppervlak van het eiland is 2660 ha.

tabel 7.2 Cijfers met betrekking op het optimale ontwerp van Maasvlakte eiland

| Banenstelsel                            |                                                 |                     |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------|
| Richting hoofdbanen                     | 06-24 (60°- 240°)                               |                     |
| Richting dwarswindbanen                 | 17-35 (170°- 350°)                              |                     |
| Capaciteit                              |                                                 |                     |
| Gevraagde capaciteit                    | maximaal 40 miljoen passagiersbewegingen        |                     |
| Verwachte capaciteit                    | maximaal 31 tot 34 miljoen passagiersbewegingen |                     |
| Vliegbewegingen in een piekuur          | 84                                              |                     |
| Jaarlijks aantal vliegbewegingen        | 309.000-341.000                                 |                     |
| Bruikbaarheid van het banenstelsel      | op jaarbasis                                    | 6 slechtste maanden |
| Bruikbaarheid hoofdbanen                | 92,2%                                           | 90,2%               |
| Bruikbaarheid, inclusief dwarswindbanen | 97,6%                                           | 96,6%               |

Voor een uitgebreidere beschrijving van het ontwerp wordt verwezen naar de rapportage van NACO [10]. Voor een betere voorstelling van het ontwerp wordt verwezen naar de 3-dimensionale visualisatie waarvan foto's op de volgende pagina's zijn opgenomen

figuur 7.6 3-dimensionale visualisatie luchthaven Maasvlakte eiland

figuur a: bovenaanzicht Maasvlakte eiland  
figuur b: overzicht Maasvlakte eiland  
figuur c: overzicht terminals Maasvlakte eiland

De figuren zijn los bijgevoegd in de tekst

# Voorbeeld Layout Overloop Maasvlakte (groot)

figuur 7.2 a

## LEGENDA

- Aanvliegroute
- Start-/ Landingsbaan
- Snelwegen
- Hoofdspoor
- Dijk
- Begrenzing vliegveld
- Water
- Plaatsen
- Open terrein
- Duin



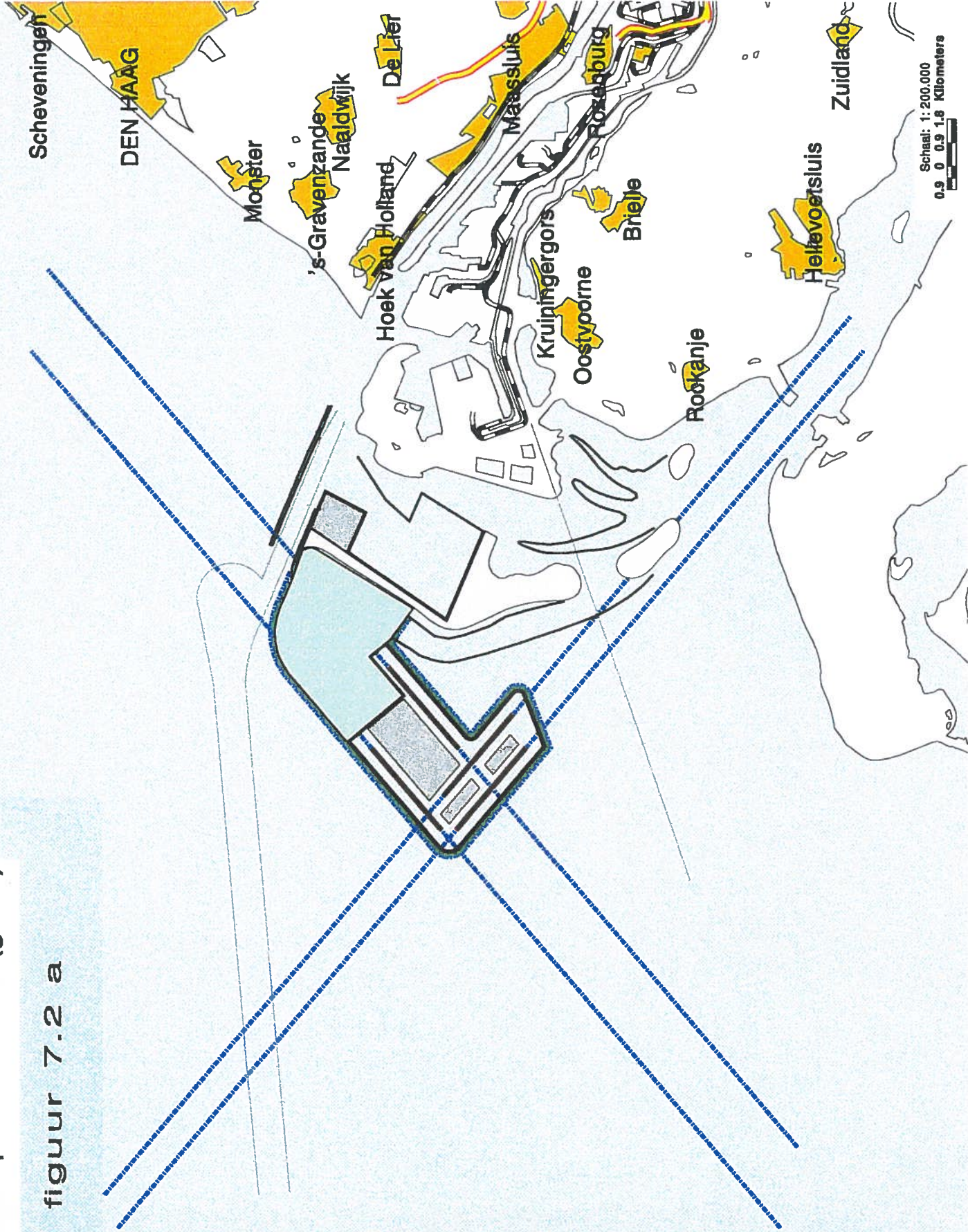
## MAASVLAKTE

auteur: A.E.M.J. Coorens  
datum: 30 juni 1998  
archiefnr: TNL-4-T-98123  
(c) Meetkundige Dienst Emmen



Schaal: 1:200.000  
0 0 0.9 1.8 Kilometers

Bouwdienst Rijkswaterstaat





# Voorbeeld Layout Overloop Maasvlakte (klein)

figuur 7.3

## LEGENDA

- Aanvliegroute
- Start-/ Landingsbaan
- Snelwegen
- Hoofdspoor
- Dijk
- Begrenzing vliegveld
- Water
- Plaatsen
- Open terrein
- Duin



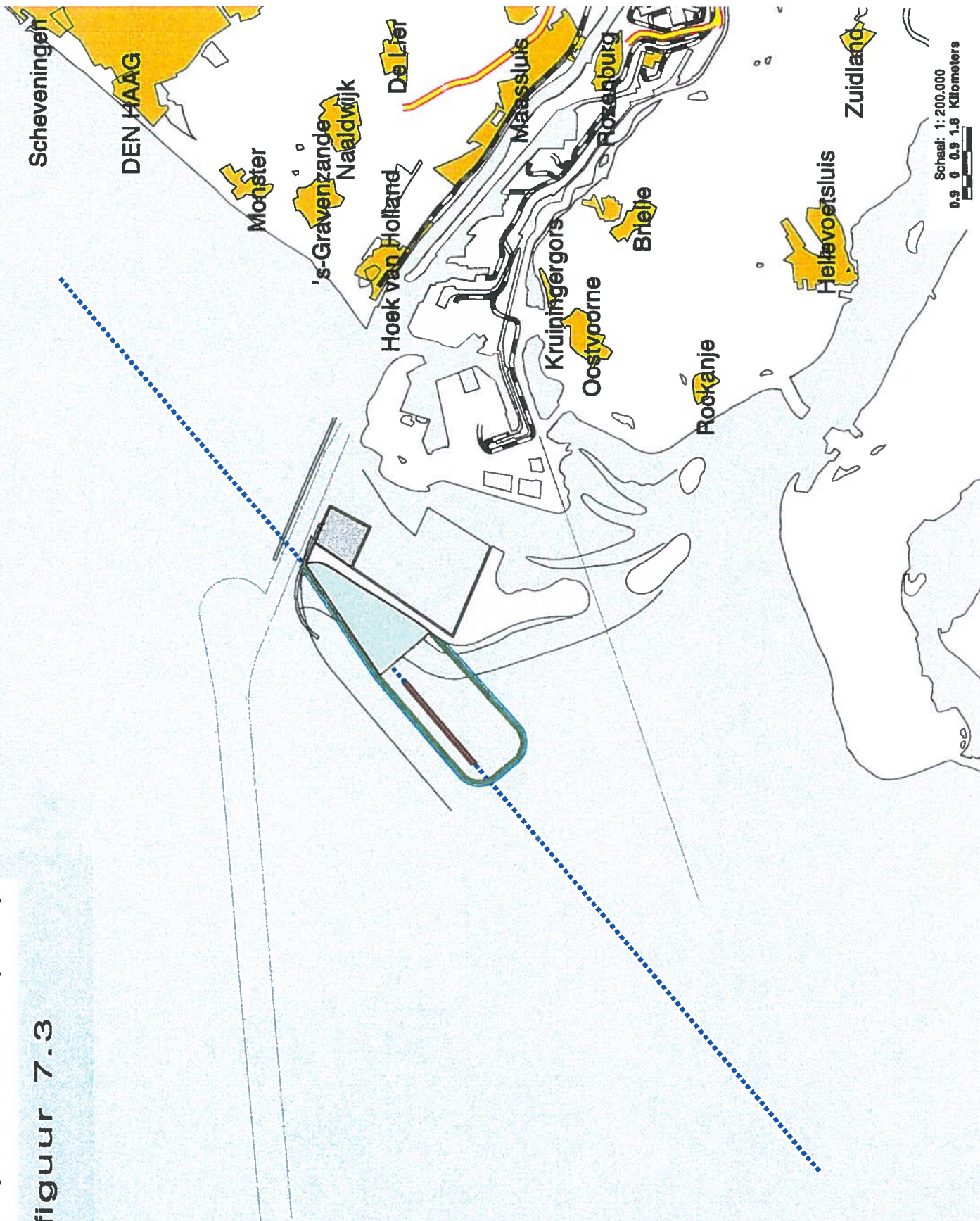
MAASVLAKTE

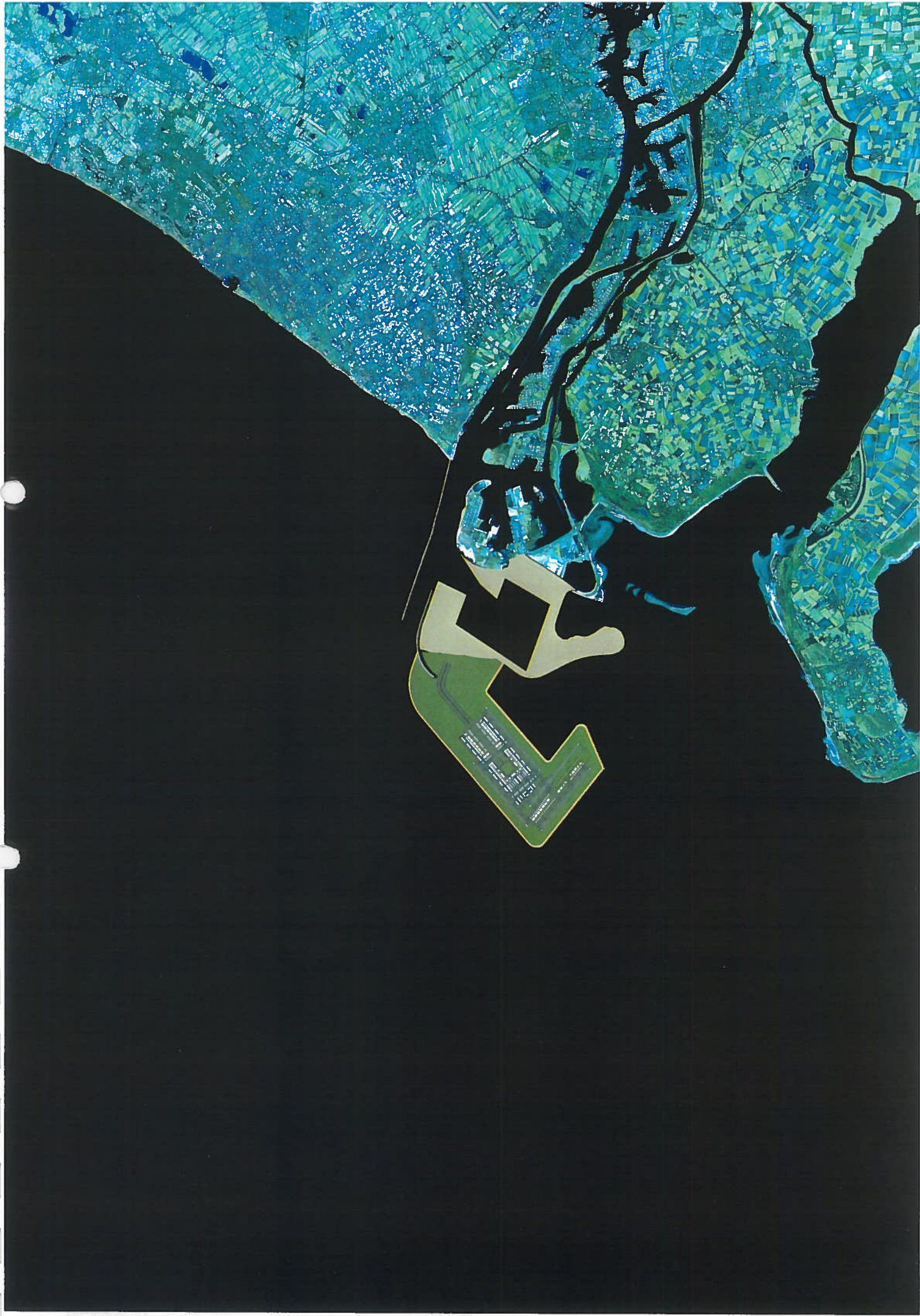
auteur: A.E.M.J. Coorens  
datum: 30 juni 1998  
archiefnr: TNL-4-T-98124  
(c) Meekundige Dienst Emmen

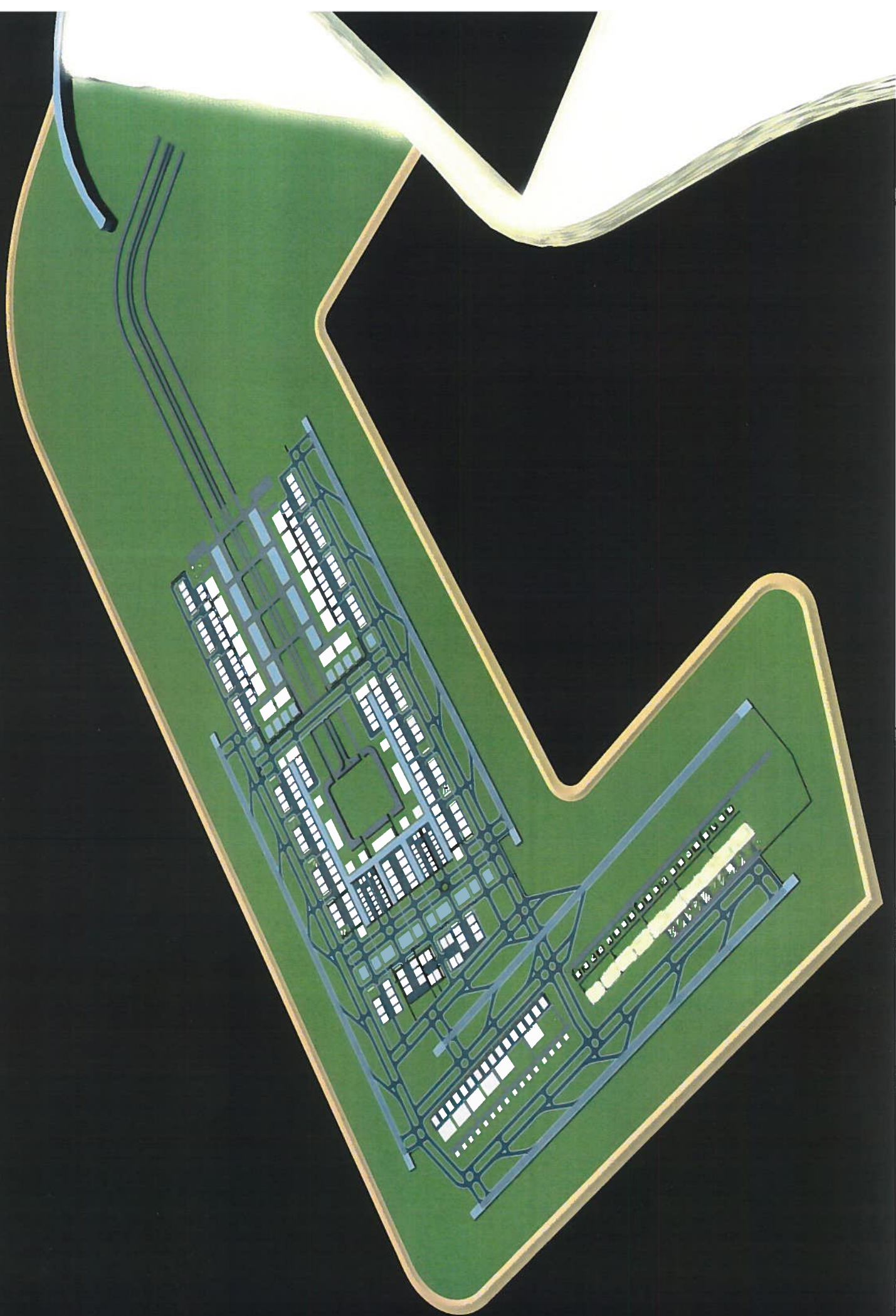


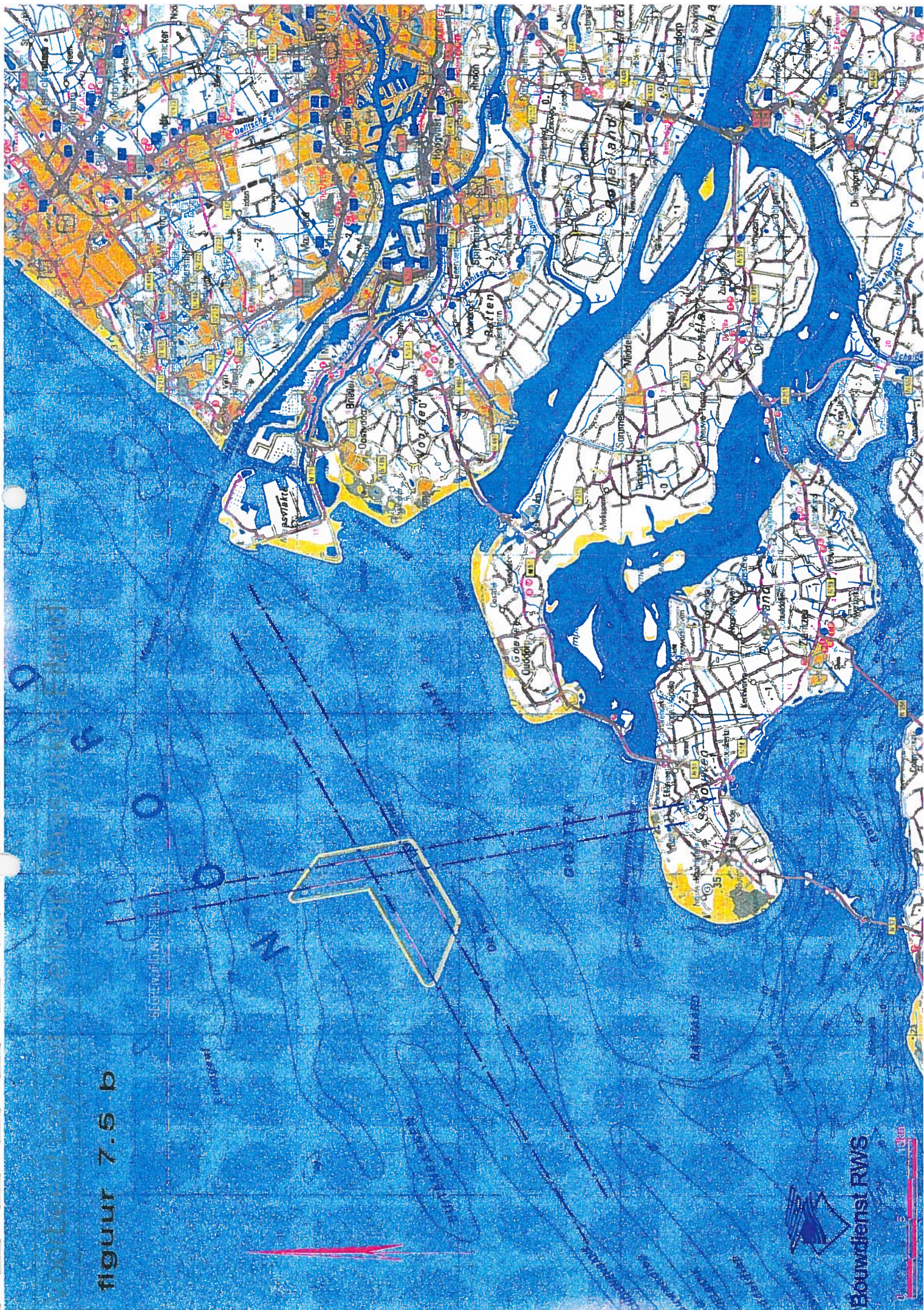
Bouwdienst Rijkswaterstaat

Schaal: 1: 200.000  
0,9 0 0,9 1,8 Kilometers



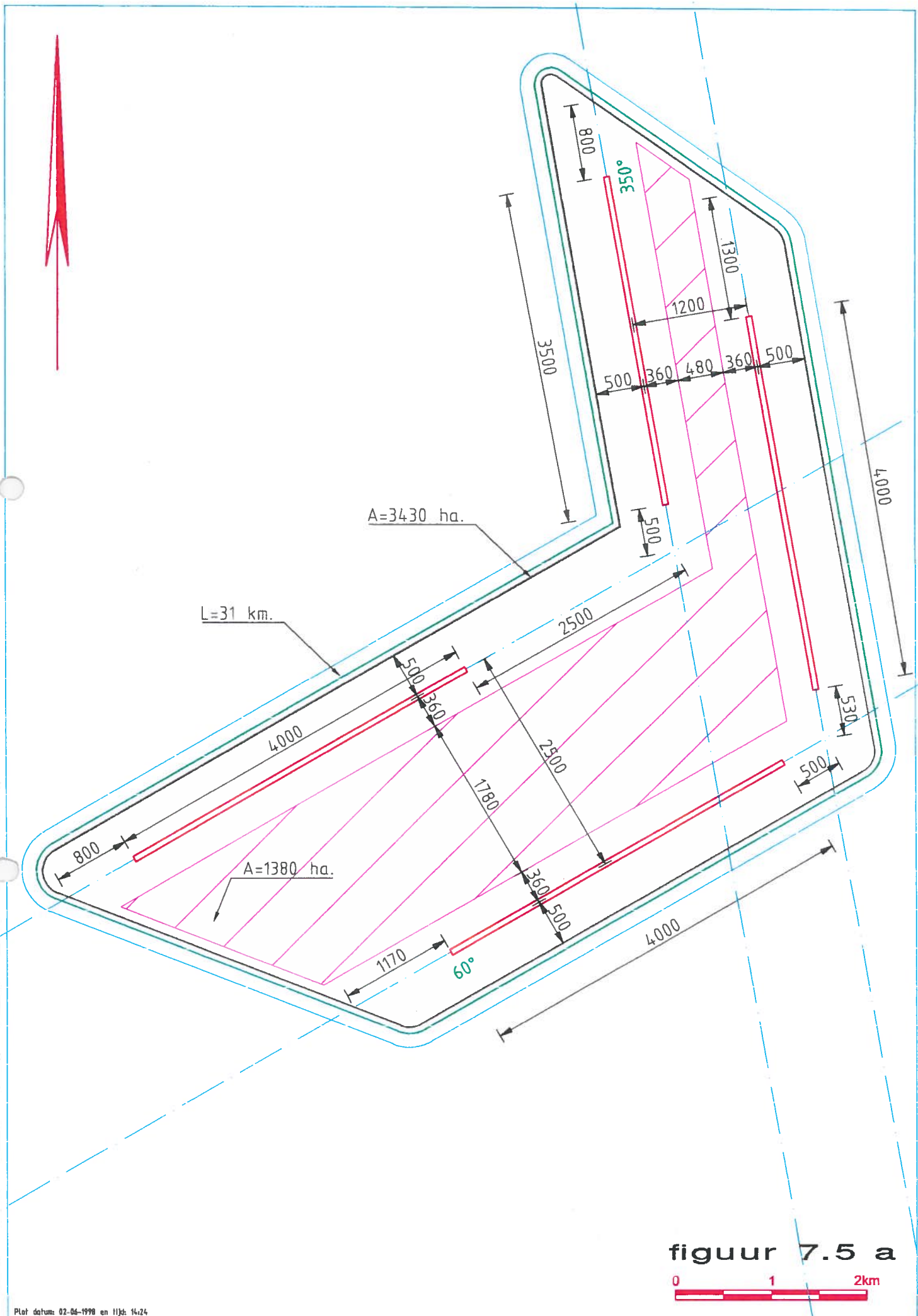






figuur 7.5 b

Bouwdienst RWS

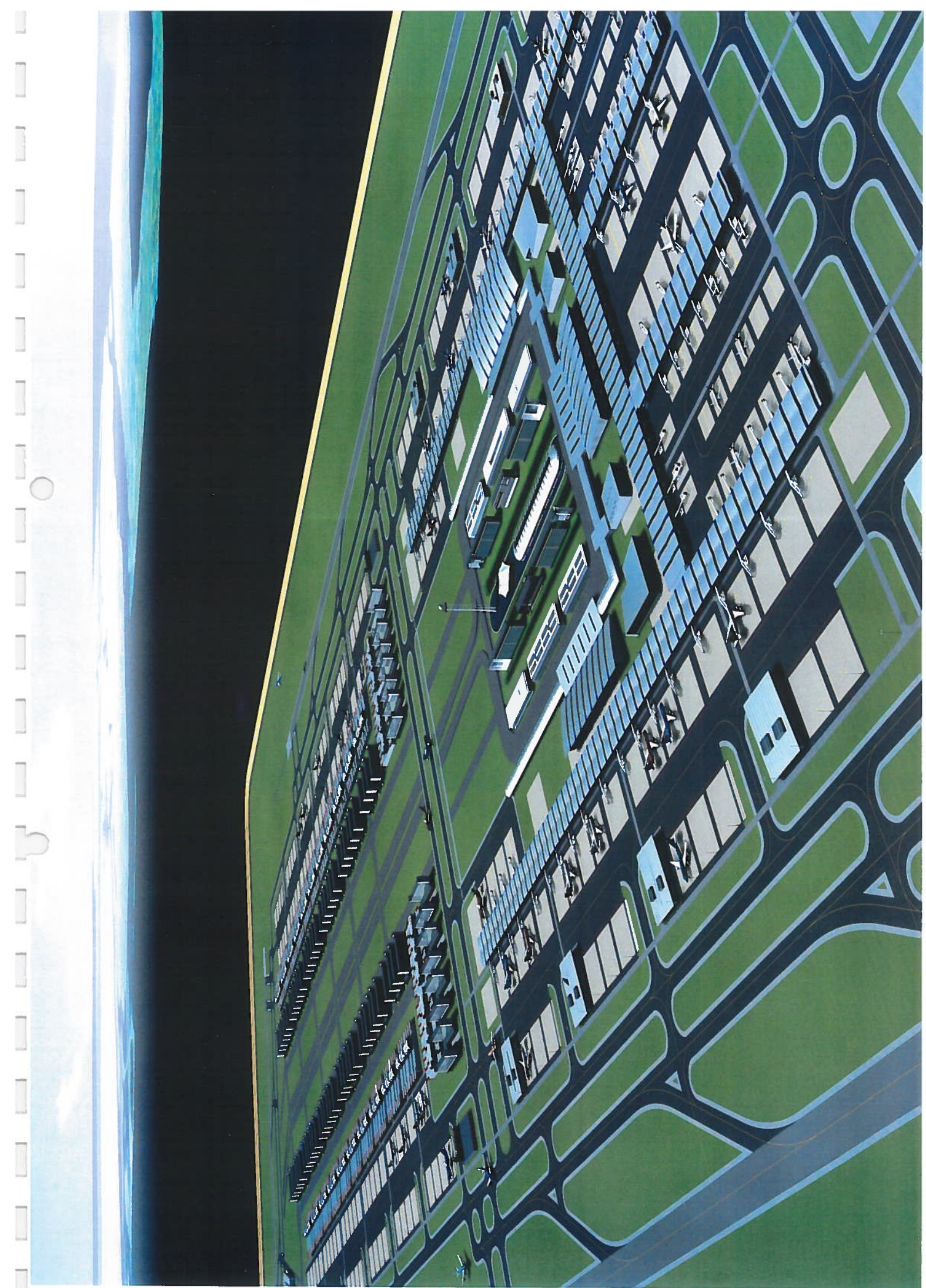


figuur 7.5 a









#### **7.4. Zeeweringen**

Aangezien de omstandigheden bij de Maasvlakte maar weinig verschillen van die op de Noordzeelocatie, zal het ontwerp van de zeewering voor het eiland of de landuitbreiding ook slechts weinig verschillen. De overwegingen en resultaten zijn vergelijkbaar. Ook voor een luchthaven bij de Maasvlakte zijn de twee voor het eiland in de Noordzee genoemde oplossingen, de traditionele dijk en de voorland oplossing, te gebruiken. Voor een verdere beschrijving van deze ontwerpen wordt daarom verwezen naar paragraaf 5.4, zeeweringen voor een eiland in de Noordzee.

#### **7.5. Geotechniek**

Ter plaatse van het noordelijk gedeelte van de locatie-alternatieven volgt uit de geologische informatie dat tot circa 15m beneden zeebodem (verkende diepte) een pakket zandlagen is aangetroffen behorende tot de Blich Bank Formatie, de Twente Formatie en de Formatie van Kreftenheye. Deze zandlagen zullen ten gevolge van de aanleg van een eiland weinig samendrukken. De samendrukking die optreedt, zal binnen korte tijd zijn gerealiseerd.

Plaatselijk is op een diepte van 1 tot 2m beneden zeebodem, gelegen direct onder de Blich Bank Formatie, de sterker samendrukbare laag aangetroffen die behoort tot de Elbow Formatie en bestaat uit zandlagen afgewisseld met kleilagen. Ten zuiden van de locatie-alternatieven neemt de dikte van de Elbow Formatie toe tot 5 tot 10m. Door de gelaagdheid van deze Formatie zullen zettingen snel optreden.

De aanleg van een eiland heeft geen belangrijke geotechnische consequenties. Bij de aanleg hoeven geen wachttijden ingelast te worden in verband met de stabiliteit van de ondergrond. De zettingen die bij het creëren van een eiland optreden zijn niet van betekenis vergeleken bij de benodigde constructiehoogte (orde grootte van de zettingen maximaal 1m). De zettingsverschillen tijdens de gebruiksfase zijn verwaarloosbaar.

#### **7.6. Uitvoering en fasering Maasvlakte**

##### **7.6.1. Inleiding**

De twee grote varianten voor een luchthaven bij de Maasvlakte, Maasvlakte 3 Groot en Maasvlakte-eiland, gaan elk uit van een vliegveld met twee hoofd- en twee dwarsbanen. De kleine variant, Maasvlakte 3 Klein, is te beschouwen als de eerste fase van Maasvlakte 3 Groot, met één hoofd- en één dwarsbaan. Variant Maasvlakte 3 Groot heeft een boemerang-vorm (L-vorm) met de punt richting zee (zie figuur 7.3). De zwaar aangevallen dijk lengte hiervoor is circa 12 km. Voor het gedeelte dat naar land is gericht zal een zachte verdediging worden toegepast. De Maasvlakte eiland variant heeft een boemerang vorm met de punt richting land en een grote hoek tussen de poten (zie figuur 7.5). De zwaar aangevallen dijk lengte is circa 16 km, terwijl de licht aangevallen kant een lengte heeft van circa 15 km.

Voor de overwegingen met betrekking tot de problemen die bij de benodigde steenproductie en steenaanvoer kunnen ontstaan geldt hetzelfde als voor het eiland in de Noordzee. Dit geldt ook voor de genoemde alternatieven om hier mogelijk verbetering in aan te brengen.

De tijd tussen start van de bouw en het afhandelen van de eerste passagiers wordt ook in dit geval op maximaal zes tot zeven jaar gesteld, afhankelijk van de variant, waarbij fase 1 uit één hoofd- en dwarsbaan bestaat.

### 7.6.2. Uitvoering

Omdat de opbouw van het eiland en de omstandigheden op de locatie vrijwel overeenkomen met het eiland in de Noordzee, zal de uitvoering op dezelfde wijze gebeuren. Met behulp van perskaden waarachter zand wordt gestort wordt de zeewering op hoogte gebracht, terwijl de grote bulk van het zand tot NAP-10m door grote jumbohoppers wordt gestort. Als de zeewering zover is geconstrueerd dat deze kan worden afgewerkt, wordt het resterende gedeelte tot de ontworpen maaiveldhoogte van NAP+5m opgespoten met behulp van persleidingen.

### 7.6.3. Fasering

Door de uitvoering op een goede manier in fasen op te delen, kan het vliegveld al na de eerste fase in gebruik worden genomen.

Voor een goede aanvoer en opslag van materiaal en materieel is een werkeiland noodzakelijk. In het geval van een locatie bij de Maasvlakte is het wellicht mogelijk hiervoor een gedeelte van de al bestaande Maasvlakte in te richten. Deze is, zeker voor de Maasvlakte 3 varianten, dichtbij genoeg en op deze wijze kan van het begin af aan in een hoog tempo worden gewerkt aan de landaanwinning voor het eiland.

Aangezien de variant Maasvlakte 3 en de variant Maasvlakte-eiland qua vorm en locatie nogal van elkaar afwijken zal de gefaseerde uitvoering apart worden behandeld.

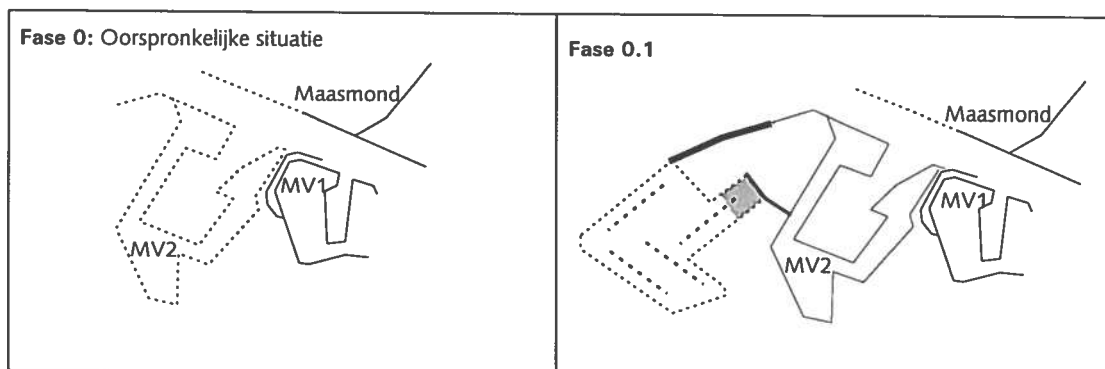
#### Variant Maasvlakte 3

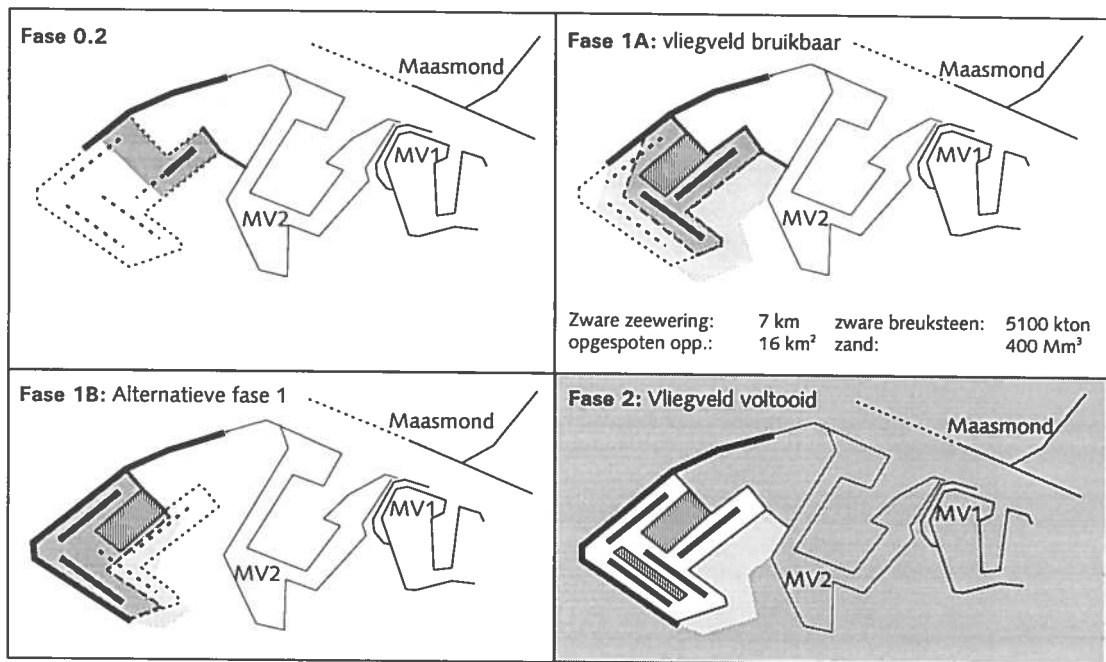
Deze variant (Maasvlakte 3 Klein is fase 1 van Maasvlakte 3 Groot) ligt direct tegen de mogelijke tweede Maasvlakte aan. Het lijkt daarom aantrekkelijk de bouw vanaf de zeewering van de oude Maasvlakte te starten.

Na aanleg van een voorlopige zeewering kan worden gestart met opspuiten. Fase 1, met een hoofd- en dwarsbaan, kan op twee verschillende wijzen worden gerealiseerd (zie figuur 7.7). Er kan worden begonnen met de binnenste (1A) of buitenste (1B) banen. Variant 1A heeft als voordeel dat de zware zeewering een kortere lengte heeft en dat uitbreiding richting zee plaatsvindt. Het nadeel is dat een groot deel van deze eerste fase tot de voltooiing van de tweede fase een zeer licht beschermde zeewering heeft. Dit kan worden ondervangen door toepassen van een zeer flauw talud (vergelijkbaar met een strand) of een wat steiler talud van zand gemengd met breuksteen.

Het voordeel van variant 1B is dat de luchthaven in dit geval vanaf het begin af aan goed beschermd is met een zware zeewering. Het nadeel is dat de uitbreiding nu richting land plaatsvindt, wat in principe niet gewenst is in verband met een toenemende overlast aan de kust. Ook is de lengte van de aan te leggen zeewering groter, wat kan leiden tot problemen met de productie en aanvoer van breuksteen.

figuur 7.7 Fasering van een luchthaven op Maasvlakte 3



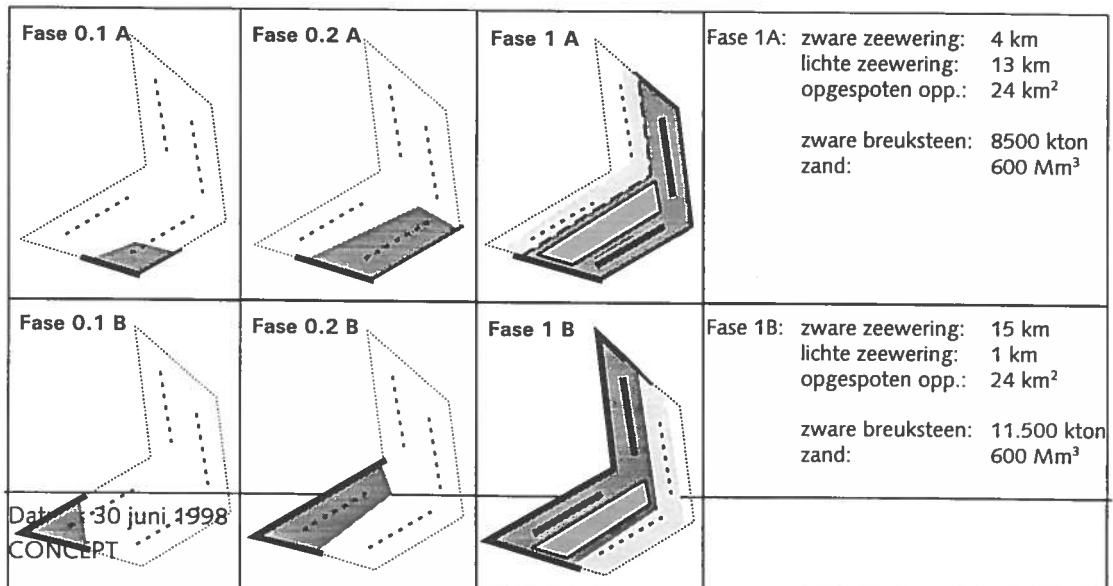


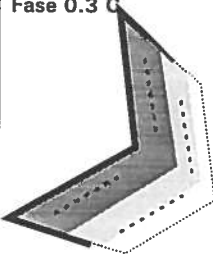
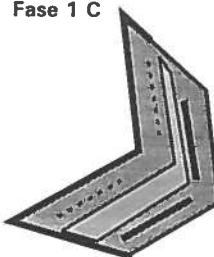
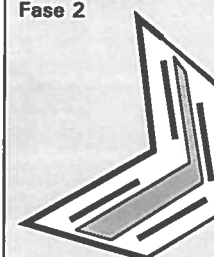
#### Variant Maasvlakte-eiland

De aanleg van een eiland in zee ter hoogte van de Maasvlakte is helemaal vergelijkbaar met de aanleg van het eiland elders in de Noordzee zoals in hoofdstuk 5 is aangegeven. Het enige verschil is de vorm van het eiland zodat de fasering iets aangepast zal worden.

Er treedt een conflictsituatie op tussen de voorwaarden met betrekking tot de veiligheid en de uitbreiding richting zee. Aan de ene kant is het gewenst de twee dichtst bij het land gelegen banen eerst aan te leggen (1A), in verband met het vermijden van het op een later tijdstip toenemen van de overlast aan de kust. Aan de andere kant is het moeilijk een adequate zeewering voor deze twee banen te realiseren zonder eerst het hele eiland af te bouwen (1C). Als uitbreiding richting land wel wordt geaccepteerd is het mogelijk eerst de banen aan de zee kant te bouwen (1B). De eerste fasen van 1B en 1C komen voor een groot deel overeen, 1B zal echter eerder zijn voltooid omdat niet het hele eiland hoeft te worden aangelegd. In hoeverre er eventueel een werkhaven aangelegd moet worden hangt af van de verbindingswijze met het vaste land en de fasering daarvan. Er kan eventueel een tijdelijke hulpbrug aangelegd worden.

figuur 7.8. Fasering van een luchthaven op een eiland voor de Maasvlakte



|                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                        |                                                                                                       |                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Fase 1C:</b><br>zware zeewering: 16 km<br>lichte zeewering: 15 km<br>opgespoten opp.: 34.5 km <sup>2</sup><br><br>zw. breuksteen: 18.000 kton<br>zand: 860 Mm <sup>3</sup><br><br>Fase 2: als 1C | <b>Fase 0.3 C</b><br> | <b>Fase 1 C</b><br> | <b>Fase 2</b><br> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 7.6.4. Flexibiliteit/uitbreidbaarheid

De flexibiliteit van een opgespoten eiland is vrij goed. Indien uitbreiding van de capaciteit is gewenst kan het eiland worden vergroot door een nieuw stuk land tegen het al bestaande eiland aan te leggen. Om de overlast aan de kust niet te vergroten zal uitbreiding in de vorm van extra banen altijd naar zee toe gericht moeten zijn. Zoals al eerder vermeld kan het vanuit uitvoerings-technisch en veiligheidsoogpunt gewenst zijn dit juist niet te doen.

Voor aanvullende functies, zoals een strand en een boulevard e.d., wordt bij voorkeur aan de zuid- en eventueel aan de oostzijde ruimte gecreëerd. De verbinding tussen het areaal, in het centrum van het eiland, en deze aanvullende functies kan dan plaatsvinden via tunnels onder de banen door.

#### 7.6.5. Uitvoeringsduur

Gesteld werd dat fase 1 binnen zes tot zeven jaar moet zijn afgerond. Als dit als uitgangspunt wordt genomen is te bepalen welke productie hiervoor moet worden geleverd.

Voor de afronding van fase 1 zijn de volgende hoeveelheden materiaal nodig, waar afhankelijk van de toegestane bouwtijd de volgende te leveren capaciteiten uit resulteren:

tabel 7.3 Hoeveelheden materiaal te leveren voor bouwfase 1

| Variant                | dimensie             | Maasvlakte 3 |           | Maasvlakte Eiland |           |           |
|------------------------|----------------------|--------------|-----------|-------------------|-----------|-----------|
|                        |                      | 1A           | 1B        | 1A                | 1B        | 1C        |
| zware breuksteen       | kton                 | 2900         | 8000      | 8500              | 11.500    | 18.000    |
| zand                   | Mm <sup>3</sup>      | 275          | 300       | 600               | 600       | 860       |
| <b>7 jaar bouwtijd</b> |                      |              |           |                   |           |           |
| cap. zware breuksteen  | ton/week             | 8630         | 24.000    | 25.000            | 34.000    | 54.000    |
| cap. zand              | m <sup>3</sup> /week | 818.000      | 893.000   | 1.785.000         | 1.785.000 | 2.560.000 |
| <b>5 jaar bouwtijd</b> |                      |              |           |                   |           |           |
| cap. zware breuksteen  | ton/week             | 12.000       | 33.000    | 35.000            | 48.000    | 75.000    |
| cap. zand              | m <sup>3</sup> /week | 1.146.000    | 1.250.000 | 2.500.000         | 2.500.000 | 3.583.000 |

Ook in dit geval geldt dat in de opstartfase de bouwsnelheid waarschijnlijk lager ligt, zodat in de resterende tijd voor de bouw de te leveren capaciteit iets hoger moet zijn, tenzij er een voldoende grote buffer-opslag aanwezig is.

## 7.7. Effecten

### 7.7.1. Morfologie en nautica

In paragraaf 3.7 zijn uitgebreid de stromings- en morfologische effecten van landaanwinning in zee en een eiland in zee beschreven. Uit de betreffende TNLI themastudie volgt dat de invloed van een Maasvlakte 3 variant, met name de grote variant, op de stroming en morfologie zeer ongewenst is. De toename van de stroming leidt tot een verslechterde toegang van de Rotterdamse haven. De morfologische effecten zijn erg groot en strekken zich uit langs een flink deel van de Hollandse kust.

De invloed van Maasvlakte eiland laat zich vergelijkbaar beschrijven als voor de eiland in zee optie, zie paragraaf 4.7.1. Als het eiland maar ver genoeg in zee ligt, dan zijn de morfologische en stromingseffecten beheersbaar.

### 7.7.2. vogels

De schetsontwerpen voor de Maasvlakte varianten kunnen mogelijk de volgende effecten op vogels hebben (zie ook paragraaf 4.8):

- Verkleining areaal rust- en voedselgebied van vogels.  
Het studiegebied voor de locatie Maasvlakte bevindt zich in het mondingsgebied van grote rivieren. Deze gebieden zijn ecologisch bijzonder rijk. Tienduizenden doortrekkende en overwinterende watervogels bevolken hier de slikken, platen, schorren en ondiepe zee. Deze gebieden worden tevens als voedselgebied benut door meeuwen, Aalscholvers, Lepelaars en Visdieven uit de kolonies in de nabije omgeving. Uit kustmorfologische voorspellingen moet blijken of het areaal zeebodem dat geschikt is voor schelpdieren en bereikbaar voor eidereenden en zee-eenden toeneemt of afneemt.
- Vergroting areaal broedgebied  
Een luchthaven zal aantrekkelijk zijn voor meeuwen om er te broeden. In de aanlegfase kan dit ook gelden voor sterns. Tevens is denkbaar dat Aalscholvers hier een voor hen geschikt broedgebied aantreffen.
- Aantrekking vogels  
Op een luchthaven die tegen een Maasvlakte aangelegd is kunnen met name in het najaar concentraties trekvogels verwacht worden. De dijken rondom de luchthaven zullen meeuwen aantrekken.

### 7.7.3. Zeegebonden gebruik

In paragraaf 4.9 en 7.1 is reeds het één en ander toegelicht. Er worden geen belemmeringen verwacht, aangezien er afstemming met de Maasvlakte plaatsvindt. Voor een verdere beschrijving van de effecten op het zeegebonden gebruik wordt verwezen naar het desbetreffende TNLI rapport.

### 7.7.4. Veiligheid

De uitbreiding van een toekomstige Tweede Maasvlakte met een luchthaven is zo ingrijpend, dat er goed moet worden afgestemd tussen deze twee projecten. Bij de aanleg van een luchthaven in de buurt van een toekomstige Tweede Maasvlakte kunnen de volgende effecten een rol spelen.

- De luchthaven kan naast een risico veroorzakend object voor de omgeving tevens een kwetsbaar object zijn. Calamiteiten bij de omringende (chemische) industrie op de Maasvlakte kunnen grote gevolgen hebben op het functioneren van de luchthaven, te denken valt aan:
  - Het groepsrisico (het aantal mensen dat tegelijk door een calamiteit overlijdt). Het aantal personen op de luchthaven wordt grof geschat op: 10.000 werkend tegelijkertijd

- + 10.000 passagiers tegelijkertijd = 20.000 personen, exclusief kantoren in de omgeving. Het groepsrisico van een calamiteit op de Maasvlakte zal hierdoor toenemen met minimaal 20.000 personen.
- Individueel risico contouren van de chemie/vaargeul (de kans, per jaar, dat een persoon overlijdt aan de gevolgen van een calamiteit). De luchthaven kan hierdoor niet te dicht bij de chemie en vaargeul gepland worden.
- Mogelijkheden voor het evacueren van aanwezigen op de luchthaven en de inrichting van de hulpverlening.
- Schade als de luchthaven door een calamiteit een periode buiten gebruik is.
- Wederzijdse beïnvloeding van scheepsnavigatie- en informatiesystemen en navigatie- en informatiesystemen van de luchthaven (op dit moment nog onbekend).
- Negatieve effecten van lichtbronnen op scheepvaart of op luchthaven (op dit moment nog onbekend).
- De mogelijkheid van operationele beïnvloeding (vliegtuigen kunnen niet wachten op een in de vaargeul langskomend booreiland of andersom). Uitgangspunt zal moeten zijn dat er geen beïnvloeding mogelijk is.
- Het gevaar van het neerstorten van een vliegtuig in een industriegebied. De afstand tot industrie en opslag zal bepaald moeten worden in samenhang met de contouren van het individueel risico.
- Afstand van de luchthaven tot de haven, industrie, vaarweg en natuurgebieden (i.v.m. vogels) zal in verband met veilige vliegroutes bepaald moeten worden. In ieder geval zal deze afstand ongeveer 5 kilometer moeten zijn vanaf de kop van de baan [10].

#### 7.7.5. Landzijdige ontsluiting

Het personen vervoer van en naar de luchthaven en de tweede Maasvlakte zal via dezelfde route gerealiseerd moeten worden. Gezien de bestaande capaciteit van het wegennet rond Rotterdam, zal ervan uitgegaan moeten worden dat nieuwe infrastructuur aangelegd moet worden. Een rijstrook heeft een capaciteit van 1500 tot 2000 auto's per uur. Alternatief voor het wegvervoer is het openbaar vervoer. In verband met de te behalen capaciteit van het personenverkeer, is het openbaar vervoer waarschijnlijk noodzakelijk. Voor meer gegevens wordt verwezen naar de TNLI locatiestudie Maasvlakte.

#### 7.7.6. Effecten op de Maasvlakte

De aanleg van een luchthaven op of in de buurt van een toekomstige tweede Maasvlakte is ingrijpend voor de ruimtelijke ordening van de omgeving. De ruimtelijke ordening zal dan ook goed afgestemd moeten worden in beide ontwerpen. Aanvullend op de luchthaven zelf zullen allerlei samenhangende faciliteiten aangelegd moeten worden, die direct of indirect invloed uitoefenen op het ontwerp van een toekomstige tweede Maasvlakte. Te denken valt aan openbaar vervoer en een bijbehorend station, kerosineopslag en vervoer, hotels en andere commerciële activiteiten, kantoorgebouwen, loodsen, enz.

Naast de hierboven genoemde beïnvloeding van de luchthaven op de Maasvlakte betekent de aanleg van een luchthaven dat een verdere uitbreiding van de havens van Rotterdam in de verre toekomst bemoeilijkt zal worden door de aanwezigheid van de luchthaven voor de kust van de Maasvlakte. Voorts wordt verwezen naar de betreffende locatiestudie in het kader van TNLI.

### 7.8. Planning

Voor de systematiek van de uitvoeringsplanning wordt verwezen naar paragraaf 5.8.1.

De realisatie van een luchthaven op een Maasvlakteuitbreiding of een eiland op enige afstand uit de kust, kan niet los worden gezien van de eventuele uitbreiding van het havengebied

(project Mainport Rotterdam en eventuele Maasvlakte 2 landaanwinning). Indien de havenuitbreiding wordt uitgevoerd, ligt koppeling met de aanleg van een luchthaven zowel procedureel als in realisatie voor de hand. Indien de havenuitbreiding niet wordt uitgevoerd of wordt uitgesteld, heeft dit directe consequenties voor een mogelijke luchthaven op die locatie, zowel in proceduretijd als in bouwtijd. Voor een eerste fase luchthaven (10 tot 20 Mpax/jaar) kan worden gerekend op voltooiing binnen ongeveer 2 jaar na de voltooiing van de Maasvlakte 2 landaanwinning. Als richtdatum wordt vooralsnog 2011 aangehouden. In geval van een Maasvlakte-Eiland oplossing, gelden aanlegtermijnen overeenkomstig de eerste fase van een Noordzee eiland oplossing (rond 2012).

## 7.9. Conclusie

Voor een grote overloop luchthaven voor 40 miljoen passagiers bij de Maasvlakte zijn 2 hoofd- en 2 dwarsbanen noodzakelijk (zie figuur 7.2). Voor een 10 tot 20 miljoen passagiers overloop kan volstaan worden met 1 hoofd- en 1 dwarsbaan. De kleine overloop kan gezien worden als fase 1 van de grote overloop. Maasvlakte eiland heeft met 40 miljoen passagiers ook 2 hoofd- en 2 dwarsbanen nodig (zie figuur 7.3).

De oppervlakte van Maasvlakte Klein, Maasvlakte Groot en Maasvlakte eiland bedraagt respectievelijk 1600, 3100 en 3450 ha. Alle varianten zijn met zand opgespoten tot 5 meter + NAP. Er zijn twee typen zeeweringen mogelijk:

- 1) Een traditionele dijk tot 15 meter + NAP;
- 2) Een voorland oplossing, waarbij de golven tijdens storm over de rand van het eiland lopen maar waarbij de banen droog blijven. De voordelen hiervan zijn de geringere zichtbaarheid vanaf de kust, minder vogelproblemen, de vliegtechnische veiligheid, en eventueel lagere kosten.

De uitvoeringsduur van fase 1 bedraagt maximaal 6 jaar, zodat de eerste vliegtuigen, rekening houdend met een proceduretijd van 6 jaar, in 2011 kunnen landen. Uitvoeringstechnisch lijken alle problemen oplosbaar.

Met de effecten op het gebied van geluidsoverlast, morfologie, stroming en vogels is in het ontwerp rekening gehouden. Tevens is zo goed mogelijk afgestemd op de aanleg van een eventuele Tweede Maasvlakte.

Met name bij Maasvlakte 3 Groot zijn waarschijnlijk de stromings- en morfologische effecten zo groot dat dit onoplosbare problemen geeft. Verder conflicteert een aantal zaken als veiligheid en bereikbaarheid van havenuitbreiding op een Tweede Maasvlakte met de aanleg van een vliegveld er net naast.

Een eiland bij de Maasvlakte is qua stromings- en morfologische effecten vergelijkbaar met de locatie Noordzee. De conflicten met de Maasvlakte havenfunctie blijven echter bestaan.

De uitbreidbaarheid bij de Maasvlakte is redelijk, de faseerbaarheid is lastig, maar wel mogelijk.

Voor de kosten wordt verwezen naar hoofdstuk 9.

## 8. Shuttle verbinding met eiland in de Noordzee

Het onderzoek naar het ontwerp, de civiele techniek en de kosten van de shuttle verbinding met het eiland is uitgevoerd door de afdeling tunnelbouw van de Bouwdienst RWS en door drie ingenieursbureau's: Arcadis, Haskoning en Witteveen + Bos. De resultaten zijn te vinden in de volgende rapporten:

- 1) Voorontwerp shuttle verbinding eiland in de Noordzee en Schiphol; Bouwdienst RWS, afdeling tunnelbouw; 29 juni 1998 [29]
- 2) Schiphol, een vliegveld op twee locaties, shuttle studie TNL; Arcadis, HBW en GEC Alstom; juni 1998 [18]
- 3) Shuttle studie TNL; Haskoning, Van Hattum en Blankevoort, de Weger en Zandvoort Ordening en Advies; 2 juni 1998 [19]
- 4) Shuttle studie TNL; Witteveen + Bos, Siemens, TCE en Ballast Nedam; juni 1998 [20]

In dit rapport zijn samenvattingen opgenomen van deze rapporten en zijn de belangrijkste conclusies uit de studies verwoord.

### 8.1. Bouwdienst RWS

Voor de luchthaven op een kunstmatig eiland in Noordzee is een hoogwaardige verbinding met Schiphol noodzakelijk. De onderzoeksvraagstelling was gericht op het inzicht van de technische mogelijkheden en de kosten voor deze shuttle verbinding. Het onderzoek naar de shuttle verbinding is door de afdeling Tunnelbouw van de Bouwdienst uitgevoerd en richt zich primair op de mogelijkheden van reeds bestaande en bekende technieken. Naast dit onderzoek is door een drietal marktpartijen eveneens onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van een shuttle verbinding waarbij het accent lag op mogelijke innovaties. De aanpak van het onderzoek is gericht op het inzichtelijk maken van de kosten componenten en op de mogelijkheid om verschillende varianten met elkaar te kunnen combineren.

Op basis van een groot aantal toekomstscenario's is een programma van eisen geformuleerd dat de volgende kenmerken bezat:

|                                    |                                                        |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Personen piekuurcapaciteit         | : 13700                                                |
| Vracht piekuurcapaciteit           | : 586 ton                                              |
| Bagage piekuurcapaciteit           | : 240 ton                                              |
| Maximale reistijd shuttle          | : 15 minuten (inclusief in- en uitstappen: 20 minuten) |
| Afstand van het eiland tot de kust | : 20 km                                                |

In een korte beschouwing zijn vier vervoerssystemen vergeleken. De magneettrein, een hogesnelheidsmetro een hoge snelheidstrein en een intercity. Op basis van bewezen techniek en de bewezen vervoersprestaties is uitgegaan van een hogesnelheidstrein concept. Een voordeel ontstaat ook bij dit type rail verbinding door de mogelijkheid om aan te sluiten op de bestaande rail infrastructuur. In de studie is hier verder geen aandacht aan besteed. Op basis van dit rail systeem is een vertaalslag gemaakt naar de hoeveelheid sporen en de randvoorwaarden voor de civieltechnische ontwerp aspecten.

Voor de shuttle zijn ten minste drie sporen noodzakelijk. Tevens bleek dat indien het eiland verder komt te liggen dan 20 kilometer er rekening moet worden gehouden met grotere tunneldoorsneden om drukgolfproblematiek te voorkomen. Voor de kleinere afstanden dicteert het profiel van vrije ruimte van de railvoorzieningen de hoofdafmetingen.

Als veiligheidsniveau is het gebruikelijke niveau in Nederland aangehouden in combinatie met de inzichten die verworven zijn vanuit de HSL-tunnel voor het Groene hart.

De studie naar de mogelijke trajecten voor de shuttle hebben geresulteerd in een Noordelijk tracé en een Zuidelijk tracé.

figuur 8.1 Mogelijke tracé's van de shuttle verbinding

figuur is los bijgevoegd

Het **Noordelijk** tracé bezit het langste traject over land en vraagt daarmee om goedkope (bovengrondse) technieken. De aansluiting op Schiphol vormt een groot knelpunt vanwege de start- en landingsbaanpassage en de gewenste aansluiting op het vrachtafhandelingscentrum op Schip zuid. Vanuit Schiphol wordt zoveel mogelijk de A9 gevolgd, echter de effecten op boogstralen reduceren hier de maximum snelheid zodat het betwijfeld wordt of de MCT gehaald kan worden. De duinen worden ondergronds gepasseerd ten zuiden van IJmuiden.

Het **Zuidelijk** tracé zal grotendeels ondergronds of tussen maaiveld moeten worden uitgevoerd om een maatschappelijk aanvaardbare inpassing mogelijk te maken. De aansluiting op Schiphol en het vrachtafhandelingscentrum is relatief eenvoudig. Een bovengrondse aansluiting die goed op aankomst en vertrekhal aansluit is zelfs mogelijk. Voorgesteld wordt om met bakconstructies daar waar mogelijk en verder eenvoudige tunnelconstructies door te gaan tot aan het duingebied. Ook weer in verband met maatschappelijke acceptatie en omdat het duingebied hier een waterwingebied is worden de duinen ondergronds gepasseerd.

figuur 8.2 Mogelijke constructie-typen voor de shuttle verbinding

figuur is los bijgevoegd

De passage van het zeedeel is separaat aangepakt. De principes waarmee de zeepassage kan worden gerealiseerd zijn:

- Tunnel: boortunnel of zinktunnel;
- Brug.

Het blijkt dat de aansluitingen van de verschillende technieken speciale aandacht vraagt. Zo is bijvoorbeeld voor de aansluiting van een boortunnel vanuit de duinen naar een brugconstructie in zee een kunstmatig eiland noodzakelijk. Voor het boren zijn schachtconstructies nodig om te starten of te eindigen met het boorproces. Een aansluiting van een zinktunnel met een boortunnel vraagt eveneens om een bijzondere constructie. De lengte van de zeepassage vraagt ook in relatie met de gewenste korte uitvoeringstijd om aandacht. Geconcludeerd wordt dat het verstandig lijkt te zoeken naar combinaties van technieken om gelijktijdige uitvoering eenvoudiger te kunnen realiseren. De kosten zijn voor de verschillende combinaties op een rij gezet en bevinden zich allen rond de 4 miljard gulden. De keuze moet dus op basis van andere criteria geschieden en zou ook aan uitvoerende marktpartijen overgelaten kunnen worden.

Een belangrijk knelpunt voor de bouwtijd is de enorme schaal van dit project. Geconcludeerd kan worden dat de benodigde investeringen voor een shuttle verbinding die een passagiers aanbod vanuit het CPB-GC scenario aan kan in ieder geval lager ligt dan de in een eerder stadium genoemde 20 miljard gulden. Afhankelijk van de inpassingsmogelijkheden en de minder technische keuzen varieert het kosten niveau tussen 10 miljard en 12 miljard gulden. Besparingen zijn denkbaar door beduidend langere reistijden te accepteren en metro-achtige railverbindingen te introduceren. Een eiland op 30 kilometer uit de kust zal een relatief dure verbinding behoeven indien toch een korte reistijd wordt vereist. Zodra de maximum snelheid ver boven 175 km/uur komt wordt de drukgolf problematiek relevant en moeten grotere

diameters worden toegepast. Dit heeft een behoorlijke oprijvende invloed op het kostenniveau.

## 8.2. Arcadis

In opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is een verkennende studie uitgevoerd naar de technische mogelijkheden voor een shuttle verbinding tussen een eiland in de Noordzee en Schiphol met als doel een zo kostenefficiënt mogelijke verbinding te ontwerpen uitgaande van het logistiek programma van eisen.

De belangrijkste eisen aan de verbinding zijn:

- Maatgevende piekuren stromen per richting:
  - 9000 personen
  - 240 ton bagage (350 containers)
  - 1000 ton vracht;
- Maximale reistijd shuttle van 15 minuten (inclusief in- en uitstappen: 20 minuten);
- 24 uur in bedrijf;
- Eiland ligt ongeveer 20 km uit de kust.

Na evaluatie van het 'Programma van Eisen' bleken drie vervoerssystemen geschikt als mogelijk alternatief voor de verbinding.

### 1. Hogesnelheidstrein (HST)

Dit wiel/rail-contactsysteem wordt thans toegepast voor de hoge snelheidslijn tussen Amsterdam en Parijs en is vergelijkbaar met TGV.

### 2. MAGLEV

Dit is een afkorting voor MAGnetic LEVitation, waarbij de functies van spoorstaaf en wiel overgenomen wordt door elektro-, draag- en geleidingsmagneten. In Duitsland en Japan is men op dit moment bezig met de realisatie van de eerste hoge snelheidsbanen.

### 3. Swissmetro principe

Gebaseerd op een in Zwitserland ontwikkeld idee waarbij het transport middels een MAGLEV-systeem plaatsvindt door bijna luchtledige buizen.

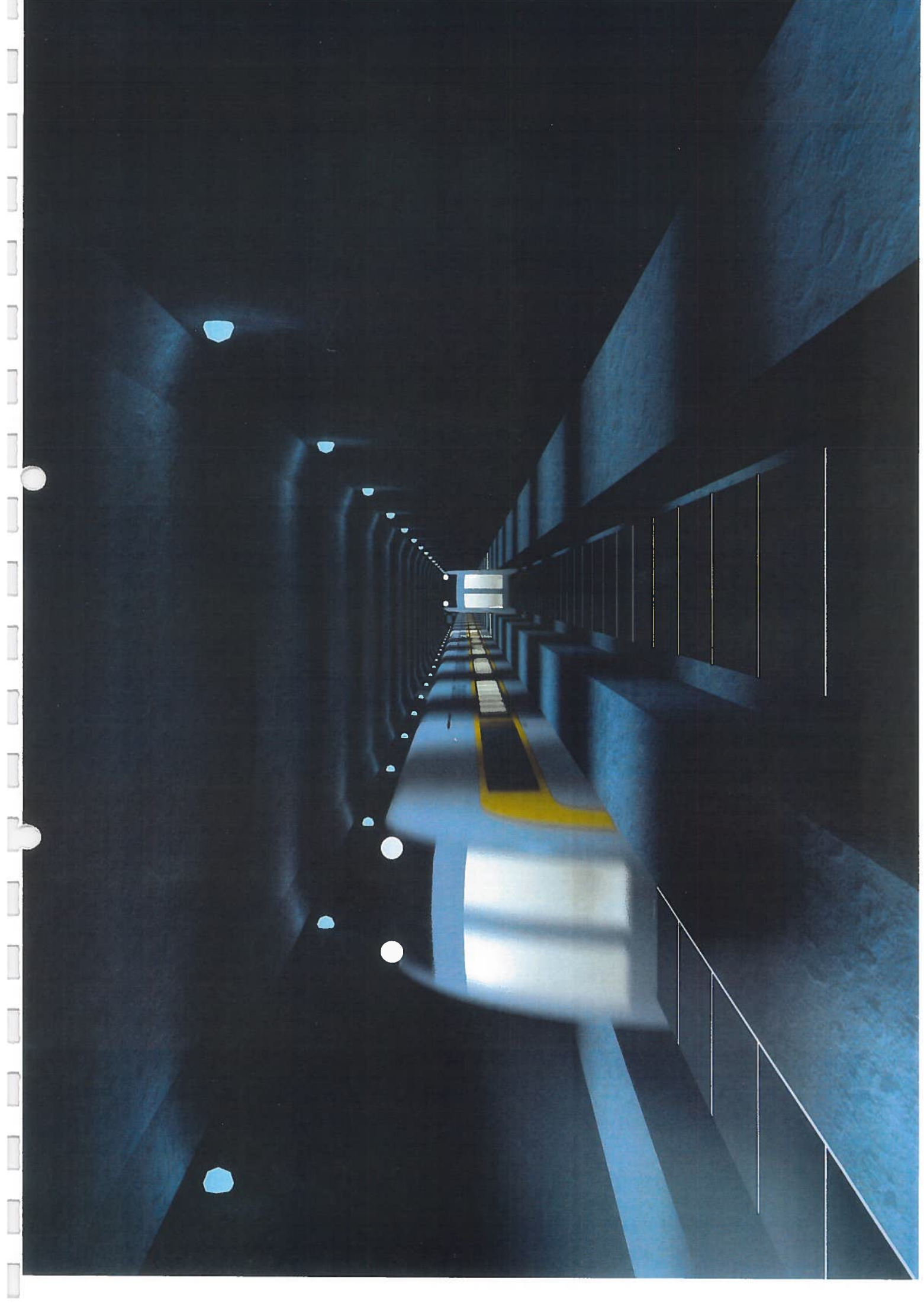
figuur 8.3 Drie typen vervoerssystemen

- Artist impression
- HST
- Maglev + Swissmetro

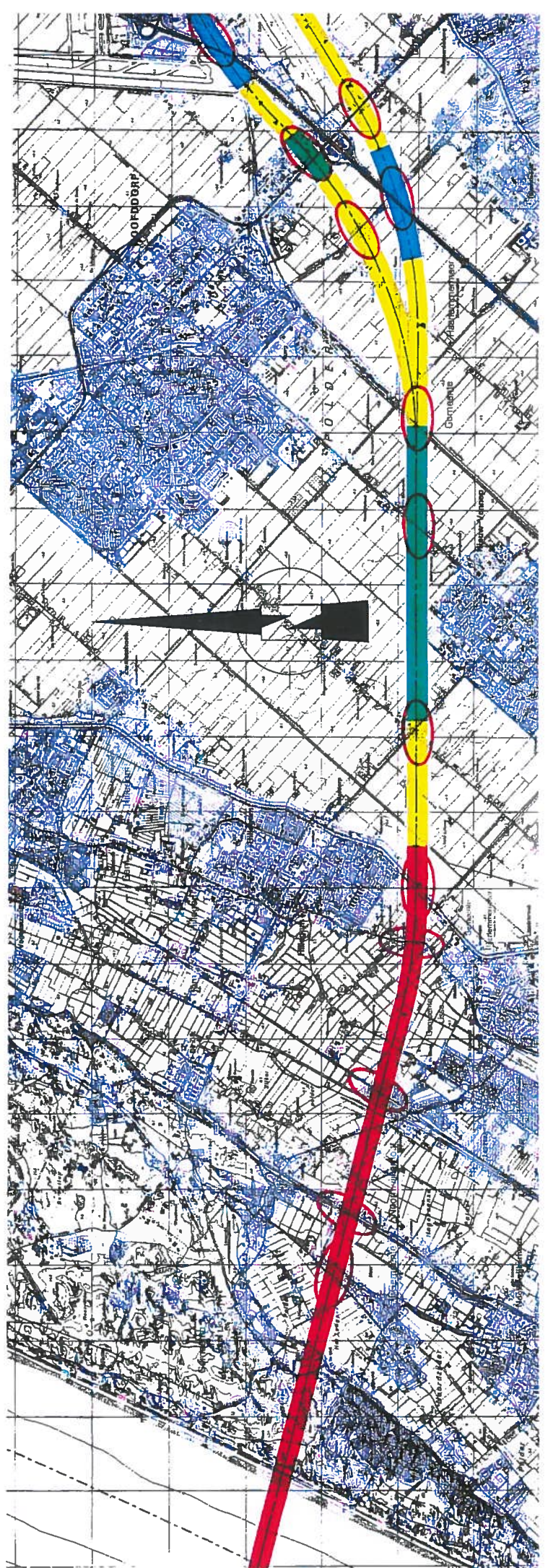
figuren zijn los bijgevoegd

Een logistieke analyse heeft aangetoond dat met alle drie de systemen het mogelijk is aan de gewenste vervoerscapaciteit te voldoen. Om de vereiste stromen te kunnen verwerken is de aanleg van drie sporen tussen beide luchthavens noodzakelijk. Twee sporen zijn er bij bedrijfsvoering in dienst, het derde spoor is een reservespoor welke dienst zal doen wanneer onderhoud gepleegd dient te worden of wanneer er zich calamiteiten voordoen.

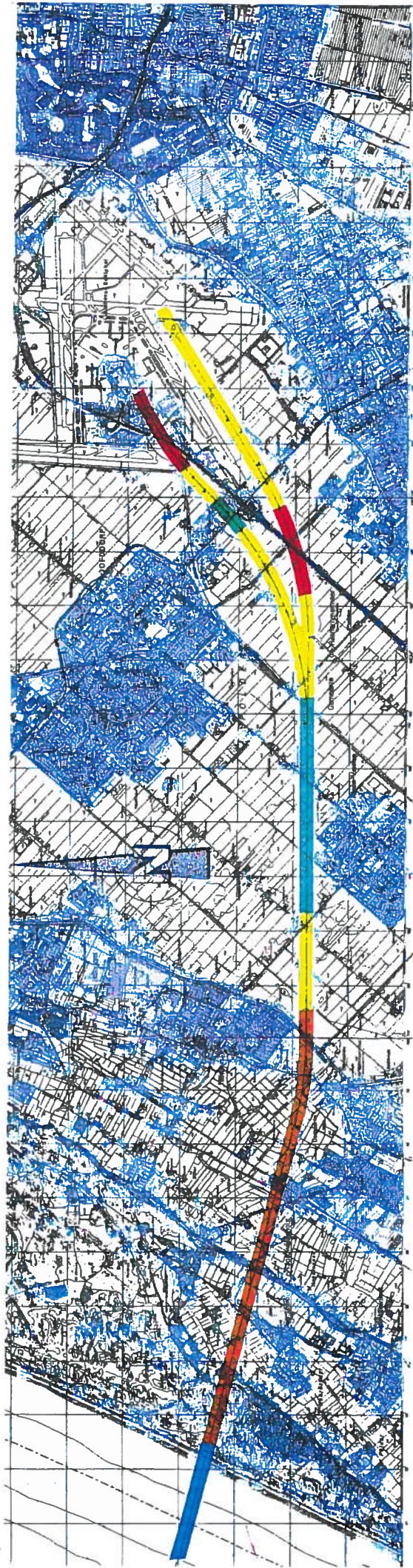
Bij het zoeken naar geschikte tracés is de filosofie gehanteerd om de sporen voor zover mogelijk op maaiveld of daar net boven te realiseren. Alleen in die gevallen waar omstandigheden dit noodzakelijk maken is voor een ondergrondse oplossing gekozen. Op basis van deze strategie zijn een tweetal tracés gegenereerd, te weten: Het Noord-tracé via IJmuiden en het Zuid-tracé via Noordwijkerhout waarbij voor het tweede tracé twee vervoerssystemen mogelijk zijn.



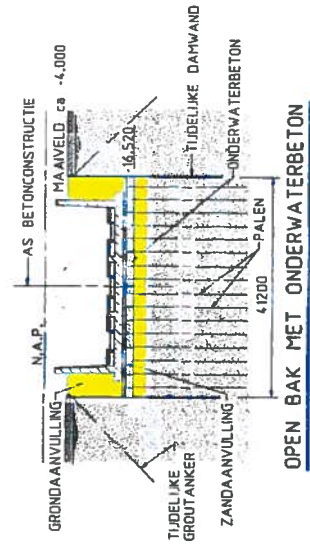
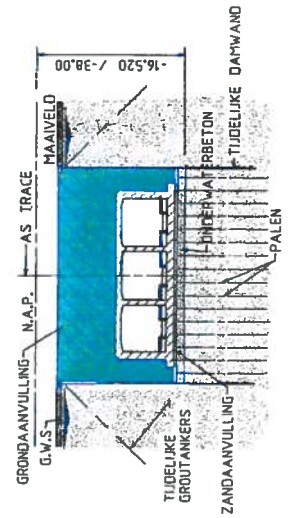
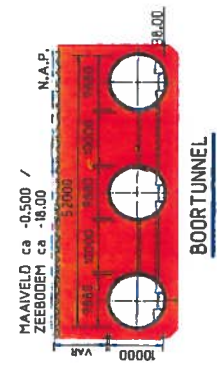
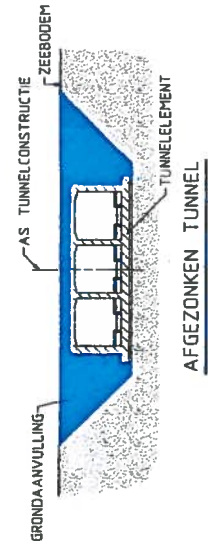
# BIJLAGE 1





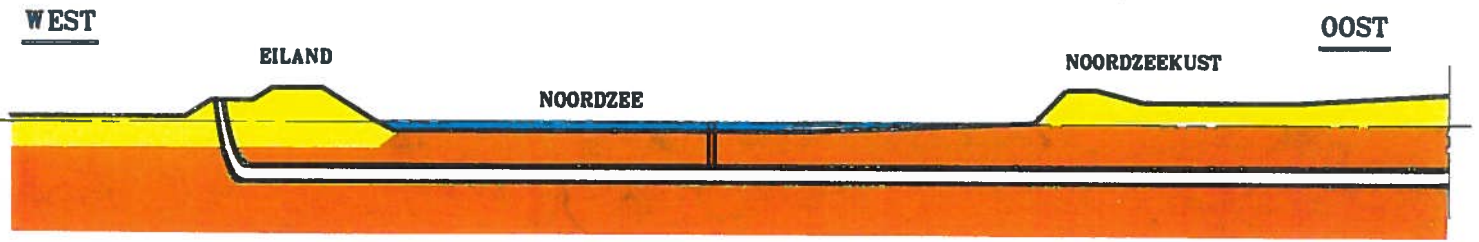


# BOVENAANZICHT TRACE

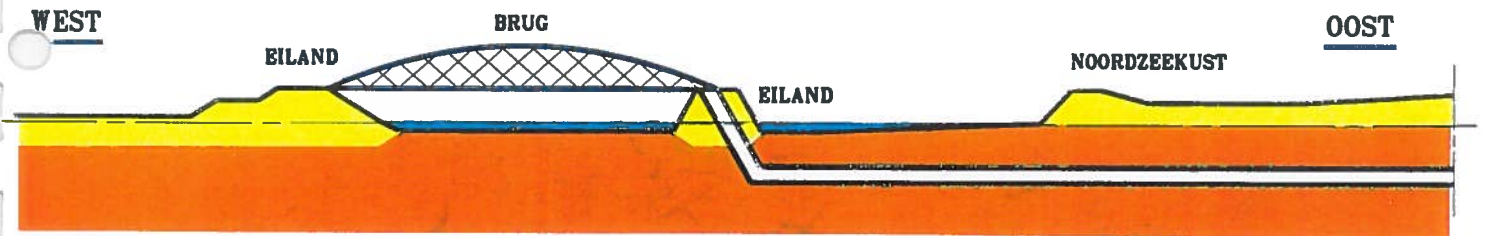


# ALGEMENE DWARSDOORSNEDEN

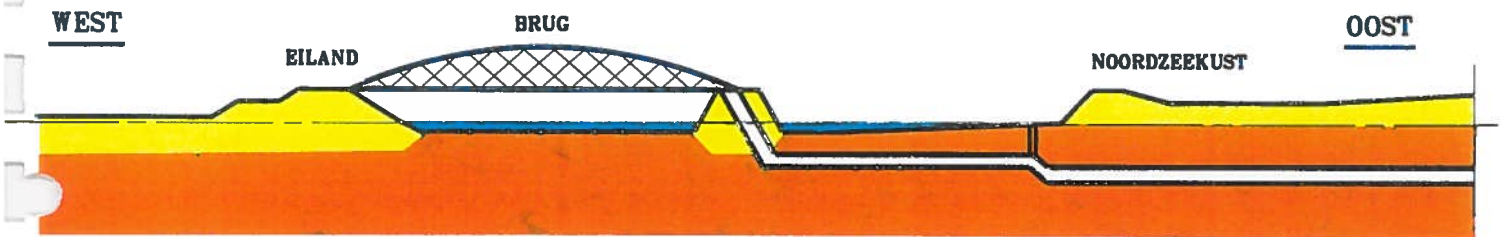
# COMBINATIES



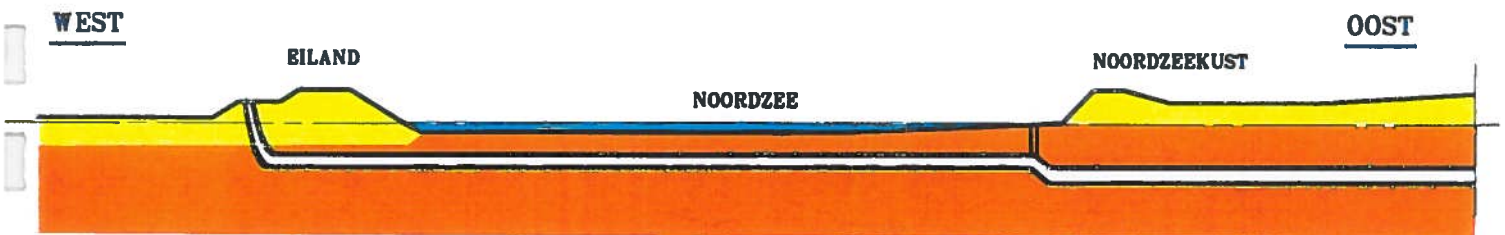
BOREN / BOREN



BRUG / EILAND / BOREN



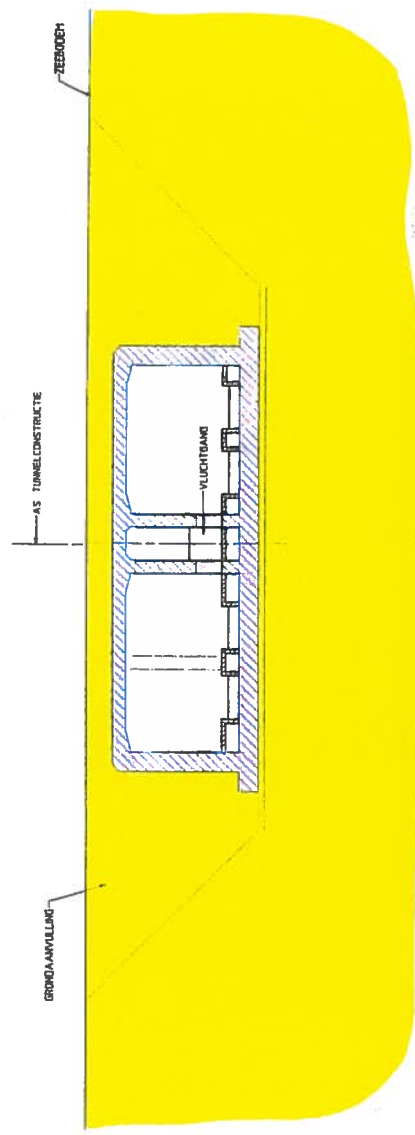
BRUG / EILAND / AFZINKEN / BOREN



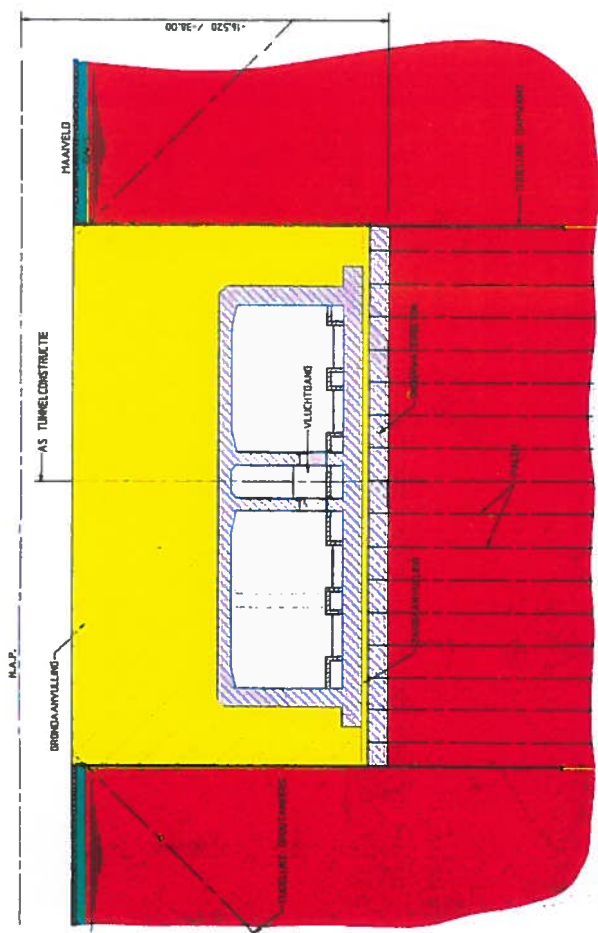
AFZINKEN / BOREN



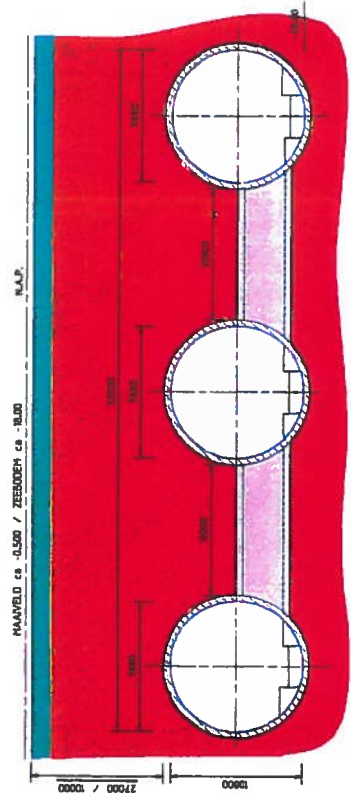
OPEN BAK MET ONDERWATERBETON



AFGEZONKEN TUNNEL

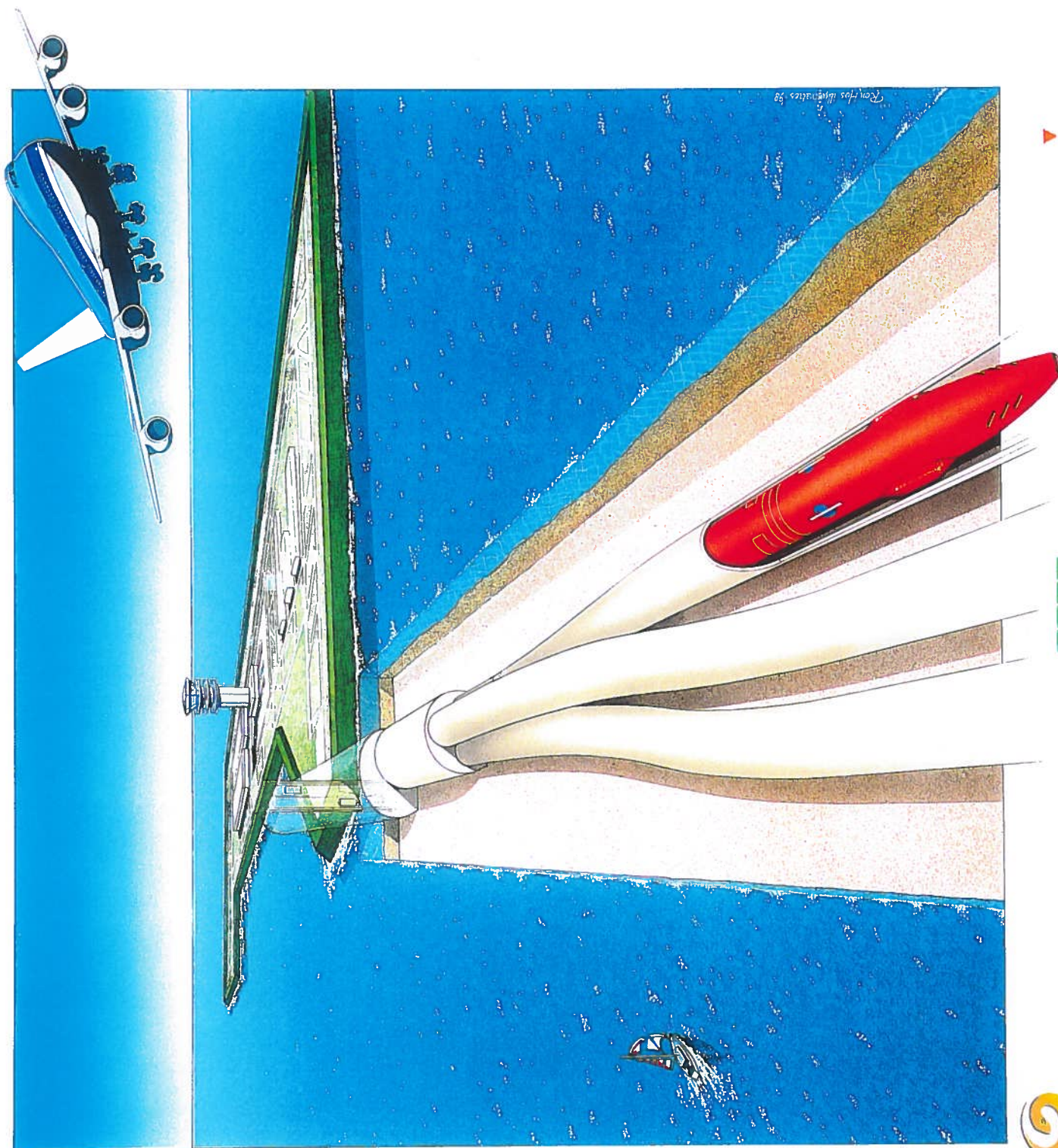


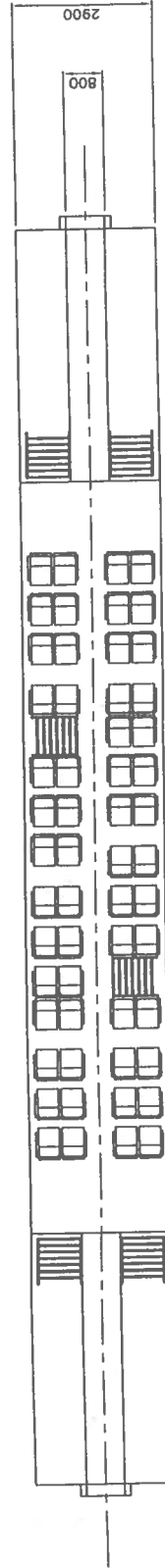
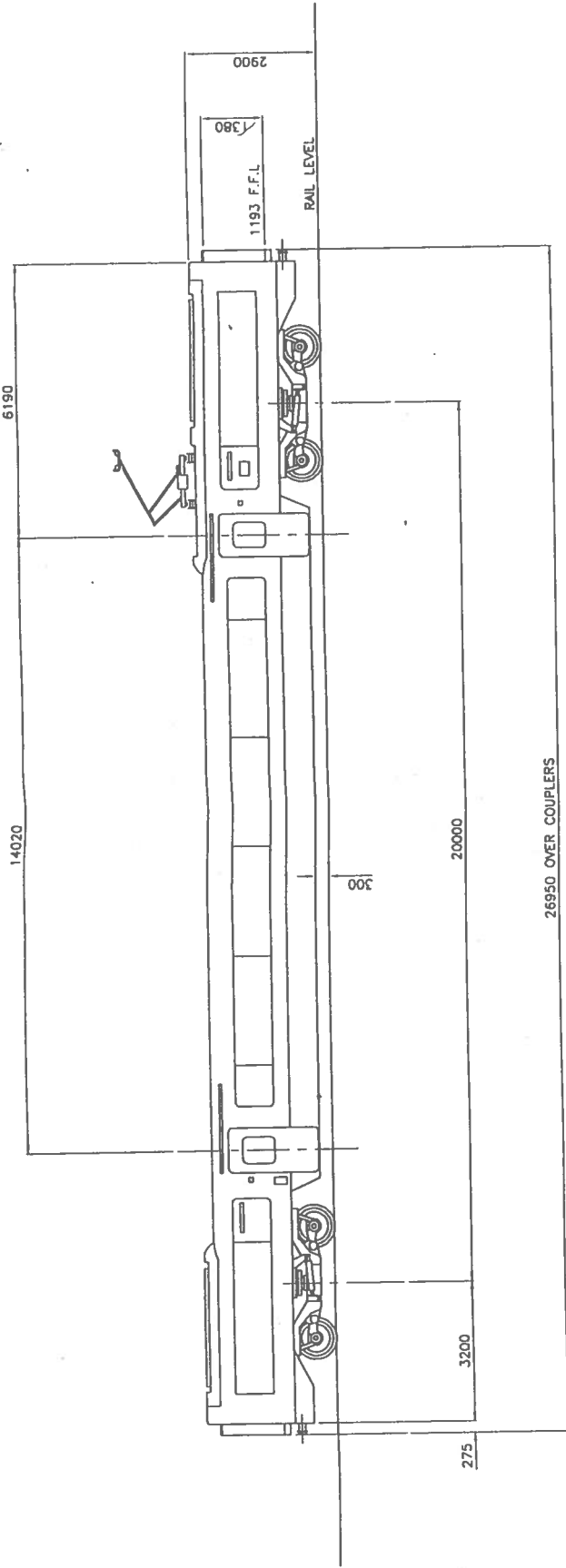
GESLOTEN TUNNEL MET ONDERWATERBETON



BOORTUNNEL

PRINCIPE DOORSNEDE





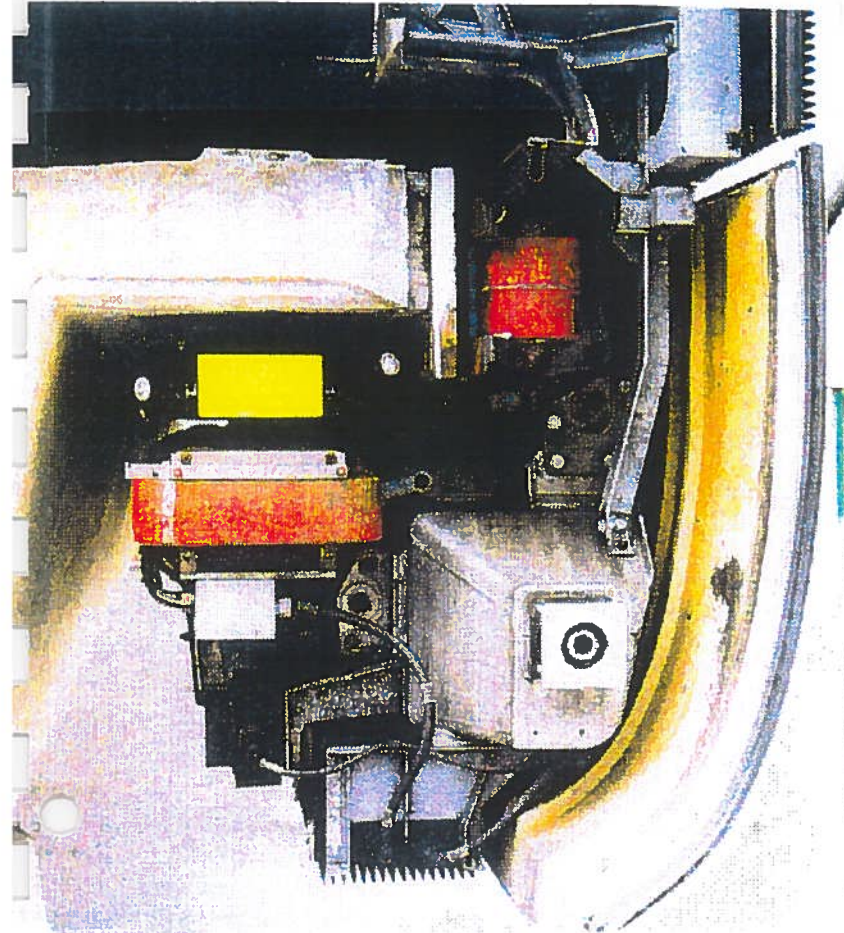
56-SEATS

**GEC ALSTHOM**  
 TRANSPORTATION PROJECTS  
 INTERNATIONAL LTD.

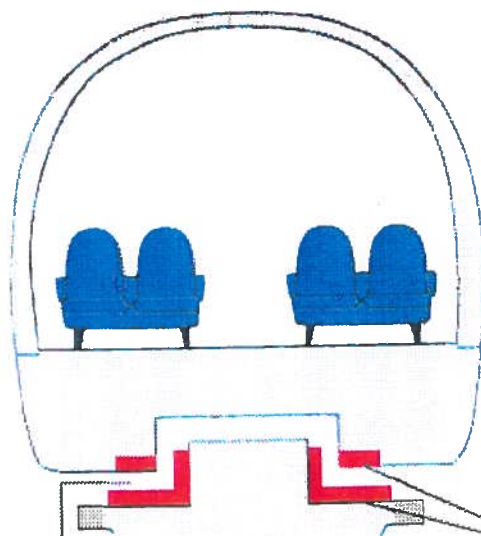
GEC ALSTHOM TRANSPORTATION PROJECTS LTD.  
 190, BRISTOL ROAD, MANCHESTER, M60 1AA, ENGLAND  
 Tel: 061 275 4440/181 872 2431 Fax: 061 275 4440/181 875 2131

This document is the property of GEC ALSTHOM. It is to be used only for the purpose for which it is issued. It is not to be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without the prior written permission of GEC ALSTHOM.

Project: ALSTHOM PROJECT  
 Title: G.A. OF PANTOGRAPH CAR  
 Date: MAY 1998 No: 1/P.L. 156/003 Rev: A

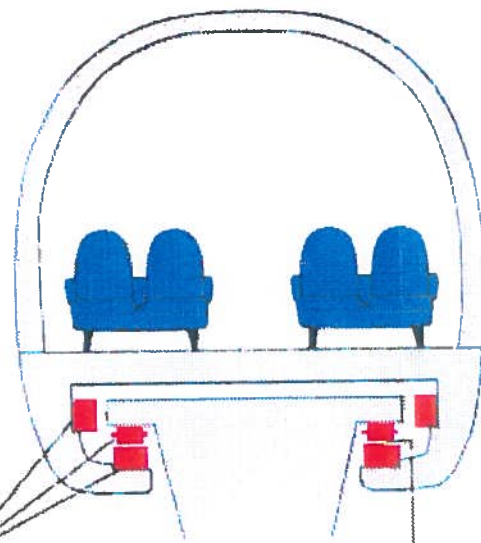


Electrodynamic



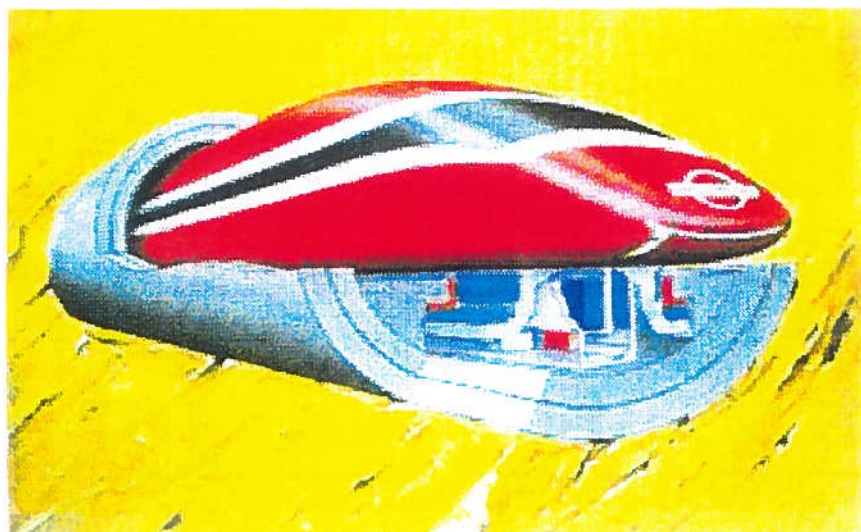
Air gap (15 cm)

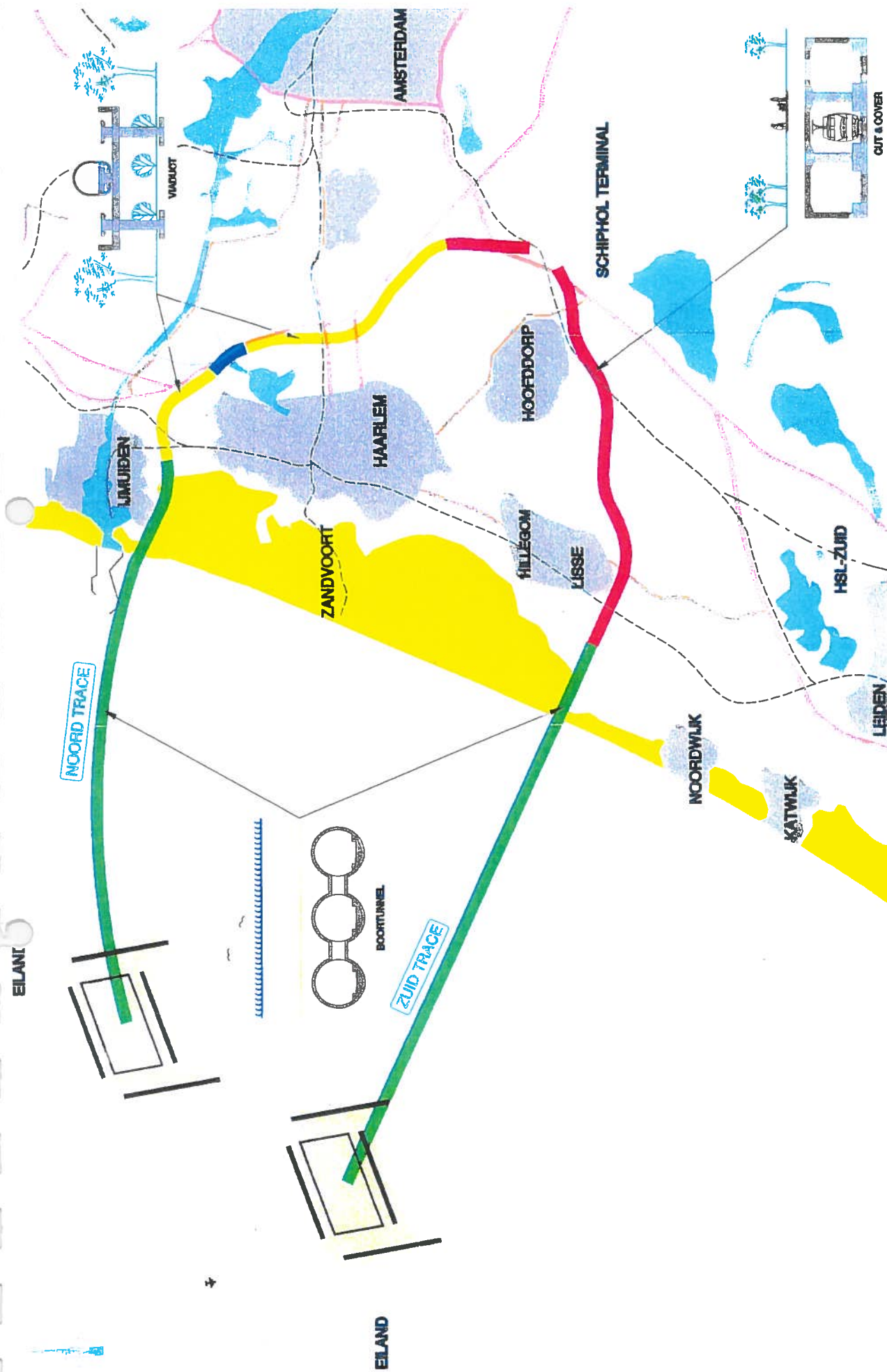
Electromagnetic



Air gap (1 cm)

Magnets





figuur 8.4 Mogelijke vier tracé's voor de shuttle verbinding

figuur is los bijgevoegd

Bij beide tracévarianten heeft voor het tracégedeelte boven zee een afweging plaats gevonden tussen enerzijds een brugconstructie en anderzijds een tunnelconstructie. Uit deze afweging is gebleken dat op basis van financiële overwegingen de voorkeur wordt gegeven aan een tunnelconstructie.

Uitgangspunt bij het Noord- tracé is het zoveel mogelijk boven de grond aanleggen van de verbinding en maximale bundeling met de huidige bestaande infrastructuur. De daaruit volgende boogstralen en hellingen leiden qua vervoerssysteem naar een MAGLEV-systeem. Het tracé ligt voor een groot deel langs bestaande en toekomstige wegen, wat voordelen geeft met betrekking tot landschappelijke inpassing en grondbeslag. De kruising met de duinen wordt door middel van een boortunnel gerealiseerd, die tevens onder de zeebodem naar het eiland loopt. De inwendige tunneldiameter is 8,5 meter. De totale lengte van het tracé is 45 km.

Het uitgangspunt voor het Zuid-tracé is de verbinding zo kort mogelijk te maken. De totale lengte van het tracé is 40 km. Het tracé volgt vanaf Schiphol het bestaande spoor, loopt door de Haarlemmermeerpolder waarbij bestaande en toekomstige bebouwing zoveel mogelijk vermeden wordt. Uiteindelijk kruist het ten noorden van Noordwijk de duinen naar het eiland. De ondergrondse gedeelten bij Schiphol en in de Haarlemmermeerpolder worden uitgevoerd als Cut&Cover. Het gedeelte door de duinen en onder zee wordt als boortunnel uitgevoerd.

Vanwege de beschikbare ruimte kunnen op het Zuid-tracé relatief grote boogstralen worden toegepast, hetgeen de mogelijkheid biedt verschillende vervoerssystemen toe te passen. Een Hogesnelheidstrein met een verlaagde vloer (HST-LV) resulteert in een kleiner frontaal oppervlak, hetgeen het voordeel biedt dat de tunnels in het tracé een kleinere doorsnede kunnen krijgen. De inwendige tunneldiameter bij de HST-LV is 7 meter.

Besparingen op investeringskosten van een tunneloplossing op dit tracé kan vooral bereikt worden door verkleining van de tunneldiameter. Hierdoor is het nodig om naast het verminderen van het frontaal oppervlak van het voertuig ook de luchtweerstand te verminderen, bijvoorbeeld door de luchtdruk in de tunnel te verlagen. Dit principe, dat op verschillende manieren ontwikkeld kan worden, is in Zwitserland reeds uitgewerkt in het 'Swissmetro-systeem'.

Voor het Swissmetro-systeem dient over de gehele lengte van het tracé een tunnel te worden gebouwd. In principe is het mogelijk deze tunnelbuizen in een rechte lijn naar het eiland te laten lopen. Er zijn echter nog veel onduidelijkheden rond het eigendomsrecht van de grond waar een tunnel onderdoor loopt. Daarom is hetzelfde tracé aangenomen als voor de verlaagde HST. De inwendige tunneldiameter is 5 meter.

De aan de vervoerssystemen gebonden investeringskosten variëren van ca. 13,7 miljard gulden voor het Noord-tracé tot ca. 11,7 miljard voor het Zuid-tracé bij toepassing van HST lage-vloer respectievelijk ca 9,1 miljard bij toepassing van het Swissmetro-systeem.

Het HST lage-vloer concept is grotendeels gebaseerd op reeds bewezen technieken en het MAGLEV-systeem wordt reeds uitgebreid getest, waarbij operationele toepassing voorzien is voor 2005 over een lengte van 291 km (tussen Hamburg en Berlijn). Het Swissmetro-systeem is gedacht vanaf 2010 operationeel ingezet te worden op een baanvak Geneve - Lausanne.

Waar enerzijds de aan de onderscheiden vervoerssysteem verbonden investeringskosten aanzienlijk lager zijn dan in eerdere studies is geraamd, zullen de MAGLEV-systemen zich

onder operationele omstandigheden nog dienen te bewijzen. Operationele ervaring met MAGLEV-systemen in zijn algemeenheid en MAGLEV-systemen in een vacuüm omgeving zullen naar het zich laat aanzien ruim voor de eventuele ingebruikname van de shuttle verbinding tussen beide luchthavenlocaties verkregen zijn.

Algemene conclusies zijn dat de investeringskosten lager kunnen zijn dan de eerder geraamde kosten uit de verkennende studies.

De uitwerking is uitgevoerd voor een eiland op 20 km van de kust. Voorgaande studies hebben aangetoond dat het eiland op 10 km van de kust kan worden aangelegd. Voor gewenste vervoerssystemen kan dit verdere besparingen opleveren voor de investeringen. Een locatie op 30 km uit de kust leidt tot hogere investeringskosten en vereist hogere rijsnelheden om aan de gestelde reistijdeisen te kunnen voldoen.

Een vervoerssysteem gebaseerd op magnetische levitatie in combinatie met een 'vacuüm' tunnel is economisch gezien het meest interessante concept met vergaande potenties voor toekomstige vervoersvraagstukken.

### 8.3. Haskoning

In opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is een verkennende studie uitgevoerd naar de technische mogelijkheden voor een shuttle verbinding tussen een eiland in de Noordzee en Schiphol met als doel een zo kosten efficiënt mogelijke verbinding te ontwerpen die voldoende maatschappelijk acceptabel kan worden uitgevoerd.

Om ideeën te ontwikkelen aangaande een shuttle verbinding tussen Schiphol en een eiland in de Noordzee zijn twee workshops gehouden.

De eerste met de bedoeling om mogelijkheden en alternatieven te zoeken ten opzichte van een nul-variant bestaande uit een magneettrein in een geboorde tunnel.

In de tweede workshop zijn de ideeën kritisch beoordeeld en getoetst op haalbaarheid.

Constateringen vanuit de workshops:

- De huidige MCT is hoger (60 min) dan de streefwaarde voor de toekomst (45 min), dit biedt de mogelijkheid om met een langzamer vervoerssysteem te beginnen om in een latere fase een vervoerssysteem te kiezen dat een hogere snelheid mogelijk maakt.
- Het verschil in reistijd tussen een snel (160 km/h) en zeer snel (300 km/h) systeem is op deze afstand te verwaarlozen.
- Een halte dicht bij het vliegtuig maakt de reistijd van de shuttle minder kritisch, zodat een minder snel en dus goedkoper vervoerswijze gekozen kan worden.
- Door een tunnel is er een directe relatie tussen de rijsnelheid en de diameter van de tunnel en daarmee met de realisatiekosten.
- Bij bovengrondse alternatieven ontbreekt deze relatie.
- Een onderhouds- en noodspoor kan worden gedimensioneerd op een lage rijsnelheid.
- Het tracé op land hoeft niet per definitie als een tunnel te worden uitgevoerd; het lengteprofiel hangt samen met de aard van landschapstypes en de mogelijkheid om te bundelen.
- Over zee zijn zowel een brug als een tunnel reële opties.
- Een shuttle verbinding kan ook baten genereren, zowel de verbinding zelf (betalende passagiers) als de locatie van de infrastructuur (haltes).

Vanuit het oogpunt van landschappelijke inpassing en maatschappelijke aanvaardbaarheid zijn globaal drie trajecten mogelijk.

Indien gekozen wordt voor een volledige tunnelverbinding dan ligt voor de hand deze verbinding loodrecht op de kustlijn volgens het kortste traject aan te leggen. Het eiland komt dan voor de kust van Zandvoort te liggen.

De andere trajecten zijn gebaseerd op een bundeling met bestaande infrastructuur. Bundeling met de A9 betekent dat het eiland voor de kust van IJmuiden komt te liggen. Bundeling met de A4 waardoor het eiland voor Noordwijk geprojecteerd wordt.

Voor de ontsluiting van Schiphol wordt ervan uitgegaan dat het station nabij de D-pier ligt. Bij een rechtstreekse tunnelverbinding met het eiland zal de tunnel ten noorden van de bestaande Schipholtunnel westwaarts gaan. Voor de variant van bundeling met de A9 zal ontsluiting plaatsvinden door een tunnel ten oosten van de bestaande Schipholtunnel. Voor de variant van bundeling met de A4 kan het klaverblad Badhoevedorp boven- of ondergronds worden gekruist ten oosten van de Schiphollijn naar het zuiden om snel in de bundel van de A4 terecht te komen.

Gegeven de opdracht om een zo kosten efficiënt mogelijke verbinding te zoeken wordt gekozen voor een deels bovengrondse oplossing, waarvan de variant met bundeling met de A9 nader is uitgewerkt.

Het eerste deel van de verbinding, tussen Schiphol en de A9 wordt ondergronds uitgevoerd, waarna een deel parallel aan de A9 bovengronds als viaduct wordt uitgevoerd. Het deel onder de kuststrook wordt weer als tunnel uitgevoerd. Het zeedeel wordt als brug uitgevoerd.

Fasering is op drie aspecten mogelijk, te weten:

1. Snelheid; in de beginsituatie kan de snelheid laag zijn (metro 100km/h), in een later stadium is een hogere snelheid noodzakelijk.
2. Sporen; bij aanvang zijn drie sporen voldoende: een spoor per richting en een onderhouds- en noodspoor, in de eindsituatie drie reguliere sporen waarbij een extra onderhouds- en noodspoor aanwezig moet zijn.
3. Station; op het eiland ligt een geoptimaliseerde centrale eindhalte. Bij aanvang zal op Schiphol een centrale halte zijn, om de MCT te beperken dient in een later stadium de overstaptijd beperkt te worden door middel van een ringlijn met een halte op iedere pier.

figuur 8.5 Fasering van de shuttle verbinding

figuur is los bijgevoegd

#### Fase 1

De eerste fase bestaat uit een metroverbinding met een spoor per richting aangevuld met een derde spoor voor onderhoud en nood. De rijnsnelheid bedraagt 100 km/h. Het ondergrondse deel loopt door 1 gecompartmenteerde tunnelbuis met voldoende diameter en boogstralen om op termijn een hoge snelheidsshuttle te kunnen verwerken. Het onderhouds- en noodspoor ligt in een tweede tunnelbuis van beperkte afmetingen. De bovengrondse gedeelten voldoen reeds aan eisen voor hoge snelheden. De geschatte bouwtijd bedraagt 5 à 7 jaar, de kosten 7,2 miljard gulden.

Deze aanpak maakt het mogelijk om op deeltrajecten waar mogelijk goedkope infrastructuur aan te leggen. Een cut&cover uitvoering van de duinpassage zal een significante besparing inhouden, dit geldt ook wanneer het eiland slechts 10 km uit de kust komt te liggen (geschatte besparing 1,8 mld). Een extra halte aan de kust is relatief eenvoudig te realiseren. Indien de brugverbinding niet direct achter de kust kan worden gerealiseerd zal de overgang verder in zee aangelegd moeten worden, dit zal kostenverhogend werken door de aanleg van een eiland in zee.

#### Fase 2

Inzet van voertuigen geschikt voor hogere snelheden (160 km/h) en de realisatie van een ringlijn op Schiphol. In de tunneldelen zal een snelheid van 100 km/h worden aangehouden. De kosten voor de infrastructuur bedragen 0,9 miljard gulden, hierin zijn de kosten voor de stations onder de pieren niet inbegrepen.

Met name de ringlijn onder de pieren biedt de mogelijkheid om ook een koppeling met de bagage afhandeling te maken, bovendien kan een aansluiting op de vrachtverwerking (Schiphol Zuid-Oost) worden gemaakt.

#### Fase 3

Het gehele traject wordt geschikt gemaakt voor hoge snelheid. Bij de tunneldelen worden twee extra tunnelbuizen aangelegd en de compartimentering in de tweesporentunnel wordt verwijderd zodat deze ook geschikt is voor hoge snelheden. In de A9 wordt een extra viaduct voor twee sporen aangelegd. Boven zee wordt een extra brug gebouwd voor twee sporen. De kostenraming voor deze fase komt uit op 7 mld gulden.

Er kan in deze fase ook besloten worden om een andere modaliteit te kiezen, bijvoorbeeld HSL mits daarmee in de voorgaande fasen bij het ontwerp reeds rekening is gehouden.

#### 8.4. Witteveen + Bos

In opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat is een verkennende studie uitgevoerd naar de technische mogelijkheden voor een shuttle verbinding tussen een eiland in de Noordzee en Schiphol met als doel een zo kosten efficiënt mogelijke verbinding te ontwerpen die voldoende maatschappelijk acceptabel kan worden uitgevoerd.

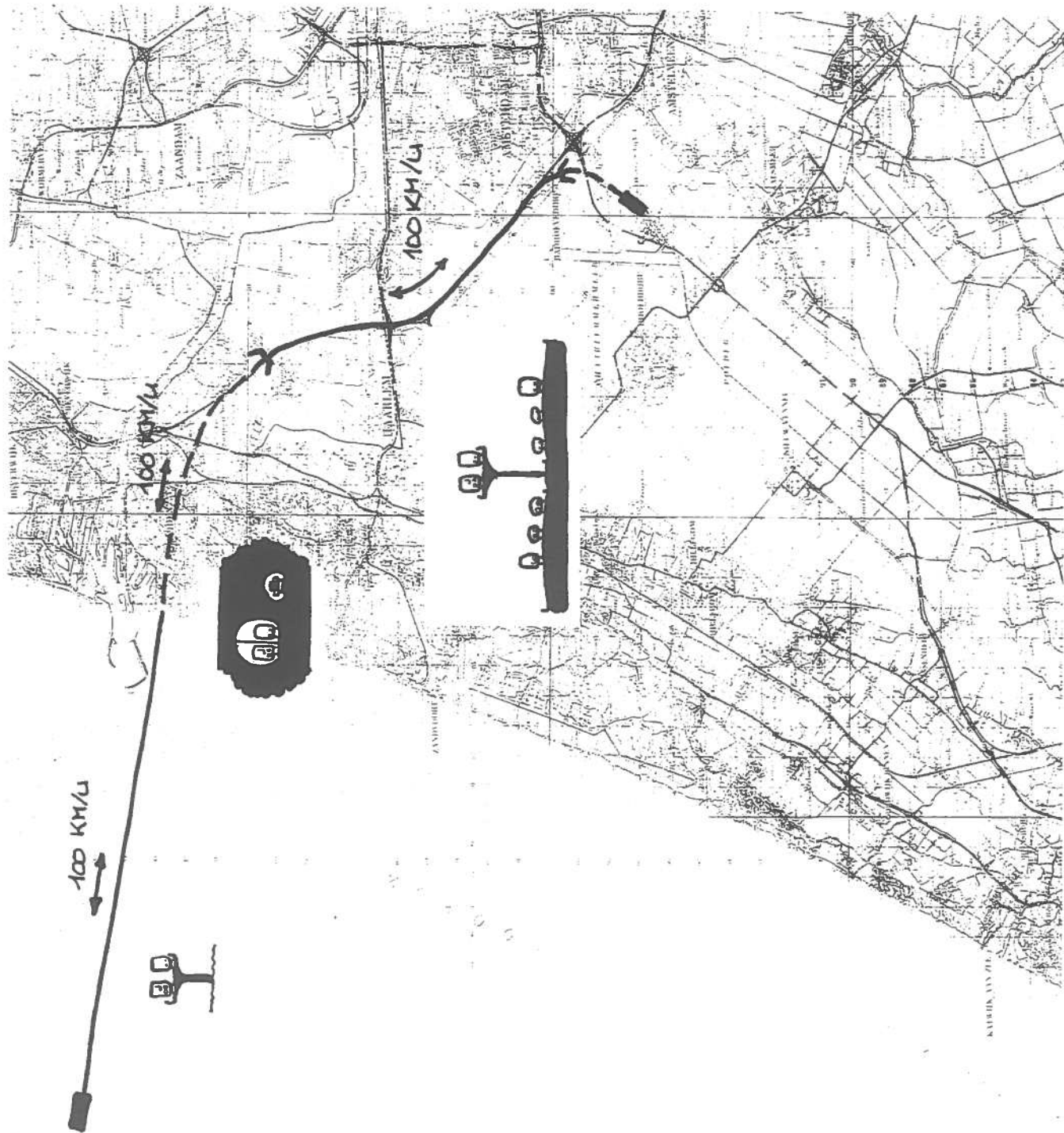
Uit een nadere beschouwing van het logistiek programma van eisen kan geconcludeerd worden dat de tijdkritische grens van 45 minuten slechts voor een klein deel van de passagiers van belang is (10% van de transferpassagiers is 1100 passagiers). Terwijl de huidige overstaptijd nog 60 minuten bedraagt. Er wordt uitgegaan van een piekuurcapaciteit van 10.000 passagiers/richting.

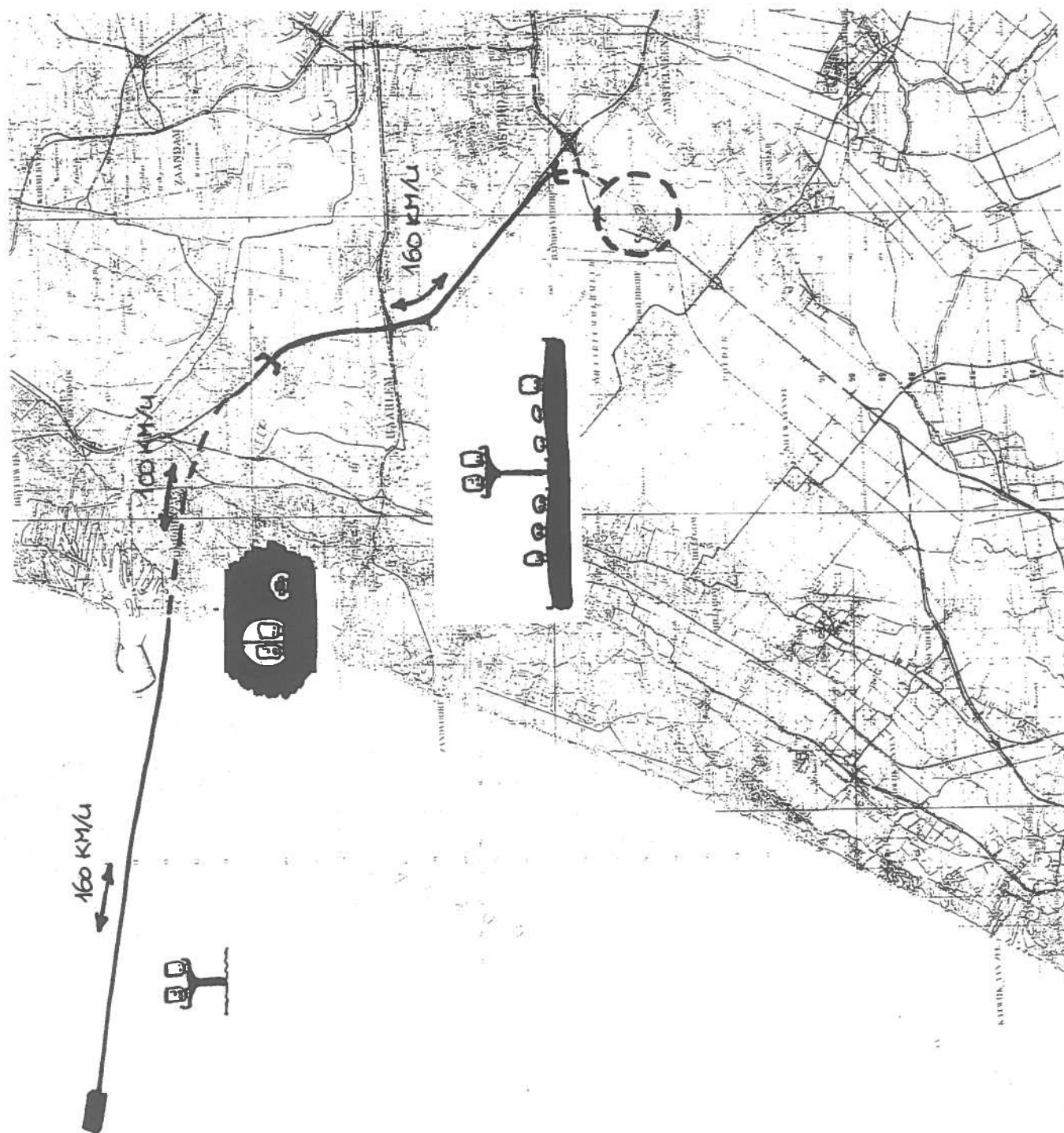
Ten aanzien van de keuze voor het vervoerssysteem wordt gekozen voor een ICE2-concept met een koppeling van passagiers- en vrachtvervoer. Met dit systeem bedraagt de reistijd voor een eiland 10, 20 en 30 km uit de kust respectievelijk 14, 17 en 20 minuten. Enige conclusies die aan de hand van de MCT getrokken kunnen worden zijn:

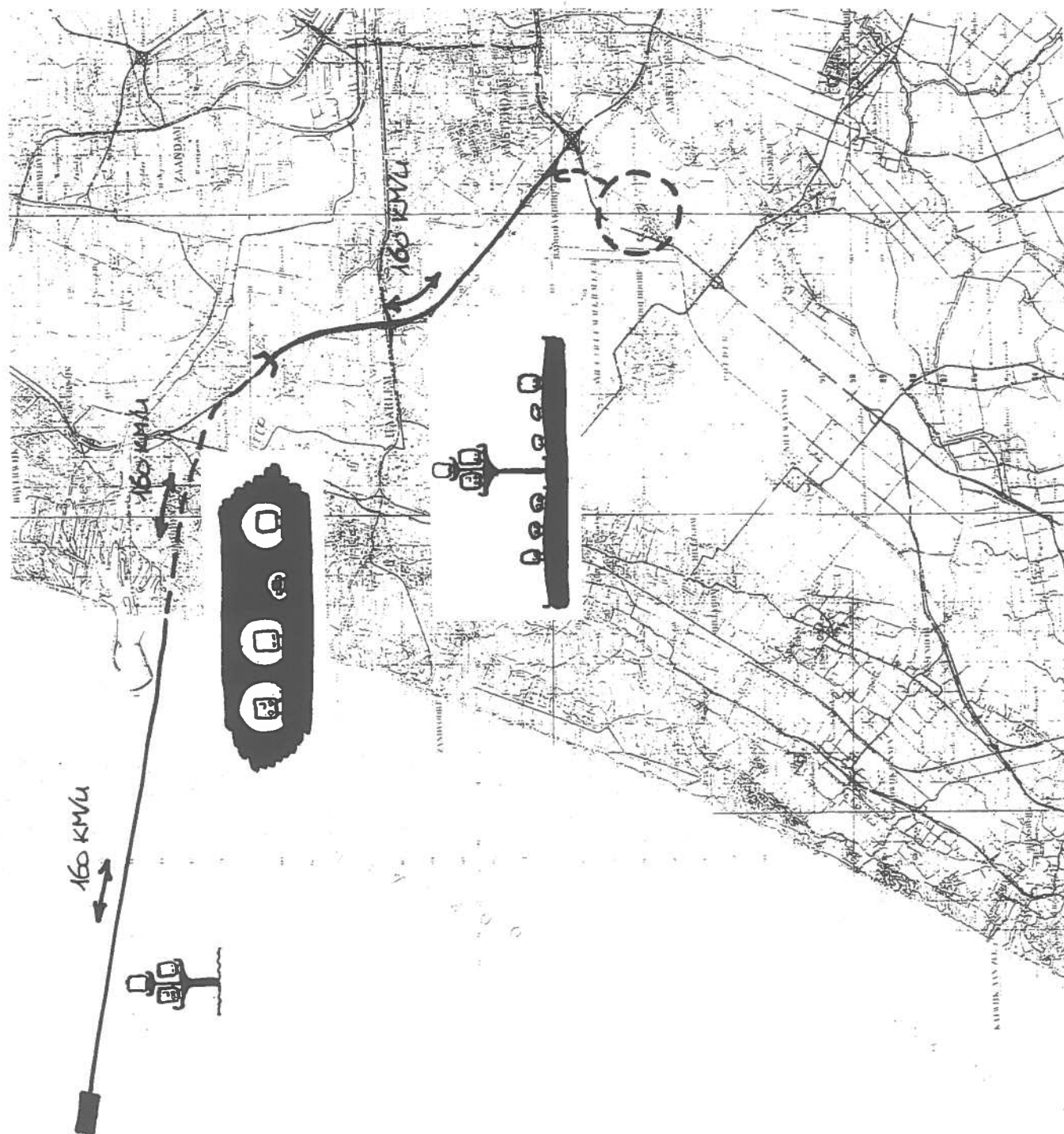
- Luchthaven logistiek is meer bepalend dan rijtijden, optimalisatie is te vinden in locatie van de stations t.o.v. de vliegtuigen en intern transport zoals tapis roulants e.d.
- Bij shuttleprincipe altijd een wachtende trein aan het perron hetgeen de instap/wachttijd beperkt tot 5 minuten
- Grotere afstand van het eiland legt vooral extra druk op interne logistiek Schiphol en eiland.
- Met een rijtijd van 13-14 minuten is een MCT van 45-50 minuten te realiseren wat voldoet aan de gewenste verbetering uit oogpunt van concurrentie

Optimalisatie mogelijkheden zijn te vinden in

1. aantal sporen, een gering aantal sporen betekent een eenvoudige opbouw van de verbinding en weinig wissels aan de eindpunten; echter de noodzakelijke capaciteit dient gewaarborgd te zijn
2. aantal wisselverbindingen, iedere wissel is storingsgevoelig zodat een afweging gemaakt dient te worden tussen flexibele exploitatie en storingsgevoeligheid; en hoge snelheidswissels zijn kostbaar en hebben een lengte van ca. 1,5 km
3. voertuig, geen nieuwe ontwikkelingen maar bestaande concepten overnemen van voertuigen voor hoge snelheden voor zowel passagiers als vrachtverkeer zodat koppeling kan plaatsvinden
4. tracélengte, zo klein mogelijke afstand tussen de luchthavens en de kortst mogelijke verbinding
5. dwarsdoorsnede, geringe spoorafstanden en kleinst mogelijke tunneldoorsneden m.b.v. drukdicht materieel.







| Tweesporig verbinding met wissels voor de stations                                                                                                                                            | Tweesporig verbinding met extra wissels op het traject                                                                                                                                                      | Driesporig verbinding                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -voldoende capaciteit<br>-weinig wisselverbindingen<br>-goederentrein gekoppeld met reizigerstrein<br>-bij calamiteiten een zeer hoge opvolgtijd<br>-gevoelig voor onvoorziene gebeurtenissen | -voldoende capaciteit<br>-wisselverbinding op traject<br>-goederentrein gekoppeld met reizigerstrein<br>-bij calamiteiten ca. 15 min opvolgtijd<br>-enkelsporig deel van het traject wordt beduidend korter | -voldoende capaciteit<br>-weinig wisselverbindingen<br>- goederentrein niet altijd gekoppeld met reizigerstrein<br>- bij calamiteiten opvolgtijd van 5 min gehandhaafd |

De tracékeuze is gevallen op een zuidelijke ontsluiting van Schiphol om daarna westwaarts richting kust te gaan en zoveel mogelijk bebouwing te mijden. Een kortere variant is een noordelijke ontsluiting van Schiphol om daarna westwaarts richting kust te gaan. Dit tracé komt alleen in aanmerking bij een boorvariant.

De noodzaak voor een ligging op 20 of 30 km lijkt beperkt gezien de toename in kosten, en de acceptabele nadelen van een eiland dichtbij waarvan de flexibiliteit van het railconcept beter beheersbaar is.

Voor het afwegingskader van de tracékeuze en bouwconcepten zijn een aantal deeltrajecten te onderscheiden.

| Trajectdeel        | Schiphol                           | Landdeel                                                  | Duinkruising                                          | Zeetraject                                      | Aansluiting eiland      |
|--------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Hoofdaspect</b> | Technische haalbaarheid            | Maatschappelijke inpassing                                | Milieu en veiligheid                                  | Veiligheid en exploitatie                       | Technische haalbaarheid |
| <b>Deelaspect</b>  | Aanwezige infrastructuur<br>Kosten | Geluid<br>Ruimtebeslag                                    | Morfologie<br>Waterkering<br>Geluid, visuele barrière | Betrouwbaarheid<br>Veiligheid<br>Faseerbaarheid | Bouwfasering<br>Kosten  |
| <b>Bouwconcept</b> | -ondergronds                       | -tunnel (maatschappelijke inpassing)<br>-maaveld (kosten) | -overgangszone<br>-afgeschermd oplossing              | -brug (kosten)<br>-tunnel (milieu, veiligheid)  | -ondergronds            |

Bij de kostenraming is uitgegaan van vier basisconcepten

|                                       | Landtraject | Zeetraject |
|---------------------------------------|-------------|------------|
| <b>1. Kosten efficiënt</b>            | maaveld     | brug       |
| <b>2. Maximale landinpassing</b>      | tunnel      | brug       |
| <b>3. Flexibele exploitatie</b>       | maaveld     | tunnel     |
| <b>4. Maatschappelijke acceptatie</b> | tunnel      | tunnel     |

De invloed van het aantal sporen en de afstand van het eiland tot de kust is bepaald. De range van goedkoopste oplossing tot duurste oplossing ligt tussen ca. 4 mld en 16 mld gulden. Tevens is een vergelijking gemaakt tussen kosten van een boor- en insitu tunnel.

Uit de vergelijking van de verschillende varianten volgen 3 aanbevolen concepten

| Land     | Zee    | Aantal sporen | Typering              | Selectie aspecten                                  | Kosten (10 km), excl. materieel en grondaankoop |
|----------|--------|---------------|-----------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| maaiveld | brug   | 2             |                       | kosten                                             | 4 mld                                           |
| tunnel   | tunnel | 2             | acceptabele inpassing | inpassing besluitvorming                           | 6,5 mld                                         |
| tunnel   | tunnel | 3             | betrouwbaarheid       | capaciteit exploitatie<br>inpassing besluitvorming | 8 mld                                           |

figuur 8.6 Mogelijk tracé van de shuttle verbinding en het mogelijke concept

figuur is los bijgevoegd

- Algemeen
  - eenduidig shuttle concept noodzakelijk voor kosten efficiënte oplossingen
  - separaat logistiek transportsysteem zonder aansluiting bestaande systemen en koppeling vracht- en personen vervoer
  - spreiding in de prognoses van de groei vraagt om gefaseerde aanleg
  - locatie eiland op 10 km van de kust biedt acceptabele oplossing
  - acceptabele MCT van 45-50 minuten met ICE concepten haalbaar
- Twee sporig shuttle concept als uitgekilde eerste fase mogelijk, mits:
  - acceptatie langere overstaptijden bij verstoringen
  - bij incidenten langdurig optredende lange overstaptijden
  - capaciteit bij enkelsporig bedrijf nog juist haalbaar
- Beter is een twee sporige oplossing met back-up spoor
  - benodigde capaciteit goed haalbaar
  - reservespoor voor incidenten en storingen
  - derde koker tevens voor veiligheid
- Bouwconcept
  - tunnel voor landdeel
  - snellere besluitvorming, groeikansen Schiphol en maatschappelijke acceptatie prevaleert boven kosten
  - ruimtebeslag geluidszones in woningbouwlocaties beperken
  - tunnel voor zeedeel
  - betrouwbaarheid exploitatie en betere inpassing milieu biedt betere kansen t.a.v. omgeving en exploitant

### 8.5. Conclusie

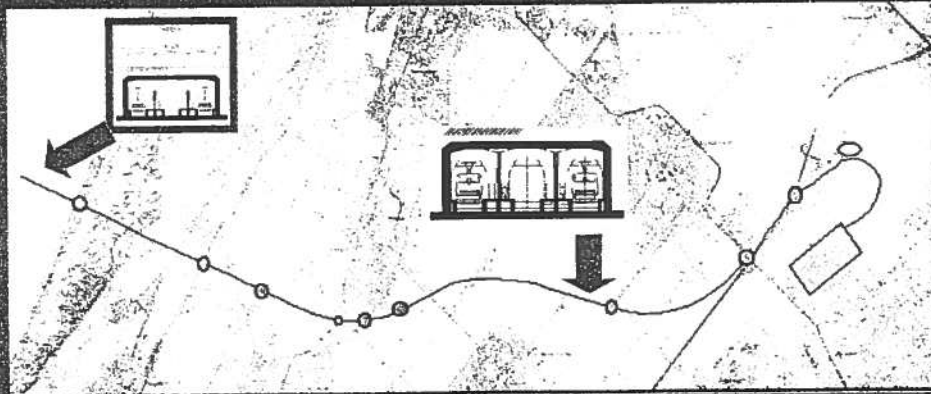
In onderstaande tabel is een vergelijking gemaakt tussen de 4 uitgevoerde studies. De tabel geldt voor de volgende uitgangspunten:

- eiland 20 km uit de kust;
- 3 sporen;
- 175-230 km/uur;
- capaciteit voor scenario 100 miljoen passagiers.

Remote

Duinen

Schiphol



| Aspect                                  | Witteveen + Bos  | Haskoning       | Arcadis                      | Bouwdienst RWS                 |
|-----------------------------------------|------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| Type railsysteem                        | ICE              | HST             | HST<br>Maglev<br>Swiss-metro | HST                            |
| Tracé                                   | zuid             | noord           | zuid<br>noord                | zuid<br>noord                  |
| Techniek land<br>• noord<br>• zuid      | -<br>Cut & cover | Viaduct A9<br>- | Bovengronds<br>Cut & cover   | Bovengronds<br>Cut & cover/Bak |
| Techniek duinen                         | Cut & cover      | Boren           | Boren                        | Boren                          |
| Techniek zee                            | Zinken           | Brug            | Boren                        | Diverse technieken             |
| Kosten<br>• Tracé noord<br>• Tracé zuid | -<br>11,5 mld    | 15 mld<br>-     | 14 mld<br>12 mld             | 9,5 mld<br>12 mld              |

De Swissmetro variant van Arcadis is niet opgenomen omdat deze volgens de Bouwdienst veel duurder uit zal vallen dan de genoemde 9 miljard gulden (onbewezen technieken), en omdat deze oplossing enkele te grote nadelen zal hebben (onzekerheid, inflexibiliteit).

### Kosten

De kosten zijn vergelijkbaar gemaakt volgens de systematiek die in hoofdstuk 8 wordt toegelicht. De kosten zijn inclusief railtechniek, rijdend materieel, stations, grondaankoop, kosten voor ontwerp, studie en toezicht, en 25 % kosten onvoorzien. De kosten zijn exclusief BTW en hebben een onzekerheidsmarge van +/- 30%.

Op basis van bovenstaande gegevens wordt als totaalkosten voor de shuttle een bedrag van 15 miljard gulden aangehouden als een betrouwbaar getal met enige marge. Zoals aangetoond zijn hiervoor verschillende systeemconcepten en bouwmethodes mogelijk.

Variatie in afstand vanaf de kust en in rijsnelheid geeft het volgende kostenplaatje in miljarden guldens:

| Rijsnelheid | Afstand vanaf de kust |        |        |
|-------------|-----------------------|--------|--------|
|             | 10 km                 | 20 km  | 30 km  |
| 160 km/u    |                       | 11 mld |        |
| 225 km/u    | 13 mld                | 15 mld | 18 mld |
| 300 km/u    |                       | 17 mld |        |

### Bouwtijd

Een totale bouwtijd van 7 jaar lijkt realiseerbaar. Daarbij wordt aangetekend dat daarvoor waarschijnlijk op vele fronten tegelijk, en met gebruikmaking van verschillende technieken, gewerkt dient te worden. Een zeer goede werkplanning is dus essentieel.

Met een bouwtijd van 7 jaar is de shuttle gelijk klaar met fase 1 van het eiland, zodat de eerste vliegtuigen gevuld kunnen worden met de eerste mensen die met de shuttle arriveren!

## 9. Kosten

### 9.1. Inleiding

De kosten van de verschillende luchthavenvarianten zijn globaal geschat in de IBV van november 1997.

Voor een nadere inschatting zijn een aantal onderzoeken uitgevoerd met speciale focus op een luchthaven op een eiland in de Noordzee en de daarmee samenhangende shuttleverbinding tussen Schiphol en het eiland:

- Een studie onder leiding van de Bouwdienst Rijkswaterstaat afdeling waterbouw naar de kosten van zeeweringen en de aanleg van eilanden en landaanwinning in de Noordzee.
- Een kostprijsstudie naar eenheidsprijzen om allerlei alternatieve oplossingen voor eilanden, landaanwinning en shuttles snel te kunnen ramen. Voorst zijn enkele kansrijke varianten uitgewerkt;
- Een studie door de Bouwdienst Rijkswaterstaat afdeling Tunnelbouw naar de meer kansrijke mogelijkheden voor een shuttleverbinding tussen Schiphol en een eiland op zee, waarbij realistische keuzen zijn gemaakt op het gebied van het type transportmiddel (Hoge snelheidslijn, magneetweefbaan, Intercity, metro etc.) de type verbinding (tunnels, bruggen, viaducten etc.), het shuttle-traject (noord, zuid of meer direct naar de kust);
- Drie parallelle studies (door de ingenieursbureau's Witteveen en Bos, Haskoning en Arcadis) naar de meest kosten efficiënte shuttleverbinding tussen Schiphol en een eiland in de Noordzee op 20 km uit de kust;
- Een vergelijkend onderzoek naar de kosten van recentelijk uitgevoerde of gegunde tunnel en brug projecten in de wereld, en
- Consultatie met senior experts op het gebied van Civieltechniek, kosten, uitvoeringsmethoden en uitvoeringstijd.
- Een studie van DGP/AVV/Naco over de benodigde transportcapaciteit (passagiers en vracht per uur) van een shuttleverbinding.

Tenslotte leidt voortschrijdend inzicht aangaande de functies van een eiland en de locatie van de HUB-functie van de toekomstige luchthaven tot de conclusie dat er minder nadruk zal hoeven liggen op de overstaptijd tussen Schiphol en een nieuwe luchthaven.

Binnen TNLI zijn door de werkgroep "Civiele techniek en kosten" een aantal mogelijke locaties voor een tweede luchthaven nader onderzocht. Van de onderzochte alternatieven zijn de investeringskosten berekend. Daarnaast wordt het kasritme en de netto contante waarde van de alternatieven weergegeven.

### 9.2. investeringskosten

#### 9.2.1. Definitie investeringskosten

Er is nog geen duidelijke afspraak gemaakt over welke kosten in de investeringskosten van de tweede luchthaven moeten worden meegenomen. Daarom is gekozen voor een opzet op het niveau van hoofdgroepen.

Hoofdgroepen:

- **Terrein**, hierin zitten alle kosten die nodig zijn om een gebied te maken waar een tweede luchthaven op kan worden aangelegd.
- **Verbinding**, hierin zitten de kosten die de nieuwe luchthaven verbinden met het bestaande Schiphol.
- **Inrichting**, hierin zitten de kosten van de aanleg van het vliegveld zoals start en landingsbanen, terminals enz. Omdat hier nog onduidelijk is wat er door welke partij wordt aangelegd, en deze investeringen een duidelijke relatie hebben met nog niet gemaakte exploitatieberekeningen zijn de hier genoemde bedragen indicatief. De vraag is

eigenlijk wat moet er door de NV Schiphol zijn aangelegd om klanten op de luchthaven te krijgen, en welke investeringen doen deze klanten zelf.

- **Ontsluiting**, de groei van de luchthaven genereert verkeersstromen in de omgeving hierdoor wordt de capaciteit van de infrastructuur in de omgeving te klein en zullen nieuwe wegen en spoorlijnen moeten worden aangelegd. Het is niet duidelijk in hoeverre deze extra kosten moeten worden meegerekend in de investeringskosten van een tweede luchthaven. Vandaar dat deze kosten niet zijn meegenomen.

### 9.2.2. Werkwijze berekening investeringskosten

De investeringskosten zijn berekend volgens de standaardsystematiek van Rijkswaterstaat. De investeringskosten zijn verdeeld over de volgende posten.

Per post zijn de directe kosten berekend, vervolgens is bij alle posten een per post verschillend percentage aan staatkosten opgeteld. Bij de bepaling van de staatkosten per post is het onderstaande rekenschema aangehouden.

tabel 9.1 Opbouw investeringskosten

|                                                   |   |
|---------------------------------------------------|---|
| <b>Direkte kosten: (volgens detailberekening)</b> |   |
| <b>Indirekte kosten</b>                           |   |
| Eenmalige kosten                                  | % |
| Uitvoeringskosten                                 | % |
| Algemene kosten                                   | % |
| Winst en risico 6%                                | % |
| <b>Totaal Indirecte kosten</b>                    | % |
| <b>Bijkomende kosten</b>                          |   |
| Ontwerp en begeleiding uitvoering                 | % |
| Onderzoekskosten                                  | % |
| Vergunningen en leges                             | % |
| Nadeelscompensatie                                | % |
| <b>Totaal bijkomende kosten</b>                   | % |
| <b>Diversen (orde 5%)</b>                         | % |
| <b>Onvoorzien (15% tot 25%)</b>                   | % |
| <b>Totaal toeslagen in % (cummulatief)</b>        |   |

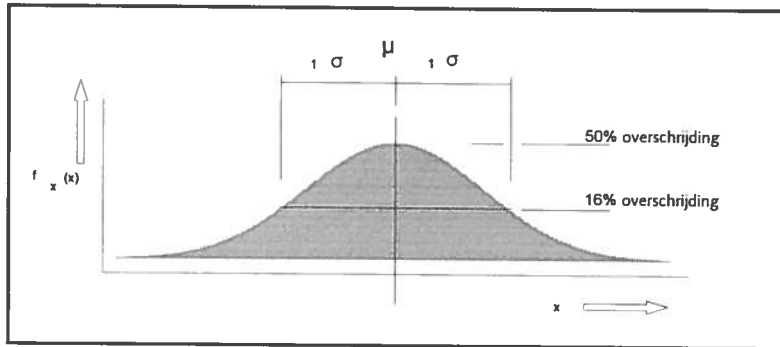
Alle genoemde bedragen zijn exclusief B.T.W. en domeinrechten en bepaald voor het prijspeil 01-01-1999. In de tabellen zijn de bedragen afgerond op miljarden guldens en over het algemeen geldt een onzekerheidsmarge in de orde van 25%.

### 9.3. Onzekerheden in de kosten

#### 9.3.1. Standaardafwijking

In de investeringskosten is gerekend met de nominale waarde hierbij hoort een over of onderschijdingskans van 50%. De standaardafwijking geeft de waarden die respectievelijk horen bij 70% kans, ofwel een onder of overschrijdingskans van 16%.

figuur 9.1 Kansdichtheidsfunctie



### 9.3.2. Onzekerheden

De belangrijkste bron van onzekerheden wordt gevormd door het grote aantal nog te maken keuzen. Met deze keuzen wordt de projectscope nader bepaald. Posten die (naast de keuze tussen Noordzee, Maasvlakte of Flevoland) bijdragen aan de onzekerheden in de investeringskosten zijn in volgorde van belangrijkheid:

- De specifieke locatie van de gekozen variant
- De wenselijkheid van compenserende maatregelen in de sfeer van natuur en milieu
- Onzekerheden aangaande de vogelproblematiek
- De aangenomen gefaseerde aanleg
- Marktbenadering en marktcondities

En met name voor de locatie Noordzee of Maasvlakte:

- De keuze van de zandwingebieden
- De keuze van de uitvoeringsmethode
- De morfologische effecten op de omgeving

### 9.4. Basisvarianten

De ontworpen varianten hebben de volgende hoofdkenmerken:

tabel 9.2 Hoofdkenmerken van de ontworpen varianten

| Locatievariant                   | Aantal passagiers in miljoen | Hoofd banen | Dwarswind banen | Totale oppervlakte |
|----------------------------------|------------------------------|-------------|-----------------|--------------------|
| Noordzee satelliet               | 70                           | 4           | 2               | 4500 ha            |
| Noordzee satelliet               | 20                           | 1           | 1               | 2100 ha            |
| Maasvlakte kleine overloop       | 10/20                        | 1           | 0/1             | 1600 ha            |
| Maasvlakte grote overloop        | 40                           | 2           | 2               | 3100 ha            |
| Maasvlakte eiland overloop       | 40                           | 2           | 2               | 3400 ha            |
| Flevoland-Oost overloop          | 40                           | 2/3         | 2               | 2700 ha            |
| Flevoland-Zuid/Lelystad overloop | 10/20                        | 1           | 0               | 900 ha             |

Voor de drie luchthavenlocaties zijn basisvarianten gedefinieerd met de navolgende kenmerken. Andere varianten zijn overeenkomstig gedefinieerd, afgezien van de voor die variant specifieke afwijkingen.

tabel 9.3 Basisvariant voor locatie Noordzee

| <b>Locatie</b>           |                                            | <b>20 kilometer uit de kust<br/>ter hoogte van Noordwijk</b>     |
|--------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>Eiland</b>            |                                            |                                                                  |
| Oppervlakte              |                                            | 4500 hectare                                                     |
| Zeewering                |                                            | Los gestort materiaal                                            |
| Start- en landingsbanen  |                                            | 4 hoofdbanen<br>2 dwarsbanen                                     |
| Havenvoorzieningen       |                                            | Zeehaven aan zuidzijde                                           |
| <b>Shuttleverbinding</b> |                                            |                                                                  |
| Railtechniek             |                                            | Hoge Snelheids Trein                                             |
| Rijsnelheid              |                                            | tot 225 km per uur                                               |
| Tracé                    |                                            | Zuidelijk (deels langs de A4)                                    |
| Bouwtechniek             | over land<br>door de duinen<br>zeegedeelte | Deels in open bak, deels geboord<br>boortechneik<br>boortechneik |
| Aantal sporen            |                                            | drie                                                             |
| Tussen station           |                                            | geen                                                             |

tabel 9.4 Basisvariant voor locatie Maasvlakte-Eiland

| <b>Locatie</b>              |             | <b>circa 10 kilometer uit de kust<br/>ter hoogte van Grevelingen</b> |
|-----------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Eiland</b>               |             |                                                                      |
| Oppervlakte                 |             | 3400 hectare                                                         |
| Zeewering                   |             | Los gestort materiaal                                                |
| Start- en landingsbanen     |             | 2 hoofdbanen<br>2 dwarsbanen                                         |
| <b>Verbinding</b>           |             |                                                                      |
| Tracé                       |             | vanaf bestaande Maasvlakte                                           |
| Bouwtechniek                | Zeegedeelte | brug                                                                 |
| Aantal sporen of rijstroken |             | twee                                                                 |

tabel 9.5 Basisvarianten voor locatie Maasvlakte-Klein en Maasvlakte-Groot

| <b>Variant</b>             | <b>Maasvlakte-Klein</b>                                  | <b>Maasvlakte-Groot</b>                                  |
|----------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Locatie</b>             | Westelijk van eventuele<br>Maasvlakte 2 havenuitbreiding | Westelijk van eventuele<br>Maasvlakte 2 havenuitbreiding |
| <b>Landaanwinning</b>      |                                                          |                                                          |
| Oppervlakte                | 1600 hectare                                             | 3100 hectare                                             |
| Zeewering                  | Los gestort materiaal                                    | Los gestort materiaal                                    |
| Start- en<br>landingsbanen | 1 hoofdbaan<br>geen dwarsbanen                           | 2 hoofdbanen<br>2 dwarsbanen                             |

tabel 9.6 Basisvarianten voor locatie Flevoland Zuid, Lelystad en Oost

| Variant                  | Flevoland-Zuid                                 | Flevoland-Lelystad             | Flevoland-Oost               |
|--------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Locatie                  | Zuidelijk Flevoland<br>Noordelijk van Zeewolde | Luchthaven<br>Lelystad         | Oostelijk van<br>Lelystad    |
| <b>Fysieke kenmerken</b> |                                                |                                |                              |
| Oppervlakte              | 900 hectare                                    | 900 hectare                    | 2700 hectare                 |
| Funderingsmethode        | Grondverbetering                               | Grondverbetering               | Grondverbetering             |
| Start- en landingsbanen  | 1 hoofdbaan<br>geen dwarsbanen                 | 1 hoofdbaan<br>geen dwarsbanen | 2 hoofdbanen<br>2 dwarsbanen |

### 9.5. Kostenramingen

De kostenramingen zijn weergegeven in onderstaande tabellen. Bedragen zijn afgerond op miljarden gulden. Voor de inbegrepen kostenposten wordt verwezen naar bovenstaande paragrafen.

tabel 9.7 Kosten luchthaven in de Noordzee

| Locatievariant         | Specifieke kenmerken      | Terrein   | Shuttleverbinding | Totale kosten |
|------------------------|---------------------------|-----------|-------------------|---------------|
| <b>Basisvariant</b>    |                           | <b>11</b> | <b>15</b>         | <b>26</b>     |
| Fase één               | 2 banen, 2100 ha          | 7         | 15                | 22            |
| Fase twee (tussenfase) | 4 banen, 3500 ha          | 9         | 15                | 24            |
| Uitgebreide variant    | 6 banen, 100 Mpax         | 11        | 17                | 28            |
| InterCity, fase 1      | 160 km/u 2 banen, 2100 ha | 7         | 10                | 17            |
| InterCity, eindfase    | 160 km/u                  | 11        | 11                | 22            |
| Magneetbaan            | 300 km/u                  | 11        | 17                | 28            |
| Dicht bij de kust      | 10 km vanaf Noordwijk     | 11        | 13                | 24            |
| Ver van de kust        | 30 km vanaf Noordwijk     | 11        | 19                | 30            |
| Noordelijke route      | Locatie IJmuiden          | 11        | 17                | 28            |
| Kortste route          | Locatie Zandvoort         | 11        | 16                | 27            |
| Bovengronds            | bruggen en viaducten      | 11        | 15                | 26            |
| Ondergronds            | boor- of zinktunnels      | 11        | 16                | 27            |

tabel 9.8 Kosten luchthaven op de locatie Maasvlakte

| Locatievariant             |         | Terrein | Oeververbinding | Totale kosten |
|----------------------------|---------|---------|-----------------|---------------|
| Klein, afpel variant       | 10 Mpax | 3       | -               | 3             |
| Klein basisvariant         | 20 Mpax | 3       | -               | 3             |
| Groot, uitgebreide variant | 40 Mpax | 7       | -               | 7             |
| Eiland Basisvariant        | 40 Mpax | 10      | 8               | 18            |

tabel 9.9 Kosten per variant (miljarden gulden)

| Locatievariant           |         | Totale kosten |
|--------------------------|---------|---------------|
| Zuid Afpelvariant        | 10 Mpax | 0,3           |
| Zuid Basisvariant        | 20 Mpax | 0,3           |
| Lelystad Afpelvariant    | 20 Mpax | 0,3           |
| Lelystad Basisvariant    | 20 Mpax | 0,3           |
| Oost Basisvariant        | 20 Mpax | 0,6           |
| Oost uitgebreide variant | 40 Mpax | 0,9           |

### 9.6. Vergelijking met andere kostenramingen

De nieuw uitgevoerde studies (zie boven) bieden voldoende gronden om de eerdere ramingen van de IBV 1997 naar beneden bij te stellen (ten opzichte van de hoogste getallen genoemd in de IBV). Dit is met name het gevolg van beter inzicht in de eisen die aan een shuttleverbinding worden gesteld. In de IBV werd rekening gehouden met 4 tunnel buizen die volledig ondergronds werden aangelegd, waarin tot 300 kilometer per uur kon worden gereden over een traject van Schiphol naar een eiland op 25 kilometer uit de kust. Momenteel wordt in de eerste plaats gedacht aan een eiland op 20 kilometer uit de kust (net binnen de twaalfmijls zone), verbonden met Schiphol middels drie sporen, die deels in een tunnel deels op maaiveld of in een open bakconstructie rijden. Door het toegenomen inzicht zijn er bovendien minder onzekerheden, waardoor de toeslag voor onvoorzien en de onzekerheidsmarge konden worden verkleind (van 30% naar 25%)

tabel 9.10 Vergelijking met de ramingen in de Integrale Beleids Visie (IBV)

| Raming:                  | IBV November 1997 |     |     | Basisvariant 1998 |
|--------------------------|-------------------|-----|-----|-------------------|
| Aantal sporen            | 4                 | 4   | 4   | 3                 |
| Rijsnelheid              | 100               | 200 | 300 | 225               |
| Eiland 10 km uit de kust | 10                | 14  | 17  | -                 |
| Eiland 25 km uit de kust | 14                | 20  | 25  | -                 |
| Eiland 20 km uit de kust | -                 | -   | -   | 15                |

In vergelijking met ramingen van andere marktpartijen levert het volgende beeld op:

tabel 9.11 Vergelijking met de ramingen door andere (markt)partijen

| Raming:            | Witteveen en Bos (1998) | Haskoning (1998)   | Arcadis (1998)             | Bouwdienst (1998)        |
|--------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------|
| Type railsysteem   | ICE                     | HST                | HST; Maglev<br>Swiss-Metro | HST                      |
| Tracé              | Zuid                    | Noord              | Zuid/Noord                 | Zuid/Noord               |
| Aantal sporen      | 3                       | 3                  | 3                          | 3                        |
| <b>Techniek</b>    |                         |                    |                            |                          |
| Landgedeelte Noord | -                       | Viaduct A9         | Viaduct                    | Diverse technieken       |
| Duinen Zuid        | Cut&cover               | -                  | Cut&cover                  | Boortunnel               |
| Zeegedeelte        | Cut&cover<br>Zinktunnel | Boortunnel<br>Brug | Boortunnel                 | Boortunnel<br>Div.techn. |
| <b>Kosten</b>      |                         |                    |                            |                          |
| Tracé N            | -                       | 15                 | 14                         | 15                       |
| Tracé Z            | 11,5                    | -                  | 12                         | 16                       |

Tenslotte kan een vergelijking worden getrokken met de raming in de studie "Drie Mainports", die medio 1997 door Schiphol werd afgerond. Hierin werd een bedrag van 13 miljard gulden genoemd voor de kosten van het eiland en de shuttle, waar volgens Schiphol nog 2 miljard gulden bij opgeteld moet worden voor onvoorziene kosten. Hoewel dit bedrag een andere oplossing betrof (een eiland met 5 landingsbanen, op 10 kilometer uit de kust, verbonden met 5 sporen voor verschillende soorten van shuttleverbindingen) komt de raming in een vergelijkbare orde (15 miljard gulden).

### 9.7. Contante waarde varianten

Van de varianten zijn de kosten berekend die met behulp van de contante waarde methode naar een prijspeil zijn teruggerekend. De zo berekende contante waarden maken het mogelijk

om de varianten onderling op kosten te vergelijken, mede in het licht van eventuele exploitatie en andere opbrengsten. De volgens deze methode berekende contante waarde kan echter niet als budgetreservering gebruikt worden. De uitgevoerde berekening levert de volgende resultaten:

tabel 9.12      Netto Constante Waarden

| Locatievariant             | Terrein | Oeververbinding | Totale kosten |
|----------------------------|---------|-----------------|---------------|
| Noordzee Eiland            | 7       | 10              | 17            |
| Maasvlakte Groot           | 5       | -               | 5             |
| Maasvlakte Eiland          | 7       | 5               | 12            |
| Flevoland<br>Zuid/Lelystad | 0,3     | -               | 0,3           |
| Flevoland Oost             | 0,6     | -               | 0,6           |

## Bijlage: Vogels in Nederland

Een aantal factoren zorgt ervoor dat Nederland in Europa een bijzonder vogelrijk land is:  
*De ligging van Nederland in de delta van Rijn en Maas.*

De diversiteit en dichtheid aan planten- en diersoorten is daardoor hoog. Vogels maken daar een belangrijk deel van uit.

*Het Nederlandse klimaat.*

Door de warme golfstroom is het Nederlandse (winter)klimaat zeer mild, in vergelijking met andere gebieden op deze breedtegraad. Hierdoor en door de voedselrijkdom is Nederland uiterst aantrekkelijk als overwinteringsgebied voor vogels uit onder andere sub-arctische streken (ganzen en eenden).

*De voedselrijke Noordzee.*

De Noordzee is voor verschillende soorten vogels, zoals meeuwen en sterns, een rijk voedselgebied. Deze soorten broeden van nature in de kustzone. Door de grote recreatieve druk in de kustzone en de toegenomen predatie in de duinen door vossen zijn het aantal geschikte broedgebieden voor deze vogels de laatste decennia drastisch afgenomen. Broedgebieden is voor deze vogels de aantalsbeperkende factor.

De Noordzee is tevens een belangrijk overwinteringsgebied voor onder meer zee-eenden, eidereenden, futen en duikers.

*De ligging van Nederland in de trekroutes van vogels.*

Nederland kan voor de vogeltrek vergeleken worden met het smalle deel van een zandloper. Vogels van uitgestrekte broedgebieden in het noorden en oosten van Eurazië passeren in de herfst Nederland tot Noord Frankrijk om zich verder in zuidelijke, westelijke en oostelijke richting te verspreiden. In het voorjaar speelt zich een omgekeerde trekbeweging af. Naast de seizoensgebonden trek, vinden dagelijks intensieve vliegbewegingen plaats tussen broed-/rustgebieden en voedselgebieden. De seizoenstrek en de voedselvuchten zijn belangrijke risicofactoren voor de luchtvaart. In de volgende alinea's worden deze vliegbewegingen daarom uitvoeriger beschreven.

### Vogeltrek

Vliegbewegingen van vogels vormen voor de luchtvaart een voornaam risico. Er kunnen diverse vliegbewegingen van vogels onderscheiden worden:

#### *Voedselvuchten*

Veel vogelsoorten voeren dagelijks een of meerdere vluchten uit tussen broed- en/of rustgebieden en voedselgebieden. Met name vogels van open veld kunnen daarbij grote afstanden afleggen. Ganzen die in de Noordoostpolder voedsel zoeken overnachten bijvoorbeeld in de Oostvaardersplassen in Zuidelijk Flevoland. Kleine mantelmeeuwen die op de Maasvlakte broeden zoeken voedsel tot op 50 km van hun broedgebied. Over deze dagelijkse vliegbewegingen van vogels is kwantitatief weinig bekend. Veel eendensoorten voeren 's nachts voedselvuchten uit. Van deze vluchten is slechts bekend dat deze vele malen op een nacht kunnen worden uitgevoerd.

#### *Breedfronttrek*

In voor- en najaar wordt Nederland door vele miljoenen vogels gepasseerd. In het najaar vindt de omvangrijkste trek plaats. Deze verloopt in zuidelijke tot westelijke richting vanuit Noord- en Midden Europa naar Engeland en Frankrijk. De grootste aantallen vogels trekken op een hoogte variërend van 100 tot 4000 m. (incidenteel tot 8000 m.). Vliegbewegingen op deze hoogte onttrekt zich grotendeels aan het menselijk oog, maar is goed waarneembaar op radar. Op deze hoogte zijn geen duidelijke trekbanen waarneembaar; vogeltrek speelt zich over een breed front af.

### *Gestuwde trek*

Naast breedfronttrek treedt tevens gestuwde trek op. Deze trek vindt plaats op een hoogte tot enkele tientallen meters en is visueel waarneembaar. Gestuwde trek treedt op wanneer de weersomstandigheden niet gunstig genoeg zijn voor een massale vlucht op grote hoogte, maar de trekdrift zodanig overheerst dat de vogels zich verplaatsen. De gestuwde trek wordt door patronen in het landschap beïnvloed. De omvangrijkste zichtbare (=gestuwde) trek vindt langs de Noordzeekust plaats. Het is hier in het najaar een vrijwel dagelijks verschijnsel, met uitzondering van dagen met zeer slecht weer. Op kleinere schaal vindt ook gestuwde trek plaats langs de kust van de Flevopolders.

Op plaatsen waar zich een knik in de kust bevindt treedt stagnatie van de gestuwde trek op. Vogels staan voor de keuze om de kustlijn te blijven volgen of de oversteek te maken naar overwintergebieden op de Britse eilanden. Op een dergelijk punt vindt ophoping van vogels plaats. Cap Gris Nez in Noord Frankrijk is een voorbeeld van een natuurlijk knikpunt in de kust. In Nederland is, op kleinere schaal, kunstmatig een vergelijkbaar punt gecreëerd door de bouw van de huidige Maasvlakte. Een deel van de vogels dat uit het noorden komt vervolgt hier in rechte lijn de weg richting de Zuidhollandse en Zeeuwse eilanden, een ander deel slaat echter af in westelijke richting en vliegt de, op zee doodlopende, Maasvlakte op. Bij uitbouw van de Maasvlakte (Maasvlakte 2 al of niet met vliegveld) zal het aandeel vogels dat het terrein op zal vliegen naar verwachting toenemen. De thans zichtbare grens tussen land en zee zal zich in een dergelijke nieuwe situatie buiten het waarnemingsveld bevinden.

Maasvlakte 1 en 2 samen zullen daardoor voor de vogels ogen als een aantrekkelijke brug naar de Britse overwintergebieden.

### *Zeetrek*

Boven zee vinden eveneens omvangrijke vogeltrekbewegingen plaats. Kennis over deze trekbewegingen is beperkt tot waarnemingen vanaf de kust, vanaf een meetpost op 10 km uit de kust van Noordwijk, vanaf enkele lichtschepen en van radar. De indruk bestaat dat de omvangrijkste vogeltrek zich binnen een afstand van 10 km uit de kust afspeelt en dat binnen deze 10 km geen verschil optreedt in treksterkte. Binnen 10 km bevinden zich de meeste en grootste concentraties van vogels. Het beeld kan vertekend zijn, omdat gegevens van vogels verder dan 10 km uit de kust schaars zijn. Trekroutes over de Noordzee zijn grotendeels onbekend. Men heeft de indruk dat boven zee, evenals boven land, sprake is van gestuwde trek. Zeevogels ervaren daarbij niet de zee, maar juist het land als barrière. Tevens is duidelijk dat er verschillende trekroutes bestaan volgens welke vogels de Noordzee oversteken.

### *Falls*

Schepen, booreilanden en eilanden worden enkele keren per jaar overspoeld door trekvogels, die van geen wijken weten. Verjaging haalt in dergelijke situaties niets uit. Dit verschijnsel wordt *fall* genoemd. Over de oorzaak van het ontstaan van falls en de frequentie waarin het optreedt is weinig bekend. De indruk bestaat dat falls meestal enkele uren tot een dag duren. Daarna zijn de vogels uitgerust genoeg, of zijn de weersomstandigheden dermate gunstiger, dat zij hun tocht voortzetten. Er zijn ook voorbeelden van falls bekend die enige dagen aanhielden. Ten tijde van falls houdt het gebruik van een luchthaven in zee of bij de Maasvlakte grote risico's in.

## Bijlage: Deskundigensessie

### Verslag van de deskundigen sessie 19 mei 1998

(Samenvatting van de minder technische aspecten)

Aanwezig: Prof. Agema, prof. d'Angremond, prof. De Ridder, prof. Schultz, prof. Stive, prof. Vrijling, dhr. Van Duin, dhr. Ariëns, mevr. Verhage

#### Schiphol studie

- Voor de politiek is het van belang om de optie uitbreiding van Schiphol te kunnen vergelijken met de drie alternatieve locaties.

#### Ontwerp en Morfologie

- De mogelijkheden voor faseerbaarheid van de aanleg van een eiland zijn van groot belang voor de realiseerbaarheid van een dergelijk groot project
- Flexibiliteit in de functievervulling en capaciteit van het ontwerp zijn van groot belang
- NACO, Schiphol en RLD hebben voor een groot deel gelijke belangen. Hierdoor is het raadzaam om onafhankelijke partij naar het ontwerp van het banenstelsel te laten kijken.
- NLR is bezig met een onderzoek naar veiligheid en capaciteit in combinatie met de afstand tussen parallelle banen.
- NACO gebruikt in de ontwerpen de normen die op dit gebied gehanteerd worden. Belangrijk is om deze normen kritisch te bekijken in relatie met eisen vanuit andere vakgebieden.
- De aanlegkosten van het eiland zullen waarschijnlijk ongeveer f200,- per m<sup>2</sup> bedragen, terwijl de grond waarschijnlijk voor f400,- per m<sup>2</sup> verkocht kan worden. Vanuit dit oogpunt vormen zijn extra (gunstig gesitueerde) vierkante meters dus geen probleem.

#### Morfologie Eiland

- De verstoring van het materiaaltransport langs de Nederlandse kust is op dit moment nog niet goed in beeld gebracht. Aan de noordzijde van het eiland wordt tot nu toe een luwte verwacht, echter recent onderzoek wijst uit dat hier wellicht juist het opslingereffect zal plaatsvinden
- Vanuit de morfologie worden de volgende eisen gesteld aan een eiland:
  - Zo min mogelijk stromingsblokkade, dus een zo klein en zo smal mogelijk eiland
  - Zo ver mogelijk uit de kust
  - Parallel aan de kust
- Vanuit morfologisch oogpunt is de vorm van een uit elkaar geschoven eiland (t.g.v. uit elkaar geschoven banenstelsel) en het grotere oppervlak van het eiland minder gewenst.
- Kan het systeem/Waddenzee de morfologische verandering gedurende de vele jaren bouwen achtereen aan?
  - Een locatie van een eiland zuidelijker zal minder invloed hebben op de waterkwaliteit van de Waddenzee
- Er wordt een hiaat geconstateerd in de morfologische kennis over de gevolgen van een grote ingreep, zoals de aanleg van een eiland in de Noordzee
  - **Op korte termijn is intensief onderzoek noodzakelijk naar de morfologische effecten op de lange termijn V&W zou hier urgent brede onderzoeksprogramma's (orde 10 Mf) voor moeten opstarten!** Dit advies wordt breed gedragen (ook door de VBKO en kennisinstituten)

#### Morfologie Maasvlakte

- De integratie van een luchthaven en de Maasvlakte heeft als consequentie dat uitbreidingen van de Maasvlakte in de verre toekomst beperkingen zullen ondervinden
- De varianten Maasvlakte 3 groot en Maasvlakte eiland zijn qua stroming en morfologie ongunstig. Ook de toegang tot de havens van de Maasvlakte zal door de aanleg van een derde Maasvlakte mogelijk achteruit gaan.

#### Saltspray en overslaand water

- Op dit moment is nog weinig bekend over saltspray. De gevolgen van de zoutbelasting voor vliegtuigen (probleemanalyse) zal eerst goed onderzocht moeten worden.

#### **Uitvoering van Eiland, Maasvlakte en Shuttle**

- Het eiland alternatief, maar ook het Maasvlakte alternatief hebben het nadeel dat de bouw meer tijd in beslag zal nemen dan de aanleg van een luchthaven in Flevoland. Het is daarom zaak om de bouwtijd zoveel mogelijk te verkorten.

- Versnelde aanleg van een eiland is niet onmogelijk vanwege:

- Goede ondergrond (zand)
- Bekende bouwtechnieken
- Know how aanwezig in Nederland

De fasering moet in detail worden uitgezocht om de bouwtijd te optimaliseren

- Opties om de bouwtijd te verkorten:

- Financiële prikkel voor de aannemers
- Gebruik van oude tankers als zeewering of als begin van het eiland, zodat snel een luwte gecreëerd wordt
- Aanleg van de zeewering tegelijkertijd met het opspuiten van het eiland
- Luchthaven in gebruik nemen voordat het gehele eiland is afgebouwd
- In het geval baggermaterieel een beperkende factor is, is het voor een dergelijk groot project qua kosten mogelijk om een extra schip te laten bouwen
- dag en nacht te bouwen

De bouw van het eiland, inclusief de tunnel, exclusief de inrichting van het eiland is mogelijk te realiseren in 4 jaar

- In de laatste fase van de bouw van het eiland moet zo snel mogelijk begonnen worden met de inrichting, zodat ook op de 2 jaar inrichting tijdswinst te behalen is.
- Voorgesteld wordt om een degelijk ontwerp als basis te nemen met daarbij suggesties voor verbetering. In dit stadium van het ontwerp is het niet van belang om uitgebreid onderzoek te doen naar alternatieve zeewering ontwerpen
- In het WL rapport zijn de kosten voor de zeewering op 200 miljoen per km begroot. Dit bedrag lijkt hoog. Mogelijk is deze prijs terug te brengen met 20% door inventiviteit in de uitvoering.

#### **Shuttle**

- De verbinding van een eiland met het land wordt als risico ervaren
- Welke verbindingvorm heeft de grootste kans om binnen de aanlegtijd van het eiland gereed te zijn?
- Eventueel zal gebruik gemaakt moeten worden van een tussenoplossing (tijdelijke brug) voordat de bouw van de tunnels gereed is.
- Er zal altijd als alternatief een varende verbinding gerealiseerd moeten worden, voor bijvoorbeeld recreanten.
- Tijdens de bouw zal een mogelijk een tijdelijke hulpbrug noodzakelijk zijn.
- In het geval de tunnel nog niet gereed is voordat het eiland ingericht is, dan de landzijdige ontsluiting op een alternatieve manier realiseren
- De aanleg van een tunnel vormt een belangrijk risicopunt voor de hele realisatie, gezien de ervaring met tunnelbouw in Nederland (en in indere mate in Europa) tot nu toe.
- Fabriek voor tunnelementen niet op het eiland plaatsen, maar aan de kust, zodat na 1 jaar begonnen kan worden met het afzinken van tunnelementen. De tunnel kan dan wellicht in 3 jaar afgebouwd worden

#### **Financiering en marktbenadering**

- Hoe krijg je een private partij zover dat ze een commitment geven aan het gebruik van een luchthaven over 10 jaar?
- Ten behoeve van particuliere financiering:
  - Opbrengsten (potentiële inkomende geldstromen) in kaart brengen
  - Potentiële financiers tijdig inschakelen om opbrengsten (tezamen met kosten) optimaal te

maken

- Ontkoppelen van de financiering (geldgevers: financiers, eigenaars, exploitanten, verzekeraars gebruikers) en de bouw (geldvragers: aannemers) ook om de verleiding van corruptie te vermijden.
- Het is van belang dat tijdens de planprocedure een grote bandbreedte in het ontwerp genomen wordt zodat optimalisatie van het ontwerp niet onmogelijk gemaakt wordt.
- Een traditioneel (RAW) hoeveelheden bestek of raamcontract voorkomt eventueel te lange aanbestedingsperioden, waarna optimalisaties binnen nog mogelijk zijn.
- Aannemers mogelijk selecteren op kennis en kunde en niet in eerste instantie op het ontwerp

#### **Presentatie**

- Aangeraden wordt om goede moderne video en 3D presentaties te creëren. De rapporten moeten ook gemaakt worden, voor deskundigen en ambtenaren, maar de presentaties moeten het project "brengen".

## Bijlage: Verklarende woordenlijst

|                           |                                                                                                                                                    |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Baanorientatie            | Richting waarin de baan loopt                                                                                                                      |
| Bouwrijp maken            | Gereed maken voor de bouw vna infrastructuur, gebouwen etc. Hieronder vallen de eventuele sanering, grondverbetering, voorbelasting, drainage etc. |
| Bruikbaarheid             | Het percentage van het jaar dat er op de luchthaven operaties uitgevoerd kunnen worden                                                             |
| Centerlijn                | Lijn door het midden van een start- en landingsbaan over de lengte van de baan                                                                     |
| Demarcatielijn            | Grens tussen natuurgebied en industriegebied lopend langs de Maasvlakte                                                                            |
| Dwarswind                 | Wind uit de richting dwars op de baanrichting                                                                                                      |
| Externe veiligheid        | Alle risico's die door een proces (in dit geval vliegbewegingen van en naar het vliegveld) naar de omgeving worden veroorzaakt                     |
| Gemengd baangebruik       | Accommoderen van start en landingen doorelkaar op dezelfde baan                                                                                    |
| Gecombineerd baangebruik  | Het gelijktijdig gebruik van banen in de hoofdrichting met banen in de dwarswindrichting                                                           |
| Geotechniek               | Beschrijving vna de hoedanigheid en het gedrag van de bodem waarop een constructie (landingsbaan, gebouw, dijk etc.) wordt aangebracht.            |
| Gesommeerd gewogen risico | Het risico van een woning om geraakt te worden tijdens een calamiteit opgeteld voor alle woningen binnen de betreffende externe veiligheidszone    |
| Groepsrisico              | De kans (per jaar) dat een groep van meerdere personen tegelijkertijd overlijdt aan de gevolgen van een vliegtuigongeval                           |
| Holoceen                  | Geologische tijdsaanduiding met de jongste geologische afzettingen (bodemplagen), afwisselend klei, zand en veen                                   |
| HUB                       | Luchthaven waarop een grote luchtvaartmaatschappij, met voor het merendeel internationale en intercontinentale vluchten, is gevestigd              |
| Individueel risico        | De kans (per jaar) dat een persoon, die permanent op een bepaalde locatie verblijft, overlijdt aan de gevolgen van een vliegtuigongeval            |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Landzijdige ontsluiting       | Verkeersinfrastructuur waarover het transport van en naar de luchthaven zal plaatsvinden. Hieronder vallen autowegen, spoorwegen, hoge snelheidslijnen en vaarwegen, inclusief kunstwerken zoals tunnels                                                                                                            |
| Mainport                      | In dit geval, een luchthaven die functioneert als thuisbasis en centrale luchthaven in Europa voor ten minste één van de toekomstige dominerende luchtvaartmaatschappijen en waar de wisselwerking tussen luchthaven en vestigingsplaatsfactoren maximaal is (uit: PKB Schiphol en Omgeving)                        |
| MHW                           | Maatgevend Hoog Water: de ontwerp waterstand, die op een bepaalde plaats behorend bij een vastgestelde overschrijdingsfrequentie waarop de waterkering wordt ontworpen                                                                                                                                              |
| Milieugrenzen                 | In de PKB Schiphol en Omgeving zijn grenzen gesteld aan de luchtvaart ter bescherming van het milieu. Deze grenzen zijn gesteld op het gebied van geluid, luchtverontreiniging, geur en externe veiligheid                                                                                                          |
| Morfologie                    | Verandering van kustvorm onder invloed vna het transport vna zand en slib onder water langs de kust                                                                                                                                                                                                                 |
| Optimalisatie                 | Maatregelen om de infrastructuur van Schiphol met inbegrip van de vijfde baan, zo optimaal mogelijk te benutten, ten einde onder handhaving van de milieugrenzen, de volumegrenzen te kunnen verruimen.                                                                                                             |
| O/D passagiers                | Origen en destination passagiers. Passagiers met als thuishaven de luchthaven Schiphol                                                                                                                                                                                                                              |
| Overloopluchthaven (overflow) | Evenals bij de satellietluchthaven, zijn hier zowel Schiphol als een andere locatie als vliegveld in gebruik. Beide worden hier echter onafhankelijk van elkaar gebruikt. De hubfunctie blijft op Schiphol, de overloopluchthaven neemt een relatief bescheiden deel van het totale luchtverkeer voor zijn rekening |
| Passagiers                    | Aantal passagiers bestaat uit het aantal passagiers met herkomst of bestemming Schiphol plus het aantal transferpassagiers                                                                                                                                                                                          |
| Passagiersbewegingen          | Het aantal passagiers met herkomst of bestemming Schiphol plus het aantal transferpassagiers                                                                                                                                                                                                                        |
| Piekuurverkeer                | Het aantal vliegbewegingen dat tijdens het drukste uur van de dag geacommodeerd wordt                                                                                                                                                                                                                               |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planologische kernbeslissing      | Planologische Kernbeslissing, waarin op nationaal niveau de ruimtelijke inrichting van een gebied in grote lijnen is vastgesteld, onder andere voor de aanleg van infrastructuur                                                                                                 |
| Pleistoceen                       | Geologische tijdsaanduiding waarin jonge afzettingen (bodemplagen) zijn ontstaan, in Nederland voornamelijk zand                                                                                                                                                                 |
| Salt-spray                        | Zoute neerslag (ook zout-verstuiving) als gevolg vna in de lucht opgenomen zeewater. Salt-spray komt vooral voor in een strook direct achter de branding.                                                                                                                        |
| Satellietluchthaven               | Hier is zowel Schiphol als een andere locatie als vliegveld in gebruik. Beide vliegvelden functioneren als een geïntegreerd luchthaven systeem. Daarbij is een snelle verbinding essentieel. In de visie van het Kabinet is een satellietluchthaven altijd een luchthaven op zee |
| Selectief beleid                  | Maatregelen die alleen vormen van vervoer die essentieel zijn om de mainportfunctie te kunnen ontwikkelen bevorderen                                                                                                                                                             |
| TNLI                              | Toekomst Nederlandse Luchtvaart Infrastructuur                                                                                                                                                                                                                                   |
| Trucking                          | Het vervoer van luchtvracht, van en naar Schiphol, over de weg                                                                                                                                                                                                                   |
| Transferpassagiers                | Overstappers, aankomst en vertrek met een verschillend vliegtuig                                                                                                                                                                                                                 |
| VLA's                             | Very Large Aircrafts; Nog in ontwikkeling zijnde vliegtuigen met plaats voor 600 tot 900 passagiers                                                                                                                                                                              |
| Vliegtuigopstelplaatsen           | Plaats waar vliegtuigen opgesteld staan, o.a. bij de gates                                                                                                                                                                                                                       |
| Vlootsamenstelling/vlootverdeling | Verdeling van de vliegtuigvloot over kleinere en grotere vliegtuigen                                                                                                                                                                                                             |
| Volume grenzen                    | In de PKB Schiphol en Omgeving zijn grenzen gesteld aan het vervoersvolume van Schiphol; max. 44 miljoen passagiers en 3,3 miljoen ton vracht                                                                                                                                    |
| Vracht                            | De luchtvracht, inclusief het vervoer van luchtvracht over de weg (trucking)                                                                                                                                                                                                     |

## Literatuurlijst

- [1] Bouwstenen "Terrein, Zeewering en Golfbreker" voor Maasvlakte 2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Bouwdienst Rijkswaterstaat en Gemeentewerken Rotterdam, Ingenieursbureau Havenwerken. Utrecht, juli 1997.
- [2] Economie en fysieke omgeving. Beleidsuitgangspunten en oplossingsrichtingen. Centraal Planbureau (CPB). Den Haag, september 1997
- [3] Eiland in zee, deel van een veerkrachtige kust. Waterloopkundig Laboratorium. November 1997.
- [4] Fax Luchtvaartterreinen. Aerodromes. Juni 1997
- [5] Integrale Beleidsvisie over de toekomst van luchtvaart in Nederland. Hoeveel ruimte geeft Nederland aan de luchtvaart. Ministeries van Verkeer en Waterstaat, Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Economische Zaken. Den Haag, november 1997
- [6] Toekomst Nederlandse Luchtvaart Infrastructuur, locatieverkenningen: Civiele Techniek en Kosten. Bouwdienst, Rijkswaterstaat. Utrecht, september 1997
- [7] 3 Mainportsystemen, Een verkenning van mogelijkheden voor groei van de luchtvaart in Nederland. Amsterdam Airport Schiphol. Schiphol, juni 1997
- [8] Notitie in het kader van de Maasvlakte 2, i.v.m de aanleghoogte van de landaanwinning. C. Leenaers en P. Zivojnovic
- [9] Nadere verkenning 3 opties. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. Utrecht, april 1998.
- [10] NACO rapportage in het kader van de studie naar drie locaties lange termijn opties TNLI, juni 1998
- [11] Nieuwe Nationale Luchthaven, globale bepaling ruimtebehoefte. NACO. 's Gravenhage, april 1996.
- [12] Het Derde Nationaal Milieubeleidsplan. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Den Haag, 1998
- [13] Perspectievennota. Dialoog over de toekomst van de Nederlandse luchtvaartinfrastructuur. Hoeveel ruimte geeft Nederland aan de luchtvaart. TNLI. Den Haag, 1997
- [14] Planologische Kernbeslissing Schiphol en Omgeving. Deel 4. Tweede Kamer vergaderjaar 1994-1995, 23552
- [15] Het poldermodel in de luchtvaart. Afstudeeronderzoek B. Sommeling. TU Delft, april 1998
- [16] RAND Europe. Een beleidsanalyse van infrastructuuropties met betrekking tot de Nederlandse burgerluchtvaart. Delft, januari 1997

- [17] Rapportage geologisch vooronderzoek 2<sup>e</sup> nationale luchthaven Locaties IJmeer, Markermeer en Flevoland. TNO. Juni 1997.
- [18] Schiphol, een vliegveld op twee locaties, shuttle studie TNLI; Arcadis, HBW en GEC Alstom; juni 1998
- [19] Shuttle studie TNLI; Haskoning, Van Hattum en Blankevoort, de Weger en Zandvoort Ordening en Advies; 2 juni 1998
- [20] Shuttle studie TNLI; Witteveen + Bos, Siemens, TCE en Ballast Nedam; juni 1998
- [21] Te kust en te(r) keur. Naar een afwegingskader voor kustontwikkeling. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. april, 1998
- [22] Tweede Structuurschema Verkeer en Vervoer. Ministeries van Verkeer en Waterstaat en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1991
- [23] TNLI-workshop Vogelonderzoek. 26 mei 1998
- [24] TNLI notitie 'Randvoorwaarden en uitgangspunten Zeeweringen'. Bouwdienst RWS, juni 1998
- [25] Verslag van de deskundigensessie TU Delft, mei 1998
- [26] Vierde nota Ruimtelijke Ordening Extra (VINEX). Ministeries van Algemene Zaken en Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 1991
- [27] Vogels en luchtvaart. Een onderzoek naar aanvaringsrisico's tussen vogels en vliegtuigen en effecten van een nieuwe luchthaven op vogels. H.C. Brandenhorst & H.P.M. Schobben. Directie Noordzee, juni 1998
- [28] Vlootverdeling TNLI. ADECS bv. juni 1998
- [29] Voorontwerp shuttle verbinding eiland in de Noordzee en Schiphol; Bouwdienst RWS, afdeling tunnelbouw; 29 juni 1998
- [30] Voorlopig geologisch onderzoek m.b.t. drie locaties vliegveld in zee. TNO. Juni 1997
- [31] Voortgangsrapportage missiebrief. Brief van het Kabinet over de versterking van de ruimtelijke economische structuur. Den Haag, september 1997

## Colofon:

**Opdrachtgever:** TNLI  
André Verbaan

**Opdrachtnemer:** Bouwdienst Rijkswaterstaat

**Opstellers:** Bouwdienst  
*Egon Ariëns*  
*Arie Baas*  
*Marcel Braggaar*  
*Wim van den Brink*  
*Hans Brouwer*  
*Bas Coopman*  
*Olaf van Duin*  
*Peter Kole*  
*Peter Meesen*  
*Nisa Nurmohamed*  
*Heleen Sarink*  
*Bastiaan Sommeling*  
*Liesbeth Verhage*

### **Ontwerp, civiele techniek en kosten**

Documentnummer: TNLI<sub>4</sub>-98053; concept